Jean-Pierre Petit

LES ENFANTS DU DIABLE

LA GUERRE QUE NOUS PRÉPARENT LES SCIENTIFIQUES

Albin Michel

LES ENFANTS DU DIABLE

Jean-Pierre PETIT

Ancien Directeur de Recherche au CNRS

L'essentiel de ce livre a été écrit en 1986. Il avait été commandé par un grand éditeur Français qui, au dernier moment, refusa de le publier, sans doute pour deux raisons. Soit il ne crut pas aux révélations qu'il contenait, soit il fut effrayé par ce qu'il trouva dans ce manuscrit. Je l'ai complété par quelques informations récentes. En 1976 je connaissais les grandes lignes du projet Guerre des Etoiles, qui ne fut porté à la connaissance du grand public que quinze ans plus tard.

Depuis l'effondrement de l'URSS le public a tendance à croire que le danger thermonucléaire s'est éloigné. Il n'en est rien, et, après lecture, le lecteur verra que les choses sont devenues pires encore. En tant que scientifique il est de mon devoir de tenter d'ouvrir les yeux du public.

Les savants du monde entier ont vendu leur âme au diable, comme Faust, c'est tout.

Ce livre est dédié à mon ami le scientifique Vladimir Alexandrov, assassiné à Madrid en 1985 par les services secrets, sur ordre du lobby militaro-scientifique.

PROLOGUE

Troie devait disparaître, elle ne pouvait échapper à son destin. Dociles, les troyens travaillaient donc à leur propre perte. Ils avaient ainsi envisagé d'abattre un des pans de leur forteresse pour y faire entrer l'énorme cheval à roulettes abandonné par les grecs devant les portes de la ville. Tout se déroulait comme prévu.

Mais Cassandre suspecta un coup fourré :

- Timeo danaos et dona ferentes.

Je crains les grecs, surtout quand ils font des présents, disait-elle.

Cassandre, fille du troyen Priam, avait reçu d'Apollon le don de prédire l'avenir, à condition de se donner au dieu. Elle décrivait le futur de Troie, sans retenue, dans les rues de la cité, et les dieux en furent agacés. Quelqu'un voulait contrarier le plan, faire dérailler le destin, peser sur l'avenir de la ville. Impensable. ...

- Aucune inquiétude, dit Apollon, cette idiote a refusé de coucher avec moi, aussi ai-je jeté sur elle une malédiction : personne ne la croît.

Les dieux s'esclaffèrent. Il devenait fort divertissant de voir cette pauvre fille décrire dans une indifférence générale le perte des Troyens, hommes, femmes, enfants et la mise à sac de la ville. En la voyant certains haussaient les épaules ou pointaient leur index sur leur tempe en assortissant ce geste d'un mouvement de vissage. Certains, plus cultivés, disaient "qu'elle avait le syndrome de la catastrophe". Mais l'enchantement d'Apollon ne semblait cependant pas parfait. Zeus s'en inquiéta :

Dis-donc, Apollon, Je suis désolé, mais cela ne marche pas à cent pour cent, ton truc. Elle a réussi à convaincre Laocoon, son frère, et le fils de celui-ci.

Laocoon, prêtre au temple, était un intellectuel. En réfléchissant il avait fini par conclure que cette histoire de cheval n'était pas claire. Il le disait et, lui, on l'écoutait. C'était embêtant et ça risquait de tout flanquer par terre. Les dieux décidèrent d'employer les grands moyens. Sur leur ordre des serpents monstrueux sortirent de la mer toute proche, se jetèrent sur Laocoon et sur son fils, et les étouffèrent. On connaît la suite.

Je dédie ce livre à toutes les Cassandres et à tous les Laocoons de la Terre.

LIVERMORE

Au printemps 1976 les Etats-Unis vivaient le bicentenaire de leur indépendance. La Science était encore belle et bonne et de nombreux temples lui avaient été consacrés dans le pays où on s'apprêtait à célébrer l'événement avec faste.

A cette époque j'arrondissais mes fins de mois au CNRS en faisant de temps en temps des articles pour la revue Science et Vie. Philippe Cousin, son rédacteur en chef, me dit un matin :

- J'ai envie de faire quelque chose sur ce bicentenaire dans le numéro d'été. Si tu veux, je t'envois aux Etats-Unis. Tu essayes de me faire le point sur quelques réalisations scientifiques de pointe du moment. Je te laisse libre de tes points de chute là-bas.

Je fis donc ma valise et m'envolais vers les Amériques. Avant de partir, un ami m'avait vivement conseillé d'aller voir les lasers du célèbre laboratoire de Livermore, en Californie.

- Personne ne les a jamais vus. Ce sont, parait-il, les plus puissants du monde. Essaie de t'en approcher.

C'était excitant. Quatre jours plus tard, m'offrant une escale de vingt quatre heures pour digérer le décalage horaire, je déambulais dans les rues de San Francisco. C'était la seule grande ville qui exerçait sur le visiteur occidental un charme immédiat. Boston faisait bon chic bon genre. A New York on avait l'impression d'être dans une fosse à ours aux parois vertigineuses qui ne découvraient qu'une maigre bande de ciel. Mais Frisco évoquait encore le livre de Jules Vernes, vingt mille lieues sous les mers, ou Moby Dick. Les lions de mer s'entassaient sur les jetées. Sur les quais qui sentaient le poisson mouillaient des armadas de petits bateaux de pêche et avec un peu d'imagination on aurait pu s'attendre à croiser le capitaine Achab, martelant le sol de sa jambe de bois.

La ville ressemblait à du papier gaufré tant son sol avait été travaillé par les tremblements de terre. Elle était pleine de trous et de bosses. Il était conseillé d'utiliser les célèbres tramways à câble qui étaient là-bas plus une nécessité qu'un attachement au folklore.

Le port sentait l'iode et le poisson. Dans les boutiques des quais on trouvait encore des sirènes empaillées et des diseuses de bonne aventure. Il existait une échoppe où on vendait toutes sortes d'étrangetés. Son ancien propriétaire était un vieux chinois extrêmement maniaque qui, avant de mourir, avait voulu laisser au monde une image parfaite de lui-même, en cire. Afin d'accroître le réalisme il avait abandonné toute sa pilosité, s'arrachant dans ses derniers jours cheveux et poils de barbe pour les sceller dans la cire chaude.

A côté de cette représentation grandeur nature de l'ex-propriétaire se trouvait une diseuse de bonne aventure, également en cire. Habillée en gitane, elle plongeait un regard fixe dans une sphère de verre posée devant elle et dans cette boule s'agitait un petit personnage, sorte de Merlin l'enchanteur habillé d'un long manteau. Il semblait répéter à l'infini les mêmes gestes. On ne voyait ni écran, ni système optique apparent et l'image en relief du personnage ne se formait pas sur les parois de la boule mais carrément en plein milieu, comme si elle était suspendue dans l'air. Je voyais là mon premier hologramme.[1]

Je rentrais dans la boutique pour connaître mon avenir mais la gitane avait cette fois laissé place à un ordinateur. Un préposé, visiblement dénué de tout pouvoir divinatoire, entrait machinalement son clavier quelques renseignements sur la date de naissance, le sexe, etc.. Puis, quelques secondes plus tard, une imprimante exprimait bruyamment l'oracle demandé, le tout pour un dollar. La poésie cédait le pas à l'efficacité.

Dans un autre coin de la boutique une caméra à digitaliser permettait contre une somme modique de se faire tirer le portrait, toujours grâce à l'ordinateur, en reproduisant vos traits sur le papier à l'aide d'une adroite combinaison de caractères alphabétiques.

Bien sûr, aujourd'hui toutes ces choses sont monnaie courante, mais à l'époque elles avaient de quoi surprendre le visiteur, même scientifique averti.

Il existait aussi à San Francisco un célèbre magasin de verrerie. Dans la vitrine la lumière se réfléchissait à l'infini dans d'énormes blocs de verre brut subtilement teintés. L'un d'eux, mesurant un bon demi mètre de diamètre, semblait d'une homogénéité et d'une qualité parfaite. Un vendeur m'expliqua que la teinte rosâtre était due à la présence d'une impureté, d'une "terre rare", le néodyme.

- Du verre dopé au néodyme ! n'est-ce pas le matériau qu'on utilise dans les lasers ?

- Oui, et nous le fournissons en quantité appréciable aux gens du Lawrence Livermore Laboratory, nos voisins.

Le lendemain soir un petit bimoteur blanc m'emmena vers ce laboratoire où fut mise au point et assemblée, sous la direction du Folamour américain, Edward Teller, la première bombe à hydrogène.. Il appartenait à une compagnie qui faisait avec cet unique appareil la navette entre Frisco et ce coin de désert. L'avion était si petit qu'il passait sans encombre sous les ailes de ses grands frères les Boeing 747. Après l'atterrissage d'un de ces géants nous dûmes attendre quelques minutes que s'apaise le puissant

---

[1] Hologramme : enregistrement sur une plaque photographique de l'image interférentielle d'un objet éclairé par laser. Ce même film, de nouveau éclairé par laser, produit une image "tridimensionnelle" qui semble flotter dans l'espace.

brassage d'air qu'il avait créé, précaution sage pour éviter de se retrouver sans crier gare cul par dessus tête au moment du décollage.

Je couchais dans un motel triste proche du minuscule aéroport. Le lendemain le chargé des relations extérieures vint m'y cueillir et je lui tendis mes lettres d'introduction.

Janus.

Livermore était à l'échelle américaine, immense. Ca n'était pas un village mais une ville avec ses résidences, son marché et ses usines à découvrir. Tout ne vivait ici que pour et par la science. Nous franchîmes un portail, puis un autre.

- Je vais vous présenter au professeur Alström, le responsable du projet laser de puissance.

- Alström ? mais je le connais très bien, quelle coïncidence ! Il y a onze ans, en 1965, il avait travaillé dans le même laboratoire que moi, à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille.

A l'époque l'aventure des lasers débutait. Il était venu passer quelques temps chez nous pour nous apprendre à les construire. C'étaient alors des petits tubes en verre emplis d'un mélange de gaz rares. On les fermait par deux miroirs dont on pouvait régler l'orientation et dont l'un était semi-transparent. L'énergie était apportée par une petite décharge électrique, dispensée par deux électrodes latérales. Après avoir tripoté quelques minutes les vis de réglage des miroirs, on trouvait la bonne orientation, créant la "cavité résonante". Un fin rayon rouge jaillissait alors comme une flèche de sang. Les uns après les autres les membres du laboratoire étaient venus voir cette lumière nouvelle qui ne se dispersait pas. A des dizaines de mètres elle formait toujours sur une feuille de papier une tache presque ponctuelle.

Je me souviens d'un étudiant qui travaillait dans ce laboratoire à la fin des années soixante, un certain Bernard Fontaine et qui, suivant les indications d'Alström, avait monté ces bébés lasers. Ses gestes saccadés entraîneraient souvent des bris de matériel. Il opérait dans un désordre assez remarquable, ce genre de désordre organisé dans lequel travaillent souvent les chercheurs et dont la structure ne saute pas aux yeux.

Un jour cet animal avait voulu fabriquer un laser fonctionnant avec du cyanure de potassium. Sur le papier cela avait l'air formidable mais, soucieux de rester en vie, tous les membres du laboratoire avaient vivement protesté pour qu'il abandonnât cet inquiétant projet, ce qu'il fit, fort heureusement pour nous. Aujourd'hui ses gestes sont devenus moins vifs, il a perdu quelques cheveux et, toujours entre deux avions, développe des

lasers à ultra-violet pour les militaires, les futurs laser de la guerre des étoiles.

Je reconnus Alström de loin à ses cheveux très clairs.

- Alors, me dit-il, votre cher patron, le professeur Valensi, que devient-il ? Est-il toujours aussi tyrannique ?

- Plus que jamais. Mai 68 lui est passé sur le dos comme de l'eau sur les plumes d'un canard. Comme pas mal d'autres j'ai fini par quitter son laboratoire car il nous faisait une vie vraiment impossible là-bas.

- Aux Etats-Unis les choses sont loin d'être parfaites et souvent dans les labos c'est un peu le western. Mais en France vous avez une qualité de rapports assez particulière, un peu.. médiévale, non ?

- C'est en train de changer. Beaucoup de mandarins sont repartis au vestiaire et les jeunes loups commencent à s'organiser entre eux. Des bandes se forment.

- C'est ce qu'on appelle la démocratie, mon cher.

Pendant qu'Alström me conduisait dans son bureau je me souvenais très précisément du premier jour où j'avais entendu parler de recherche. C'était dans la maison de campagne du comte de Guimereu, en Normandie. Celui-ci avait coutume de prendre de temps à autre des intellectuels en pension pour le week-end, ce qui lui donnait l'impression d'être intelligent. Ce jour là il avait invité le journaliste de l'Express Jean-François Revel, pas trop à l'aise d'ailleurs dans ce milieu assez snob. Très excité par cette vedette de l'époque, le comte, affligé d'un léger bégaiement, arpentait les couloirs en répétant à son propos : "son cerveau est un véritable ca-canon de soixante-quinze".

J'imaginais un intellectuel au sourcil froncé, un canon planté au milieu du front, dans un dessin à la Daumier ou à la Robida, et je me disais que cette image n'était peut-être pas si mauvaise, après tout.

Dans les salons du comte se trouvait un homme laid et maigre et j'appris qu'il s'agissait du mathématicien Kreisl. Je savais qu'il avait passé la guerre à Londres où il avait soigneusement calculé si les pontons du débarquement pourraient résister à l'assaut des vagues Normandes. Je l'abordais.

- En quoi consiste votre travail ?

- En bien je fais de la logique mathématique. Je suis censé appartenir à l'université de Princeton, aux Etats-Unis, dans le New Jersey. Mais en fait je n'y mets jamais les pieds, sauf une fois par an, au moment de la "recollection", lorsque le dean fait son discours devant tout le staff réuni. Là il faut absolument être présent, sinon cela fait mauvaise impression.

- Mais, le reste du temps, que faites-vous ?

-Je me promène dans les universités européennes et je saute les petites étudiantes. De temps en temps je fais un théorème pour qu'on me foute la paix.

- Mais la recherche, ça consiste en quoi ?

- Mon cher, c'est à celui qui vole le premier.

J'avais une vingtaine d'années à l'époque et l'idée de m'enfermer dans un bureau ou dans une usine ne me souriait guère. Cette brève rencontre dans ce salon Normand fut décisive et tout ce que je fis pendant les années suivantes visa à me permettre de rentrer dans ce club assez fermé.

Je retrouvais Guimereu au milieu d'invités. Toujours bégayant, il leur disait avec une lueur de ravissement dans le regard :

- Kreisl m'a dit qu'il avait trou-trouvé ce week end un thé-théorème essentiel.

Je me dis que l'autre avait du lui sortir cela pour le payer de son caviar et de son poulet aux morilles. Je racontais l'anecdote à Alström, qui rit aux éclats.

- Il faut bien se vendre d'une manière ou d'une autre.

Il donna quelques coups de fil pour que je puisse visiter ce qui appelait le "temple". Par la fenêtre du bureau on apercevait un long bâtiment noir comme du jais.

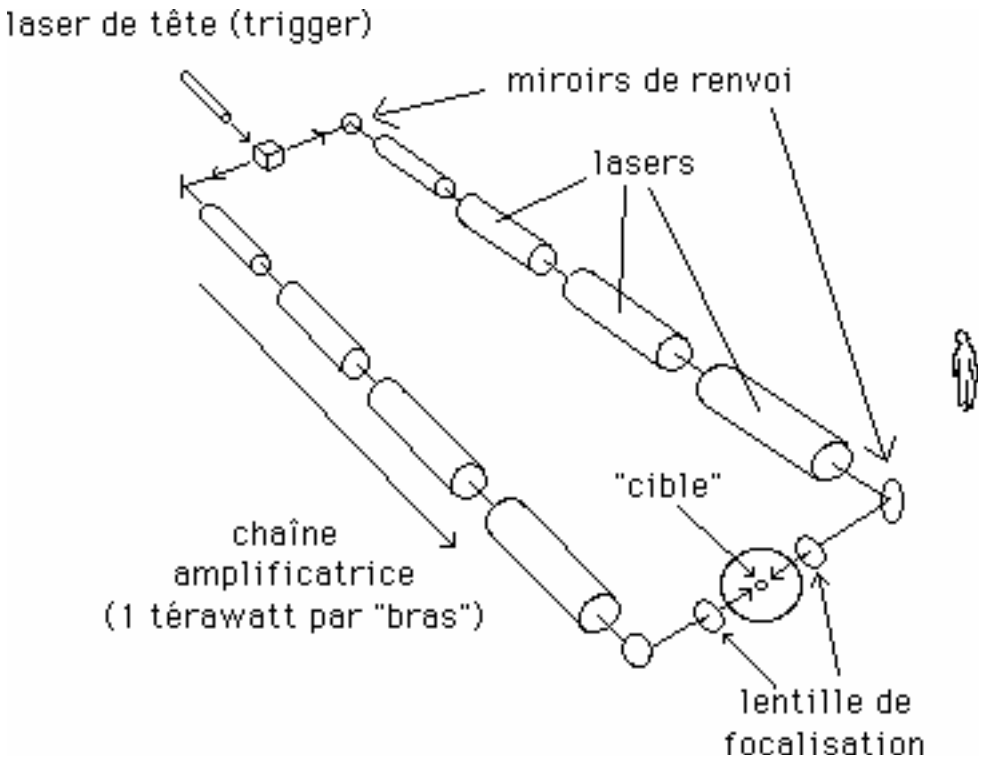
- Va voir l'hydre, elle se trouve dans ce building, là-bas.

Le labo d'Alström ressemblait effectivement à un long parallélépipède noir posé sur le côté, semblable au monolithe d'Arthur Clarke. Il n'y avait aucune fenêtre et l'architecte l'avait entièrement recouvert de plaques de verre pour de simples raisons décoratives. On y entrait par un bout, comme dans une ruche, à travers un sas gardé par des vigiles. Un jeune prêtre en baskets, de moins de trente ans, me servit de Cicérone.

L'intérieur n'était qu'un immense hall aux murs d'un blanc éclatant. Au sol l'hydre-dieu, telle un serpent outremer, déroulait ses anneaux sur une soixantaine de mètres de long, constitués de verre et d'acier.

- Notre premier laser de puissance s'appelait Cyclops. Nous en avons fait fabriquer un autre, semblable. Janus, devant nous, est fait de deux chaînes Cyclops montées en parallèle. Elles ont une source commune qui est ce petit laser qu'on voit là-bas et qu'on appelle le "trigger", la détente. Puis les deux bras de Janus, de l'hydre, se rejoignent en aval dans une chambre d'expérience sphérique.

Nous commençâmes par nous rendre à la source de ce double fleuve de lumière. C'était un laser d'apparence modeste, d'un mètre de long, posé sur une table. Ici naissait la lumière. Engendré par ce trigger, ce laser modeste, le pinceau de lumière laser primaire était partagé en deux à l'aide à l'aide d'un système optique. Les deux rayons cheminaient alors de conserve, à la vitesse de la lumière, en suivant des routes parallèles et traversaient une successions d'amplificateurs luminiques de dimensions de plus en plus impressionnantes.



Représentation (schématique) de l'expérience Janus de Livermore. Un térawaat = un million de mégawatts.

Ceux-ci avaient la forme de cylindres. Chacun contenait quatre disques de verre, ce même verre rose, au néodyme, que j'avais vu dans le magasin de San Francisco, et étaient ceinturés par une batterie de tubes fluorescents. Ces cylindres étaient de plus en plus gros et les derniers de la chaîne, quelques soixante mètres plus loin, faisait un bon demi-mètre de diamètre. De véritables canons à lumière.

Mon guide m'emmena dans un hall voisin qui contenait la source primaire d'énergie, c'est à dire une véritable forêt de condensateurs qui évoquaient le décor de la ville des Krells dans Planète Interdite.

- Voici la batterie qui alimente les tubes au Xénon.

Lors que les condensateurs se déchargeaient en moins d'un millième de seconde les ceintures de tubes fluorescents illuminaient les pavés de verre rose contenus dans les amplificateurs luminiques cylindriques, transformés en fours. Dans le verre les atomes de néodyme, présents sous forme d'infimes traces, stockaient cette lumière. Puis, lorsque le rayon du petit laser de tête, du trigger, traversait ces disques, toute cette énergie était libérée et venait grossir, nourrir le rayon, à la manière d'écluses dont les portes se rompraient les unes après les autres.

Nous allâmes à la fin de ce fleuve de lumière. Le dernier cylindre amplificateur était en miettes et avait visiblement explosé. J'en demandais la raison.

- Les blocs de verre doivent être d'une homogénéité et d'une propreté parfaite, exempts de toute impureté, autre que le néodyme, bien sûr. Si la moindre poussière venait à se coller sur le verre elle représenterait un point d'absorption de l'énergie et celle-ci entraînerait par la suite un échauffement et une tension mécanique qui le briserait aussitôt. Là c'est ce qui a du se passer.

- Vous voulez dire que si un moustique entrait dans un de ces lasers et se trouvait malencontreusement posé sur ces disques ou ces lentilles au moment de l'essai, il ferait immédiatement exploser cet amplificateur ?

- Absolument. Mais il n'y a pas de moustiques chez nous, pas la moindre poussière. Ce laboratoire est en fait le plus propre du monde.

J'imaginais un saboteur pénétrant dans le local avec un moustique caché dans une boite d'allumettes.

Les deux antennes de l'hydre se refermaient en bout de chaîne et leurs gueules circulaires se faisaient face. Deux lentilles terminales faisaient converger ces puissants rayons d'une demi mètre de diamètre sur une bille minuscule d'un quart de millimètre de rayon, un véritable grain de sable, qui était situé au centre d'une chambre sphérique en acier. Mon guide se pencha sur l'un des hublots qui permettait de voir à l'intérieur.

- La cible est une sphère creuse en verre dont la paroi fait moins d'un millième de millimètre d'épaisseur. Elle contient un mélange de deux isotopes de l'hydrogène, de deutérium et le tritium. En fait ce sont de mini bombes à hydrogène que nous essayons d'allumer.

- Mais comment faites-vous primo pour fabriquer ces cibles, secondo pour les remplir du mélange ad hoc ?

- Eh bien on commence par fabriquer des milliers et des milliers de ces sphères de verre, un peu comme on fabriquerait des bulles de savon. La plupart ont des formes irrégulières. On les examine toutes au microscope jusqu'à ce qu'on en trouve une qui ait une forme bien sphérique. Pour la remplir on la met dans une atmosphère, composée de ces isotopes de l'hydrogène, sous pression et les atomes de ce gaz, qui sont très petits, passent simplement à travers la paroi de verre. Il n'y a donc ni bouchon ni soudure. On réfrigère ensuite le tout pour faire se déposer cet hydrogène sur la face interne de la bulle. Puis ont recouvre le tout d'une mince couche de "peinture", à base de matière plastique.

Quand les lasers fonctionnent ils déposent leur énergie dans cette couche qu'on appelle le "pusher", le pousseur. Elle se dilate violemment et comprime l'hydrogène lourd qui est à l'intérieur.

- En somme vous fabriquez des petites supernovae ?

Mon interlocuteur était peu familier des problèmes d'astrophysique. Je lui expliquais que lors des morts violentes d'étoiles leur couche externe explosait en comprimant, par choc en retour, le noyau stellaire et que celui-ci pouvait le cas échéant se muer en ... trou noir.

Nous plaisantâmes sur l'éventuelle possibilité de fabriquer à l'aide de lasers un trou noir de quelques centièmes de millimètres de diamètre qui, en vertu de sa voracité naturelle, pourrait immédiatement se mettre à avaler le laboratoire. Mais les gens de Livermore n'avaient pas de telles ambitions. Atteindre les conditions de la fusion thermonucléaire, faire détoner leur grain de sable-bombe à hydrogène, leur suffisait.

- Mais, en supposant que vous y parveniez, cela doit représenter une production d'énergie fantastique.

- Oui et non. La quantité d'hydrogène lourd est quand même infime dans la sphère cible. Chaque explosion dans la chambre d'expérience équivaudrait à celle d'un bon gros pétard, sans plus. On envisagerait bien sûr, en cas de succès, d'en faire exploser une dizaine par seconde, ce qui représenterait la puissance d'une centrale nucléaire.

- En somme, cela marcherait comme un moteur deux temps. Admission, compression, fusion, détente.

- Sauf que le piston est fait de lumière.

J'imaginais une sorte de vélosolex thermonucléaire dont le premier coup de pédale vous propulserait à une vitesse quasi relativiste.

- Au fait, arrivez-vous à provoquer des réactions de fusion ?

- Pas encore. La température atteinte en fin de compression n'est pas assez élevée. Mais il ne faut pas s'illusionner, le but de cette recherche est surtout militaire, sans quoi nous n'aurions jamais reçu un tel paquet de dollars. Ces systèmes à énergie dirigée sont les préfigurations de futurs détonateurs de bombes thermonucléaires.

- En somme vous êtes des sales gosses qui jouent avec les allumettes ?

- Exactement.

- Mais pourquoi cela coûte-il si cher ? Il n'y a que du verre et des condensateurs après tout.

- Les disques de verre dopé au néodyme qui servent à accumuler l'énergie lumineuse doivent être taillés avec la même précision que celle qu'on apporte à la confection des miroirs des télescopes. La surface doit être plane à une fraction de millième de millimètre près. Et vous avez vu combien il y en a ....

Nous allâmes déjeuner à la cafeteria. J'y retrouvais un Français, ingénieur au commissariat atomique que j'avais entrevu il y a des années, quelque part, je ne savais plus très bien où. Il devait s'appeler Francheyard ou Franchouillard. Cravate noire, chemise blanche, cheveux châtain foncé et physique à la François Périer. Il fut surpris de ma visite du matin.

- Alors ils vous ont montré Janus. Mais comment avez-vous fait pour pénétrer dans ce saint des saints de Livermore ?

- Je connaissais Alström personnellement.

- Ah, c'est toujours pareil avec ces Américains. Ils ont leurs têtes. S'ils vous ont à la bonne ils vous promènent partout, sinon rien à faire. Moi je suis ici depuis six mois et je n'ai pratiquement rien vu d'autre que les quatre murs de mon bureau.

Nous parlâmes de ce verre au néodyme. Je lui demandais si celui que j'avais vu dans le magasin de San Francisco pouvait être le même que celui utilisé dans les lasers.

- Pas impossible. Vous savez, l'Amérique, au point de vue secret, ressemble à un tunnel dont une seule entrée serait sévèrement gardée. Si cela était le cas il suffirait aux probablement aux Soviétiques d'acheter un lot de cendriers, puis de les tailler chez eux, pour faire des lasers aussi puissants.

- Vous croyez qu'ils le font ?

- Il ne faut pas s'imaginer que les scientifiques Soviétiques vivent dans des isbas, travaillent avec des postes à galène et ne progressent qu'en volant les secrets occidentaux. Ca c'est le vieux fantasme. Je crois que dans ce type particulier de technologie ils n'ont pas grand-chose à apprendre des américains.

Alström arriva.

- Je t'ai arrangé quelque chose avec Fowler cet après midi. On se verra ce soir chez moi. Je donne une party, viens. Là il faut que je file voir Nuckhols au computer. Pas le temps de manger, désolé...

- Pas le temps de manger ! grommela mon voisin entre ses dents.

Il mastiquait chaque bouchée interminablement à la manière d'un escargot s'acharnant sur une feuille de salade. Je lui demandais qui était ce Fowler.

- Ici ils sont tous sur la fusion. Alström s'occupe de ce que vous avez vu ce matin, c'est à dire de la fusion par laser. Fowler est la patron de la fusion par confinement magnétique. C'est lui qui a construit Ying-Yang et Base-Ball. Ce sont deux très grosses manips basées sur des solénoïdes qui créent un très fort champ magnétique de confinement. Celui-ci est censé emprisonner le plasma[2] que l'ont tente de chauffer par les moyens les plus divers. Nous avons des choses de ce genre au CEA de Fontenay aux Roses, mais évidement en beaucoup plus petit.

---

[2] Un plasma est un gaz extrêmement chaud où les atomes ont perdu leurs électrons. C'est un mélange de noyaux et d'électrons libres.

Ying-Yang et Base-Ball

Je laissais mon compatriote finir son interminable repas pour aller rejoindre ce hall des "bouteilles magnétiques". Ying-Yang faisait cinq ou six mètres de diamètre et je ne sais combien de dizaines de tonnes. Des hommes s'affairaient autour de lui comme des fourmis autour de leur reine. On pouvait passer tout autour et au-dessus à l'aide de passerelles. Par les orifices, les servants de ce Moloch, de cette chaudière, jetaient tout ce qu'ils pouvaient, pêle-mêle : micro-ondes, faisceaux de particules neutres. Mais elle s'étouffait vite, trop vite.

Fowler m'expliqua que la très forte chaleur régnant dans ce "four", plus de dix millions de degrés, faisait, malgré la puissance de la barrière magnétique, légèrement s'évaporer le métal des parois.

- Ces atomes lourds qui viennent polluer le mélange de fusion, l'hydrogène à très haute température, nous embêtent bien. Ils émettent du rayonnement à tout va et constituent une véritable hémorragie d'énergie. Il se produit un refroidissement radiatif très rapide car un nombre infime d'atomes arrachés aux parois suffit à refroidir le plasma de fusion. Nous sommes là comme des primitifs, occupés à souffler à plein poumons sur ces braises. Mais le feu ne veut pas prendre, du moins pas encore.

Je pensais à la guerre du feu. Ce qui est irritant quand on essaye quelque chose, c'est qu'on ne sait pas si ça peut marcher vraiment, et si oui, quand ça va marcher. Les gens qui se sont orientés vers la fusion ont monté des manips dès l'après guerre et ont été quelque peu déçus. La mise au point de la bombe avait été très rapide. Deux ans, trois ans tout au plus. Le premier réacteur nucléaire à fission, monté par l'italien Fermi, avait fonctionné aussi du premier coup, sous les gradins du stade de l'université de Chicago. Mais la fusion résistait diablement depuis trente années. Il est facile de chauffer un gaz par induction, comme on chauffe un plat à l'aide d'un four à micro ondes dans un restaurant de supermarché. Le problème c'est le récipient. Aucun métal, aucune céramique, ne résisterait à cent millions de degrés. Le seul récipient possible c'est le champ magnétique. Les particules chargées fuient les régions où le champ magnétique est élevé. Par exemple, la Terre se protège naturellement du flux de particules, d'atomes ionisés expédiés en continu par le soleil, grâce à son champ magnétique. Ce champ empêche ce "vent solaire" de traverser l'atmosphère. S'il n'y avait pas cet écran magnétique protecteur les êtres vivants subiraient un véritable bombardement dommageable pour leurs cellules.

Ces particules sont canalisées le long des lignes de forces du champ magnétique autour desquelles elles s'enroulent selon des trajectoires en spirale. Elles convergent alors vers les pôles nord et sud. Mais au voisinage de ces pôles magnétiques le champ, devenant plus intense, les force à

rebrousser chemin. Elles entament ainsi un mouvement de va et vient qui les fait rebondir d'un pôle à l'autre comme sur des raquettes de tennis. Ces particules, qu'on dit alors piégées, constituent ce qu'on a appelé les ceintures de Van Allen.

Quand les particules sont trop énergétiques, trop rapides, par exemple lorsqu'elles sont émises, à partir d'une tache solaire, dans une phase de violente activité de l'astre du jour, elles arrivent à franchir cette barrière magnétique, touchent les hautes couches atmosphériques, excitent leurs molécules qui émettent de la lumière et on obtient ce qu'on appelle une aurore boréale.

J'avais vu quelques années auparavant au commissariat atomique de Fontenay aux Roses, près de Paris, une manip très simple. Dans une enceinte où régnait le vide on avait disposé deux grosses bobines de cinquante centimètres de diamètre, selon un axe commun. On faisait passer le courant dans l'une d'elles tandis qu'on tirait à travers la seconde une petite bouffée d'atomes à l'aide d'un canon à plasma. Ceux-ci rebondissaient sur le champ créé par la première bobine. On se dépêchait alors de mettre en fonction la seconde pour constituer la seconde "raquette" de ce va et vient. Mais ça ne marchait pas très bien. Les atomes fichaient rapidement le camp par les côtés.

A Livermore il y avait dans un énorme blockhaus construit juste après guerre, dont les murs faisaient dix mètres d'épaisseur, et qui s'était au fil du temps transformé en véritable musée de la fusion soit disant contrôlée. On y trouvait des machines à l'abandon, couvertes de poussière, qui témoignaient de maints essais infructueux sur des configurations toutes différentes. Elles portaient des noms variés. Un des chercheurs, après ces débuts problématiques, avait même baptisé l'une d'elles le Perhapstron. On perçoit l'humour de cette dénomination quand on se rappelle qu'en Anglais perhaps veut dire « peut-être »...

Le Russe Sakharov imagina le premier avec son collègue Tamm la configuration toroïdale qui devait donner naissance au célèbre Tokamak. Une chambre à air de voiture a la forme d'un tore. Cette idée fut ensuite développée expérimentalement en URSS par un autre académicien, Artsimovitch, puis reprise dans toutes les places fortes scientifiques du monde. Mais à Livermore on travaillait sur une autre géométrie.

- Le tore, c'est très joli, disait Fowler, c'est compact, fermé. Mais tôt ou tard il faut entrer ou sortir, pour faire des mesures, pour injecter de l'énergie, ou l'extraire. Il faut alors ménager des fenêtres c'est à dire créer des ruptures dans cette géométrie magnétique bien lisse.

Ying-Yang était une configuration semi-fermée. Les deux gros solénoïdes évoquaient la forme de deux mains enserrant un œuf dans lequel on essayait de refaire le monde.

Fowler recherchait un chauffage additionnel à l'aide de particules neutres très énergétiques, injectées latéralement par des sortes de chalumeaux.

Ici on travaillait sur des chaudières toriques, là sur des fours en forme de mains. Alström cherchait à recréer une mini-étoile mais personne, finalement, ne savait très bien quelle était la meilleure solution. Nous allâmes visiter Base Ball. Le dessin de sa bobine unique évoquait cette fois parfaitement la couture qui ferme ces balles de cuir. A lui seul cet électro-aimant représentait le stockage d'une assez fabuleuse quantité d'énergie. De quoi raser le laboratoire. Base Ball était un solénoïde supraconducteur. Dans des fils fins comme des poignées de cheveux circulaient des millions d'ampères. Un entourloupe de mécanique quantique, découverte au début du siècle, faisait que cet ensemble, baignant dans quelques mètres cubes d'hélium liquide à moins deux cent soixante degrés au dessous de zéro avait la bonté de ne pas dégager de chaleur. Je demandais à Fowler :

- Que se passerait-il si dans cet enchevêtrement, quelque part, cette supraconduction était abolie ?

- Toute l'énergie serait immédiatement convertie en chaleur et comme la machine ne serait pas capable de l'évacuer, elle exploserait.

- Quand vous avez construit Base-Ball, père de Ying Yang, personne n'avait jusque là fait d'électro-aimants supraconducteurs aussi gros. N'y avait-il pas un risque sérieux que tout explosât au premier essai ?

- Mon cher, en matière de recherche, c'est parfois plus une question de courage que d'intelligence.

Je me souvenais effectivement de quelques jolies explosions de solénoïdes dans l'institut où j'avais travaillé dix ans plus tôt. C'étaient des objets minuscules à côté de tels monstres mais le fait d'y injecter cinquante mille ampères nous incitait quand même à piloter les expériences à partir du couloir. Quand ça n'explosait pas on était content. Quand ça explosait on balayait les débris et on reconstruisait le tout.

Même quand ça n'explosait pas des choses imprévues pouvaient arriver. Un jour par exemple nous avions voulu faire des mesures avec un laser et l'un d'entre nous avait placé les éléments optiques sur un rail de fer, lentilles et miroirs étant fixés sur des supports munis d'aimants permanents. Personne ne se trouvait à proximité lorsque nous fîmes le premier tir et fort heureusement, car le fort champ magnétique, agissant sur ces supports magnétiques, les projeta dans le mur. Si nous avions été à proximité, nous les aurions pris en pleine figure.

Un champ magnétique, cela ne se voit pas, cela ne se sent pas. Une autre fois des huiles de Paris étaient venues visiter le labo. Pour des questions de standing ces gens avaient affrété un avion spécial qui s'était posé juste à côté du laboratoire, lequel se trouvait sur l'aire de l'aéroport de Marignane.

L'arrivée de cette commission d'inspection fut très réussie. Notre directeur, malgré sa petite taille, s'avança majestueusement vers ses visiteurs mais comme personne n'avait pensé à amener une échelle, celui-ci resta pendant une bonne demi-heure comme un idiot, alors que les autres ne savaient pas s'ils devaient sauter ou non.

L'un de ces VIP, un polytechnicien très distingué, était particulièrement assommant. Il tint à ce que nous chargions les condensateurs et que nous les déclenchions le champ magnétique devant lui. Je remarquais qu'il portait une montre de prix et j'avoue que j'eus la malice de ne pas lui suggérer de la retirer. Comme son armature interne était en acier, il doit depuis s'en servir pour ramasser les épingles.

Lors des visites de labos il est parfois nécessaire de prendre certaines précautions qui ne semblent pas évidentes au non spécialiste. Je me souviens pas exemple de la visite d'une chambre à bulle, qui comporte un très fort champ magnétique. Celui-ci, agissant sur un trousseau de clef qu'un des visiteurs portait dans une de ses poches de pantalon lui donna en toute innocence pendant la visite une allure quelque peu indécente.

Les systèmes qui comportent des courants à très haute fréquence exigent que l'on se débarrasse de tout ce qui pourrait de loin ou de près ressembler à une spire, comme un collier ou une alliance. Un jour un chercheur avait simplement approché sa main d'un système HF. L'alliance qu'il portait à l'annulaire provoqua un violent "couplage inductif", se transformant instantanément en mini-four à induction. Il ne sentit rien mais vit son doigt tomber comme une fleur coupée, à la fois sectionné et cautérisé. On imagine ce qui se serait passé s'il s'était agi d'une femme porteuse d'un collier en argent massif, métal fortement conducteur de l'électricité.

Je pris congé de Fowler. Cette visite dans un des hauts lieux de la fusion me laissait rêveur. Ils étaient tous prêts chacun dans leur coin pour le grand jour. J'avais remarqué que Ying Yang était entouré d'épais murs de plomb capable d'absorber un éventuel dégagement de radioactivité. Mais trente années avaient passé. Les cheveux de Fowler avaient blanchi et la fusion contrôlée s'était à chaque fois éloignée comme un mirage du désert. Il était embêté par des arrachements d'atomes aux parois, Alström s'efforçait, grâce aux calculs de Nuckhols, de comprimer sa mini étoile sans à-coups. Ces labos étaient-ils des bastions avancés où s'établissait le contact avec un inconnu brûlant ou des forteresses semblables à celle du désert des Tartares ?

Résoudre les problèmes n'est au fond pas grand chose. C'est comme creuser la roche avec un pic dans un matériau plus ou moins résistant. Le problème est de savoir si on creuse réellement dans la bonne direction. Comment ont fait nos ancêtres pour recréer le feu ? Il leur a fallu d'abord

croire qu'ils pouvaient par eux-mêmes déclencher cette magie, sans attendre que la foudre ne s'en charge. Je ne crois pas qu'un bushman allumant un feu ait eu un instant conscience qu'il faisait de la physique ou de la chimie. Cela devait être conçu comme un rituel et peut-être associé à des prières et incantations. Les silex frappés par accident crachaient des petites étincelles semblables aux escarbilles des foyers. Il était donc logique de penser que ces pierres contenaient une vertu luciférine. Mais qui pensa la première fois qu'en frottant longuement deux bois l'un contre l'autre on pouvait parvenir au même résultat ? Voilà un bien grand mystère.

La recherche est une sorte d'archéologie où, en creusant, on cherche à mettre à jour non le passé mais l'avenir.

Alström avait une maison très agréable. C'était le printemps et il faisait une température assez douce dans ce désert. Il avait invité une vingtaine de personnes et se côtoyaient là des patrons de services, des secrétaires, des épouses résignées et des étudiants ressemblant à des collégiens. Il m'entraîna dans le jardin.

- Alors, tu as vu Janus, c'est une belle bête, non ?

- Impressionnant.

- Sais-tu quelle est sa puissance de crête, lorsqu'il donne à plein ?

- Non.

- Un térawatt par bras. Deux térawatts en tout. Deux millions de millions de watts.

Je me souvenais que téra voulait dire monstrueux en grec et calculais mentalement que ceci devait correspondre à la puissance collectée par un miroir solaire de trente kilomètres de diamètre. Lors du siège de Syracuse on prétend qu'Archimède aurait enflammé les voilures des galères ennemies avec des miroirs de bronze d'un mètre de diamètre. Alström, lui, voulait enflammer des noyaux d'atomes. Je me pris à penser tout haut :

- Avec mille watts on chauffe une petite chambre, avec un mégawatt, un million de watts, on chauffe un million de chambres, c'est à dire une ville. Avec un térawatts, c'est à dire un million de mégawatts, on chaufferait un million de villes. En somme, à chaque essai, tu manipules une énergie comparable à celle que les habitants de la planète utilisent pour chauffer leurs logements. Franchement, on a du mal à comprendre tout cela du premier coup.

- Il ne faut pas confondre puissance et énergie. Si Janus développe un térawatt de puissance lumineuse il ne faut pas oublier qu'il ne fonctionne que pendant dix milliardièmes de seconde. Calcule l'énergie, cela fait à peine dix mille joules, c'est à dire ce que contient... une tasse de thé !

Je me souvenais effectivement que j'avais fait des calculs semblables dix ans plus tôt. Nous avions construit des générateurs électromagnétiques qui convertissaient directement en électricité l'énergie d'un explosif. Le générateur lui-même était une petite tuyère de dix centimètres de long et de vingt cinq centimètres carrés de section. L'appareil complet avait la forme d'un canon dont nous étions les artilleurs. Il avait une lourde culasse d'acier que nous reculions entre chaque essai sur un chariot muni de roulettes. Dans cette "cartouche" on introduisait un mélange de gaz combustibles, à savoir de l'hydrogène et de l'oxygène. A l'extrémité du canon se trouvait un gros solénoïde branché sur une puissante batterie de condensateurs. On actionnait le canon en même temps que se déchargeait la batterie, la commutation étant assurée par un interrupteur de locomotive électrique bricolé dans lequel passaient plus de cinquante mille ampères. Le canon, long de six mètres, permettait d'envoyer à deux kilomètres par seconde un "projectile" de cinquante centimètre de long qui était en fait une "carotte" de gaz comprimé porté à très haute température. Lorsque cette masse gazeuse passait dans l'entrefer de l'électro-aimant le générateur crachait deux mégawatts. Rien de mystérieux dans tout cela. Un générateur électrique n'est jamais qu'un système qui convertit de l'énergie cinétique en électricité, que celle-ci provienne d'une chute d'eau ou de l'expansion d'un gaz dans une turbine. Dans une dynamo cette énergie est stockée dans une pièce mobile qui est un rotor métallique. Dans ce type de générateurs, dit magnétodynamique[3], inventés par l'Anglais Faraday, la pièce mobile est tout simplement ... un gaz très chaud.

L'ensemble avait un temps de fonctionnement d'un vingtième de millième de seconde. Je me rappelle quelle avait été ma surprise de constater un jour que cela ne représentait finalement de quoi faire marcher une lampe de bureau pendant... une seconde. Alström avait une énergie de départ cent fois plus grande et le temps de fonctionnement était cinq mille fois plus court. Tout cela cadrait. Mais ce qui surprenait c'est qu'en jouant là- dessus on arrivait finalement à des puissances comparables à ce que l'homme mettait en jeu quotidiennement sur l'ensemble de sa planète.

Dans ce jardin nous discutions comme des personnages d'un roman de Jules Vernes, comme ces membres du Reform Club dans le livre De la Terre à la Lune. Nous n'étions pas dans un club Anglais mais dans une party bien américaine où chacun déambulait avec sa boite de bière ou son verre en carton empli de whisky.

Alström me rejoignit.

---

[3] Ces canons à électricité furent pas la suite repris et développés en secret pour alimenter, dans des stations de tir orbitales, les lasers et les canons à électrons de la guerre des étoiles.

- Tu as vu le grand bâtiment en cours d'achèvement derrière le hall de Janus. On y abritera Shiva qui sera constitué de vingt quatre bras d'un térawatt chacun. Cela fera vingt quatre millions de millions de watts. Il faudra que cela fusionne ou que cela dise pourquoi, comme vous dites, vous les Français.

- Mais ces lasers au néodyme n'ont qu'un rendement d'un pour cent, dit-on. Cela fait quand même pas mal d'énergie à stocker, non ?

- Dans les condensateurs ? Il y a juste de quoi te faire chauffer un bain, mon vieux.

Nous passâmes à table. J'avais la tête farcie de térawatts, de mégajoules et de nanosecondes qui y menaient une véritable sarabande. Jamais je n'aurais imaginé, en voyant nos petits lasers d'il y a dix ans, qu'ils auraient pu devenir sans crier gare de tels monstres. Cela avait quelque chose de fascinant et d'inquiétant à la fois. Il me semblait qu'il allait falloir un peu de temps pour s'habituer à tout cela. En dix ans la puissance des lasers avait été multipliée par un million, en accroissant leur taille et l'énergie brute disponible, mais surtout en jouant sur la concentration de la réémission d'énergie dans le temps, en diminuant la durée des impulsions.

A priori il n'y avait aucune raison pour que cela ne continue pas. On pouvait faire laser des tas de matériaux et apporter l'énergie par des tas de procédés et les condensateurs n'étaient d'ailleurs certainement pas la façon la plus compacte de la stocker.

Mon ami Meyer, qui enseignait la philosophie à la faculté des lettres d'Aix en Provence , m'avait expliqué jadis que le phénomène technologique était basé sur le principe du relais. A une époque donnée telle technique correspond à une performance donnée et à une croissance donnée, laquelle dépend par exemple des matériaux utilisés. Prenons par exemple le domaine des moyens de calcul. Quand j'étais étudiant on était limité au papier crayon, à la table de logarithme et à la règle à calcul. Je me souviens de travaux pratiques interminables où on passait un temps fou à compulser des tables remplies de chiffres.

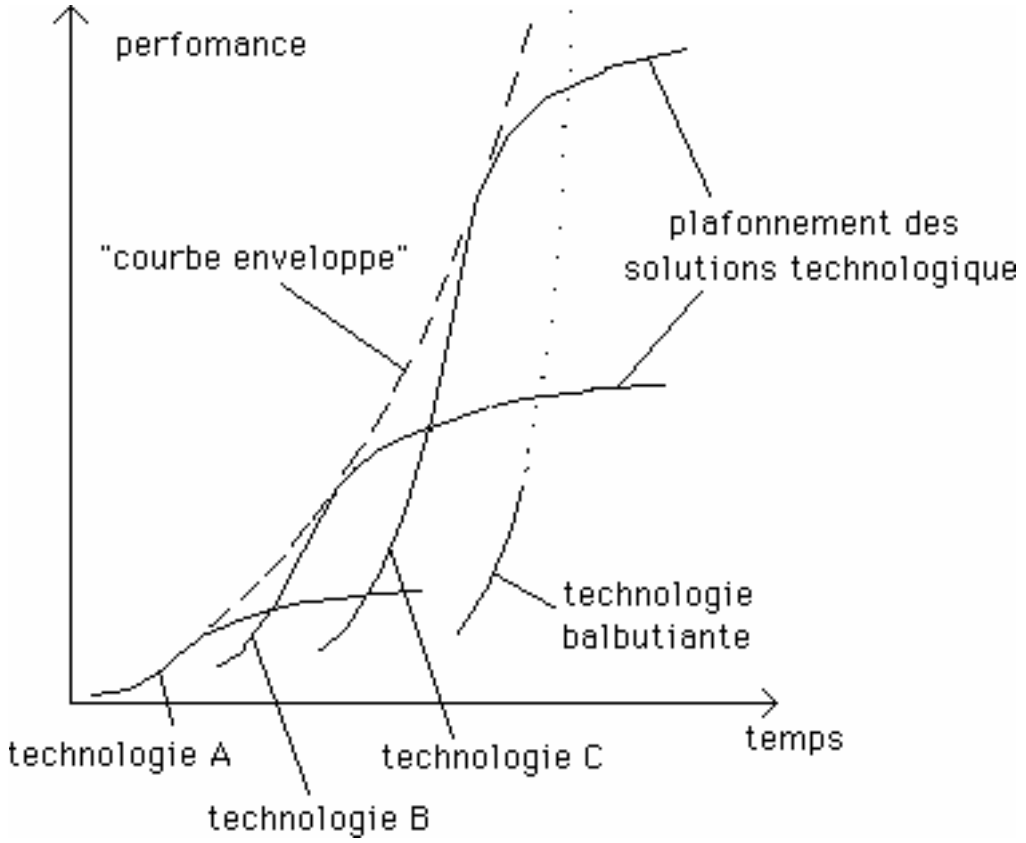
Quand j'entrais à l'Ecole Supérieure de l'Aéronautique de Paris, nous avions des machines à calculer mécaniques. Le haut de gamme était une machine Monroë qui calculait des racines carrées et dont le prix était équivalent à dix millions de nos actuels centimes. Elle comportait des centaines et des centaines de rouages délicats. Quand elle fonctionnait en crépitant sur un bureau trop lisse, elle se.. déplaçait.

C'était l'issue d'une évolution qui avait débuté avec première machine à calculer inventée par Pascal. Il était évident que cette technologie atteignait son plafond, à la fois en capacité et en vitesse. Prévoir un avenir basé sur cette technique de calcul eut été illusoire. Vinrent alors les machines "tout électrique" où les rouages étaient remplacés par des condensateurs, des

selfs et des résistances. Le gain de vitesse était considérable. Mais on assemblait encore ces machines à la main. Les composants électriques standards étaient montés par des ouvriers sur des cartes, sur des circuits imprimés, puis soudés au fer, à la main.

En représentant graphiquement l'évolution de ce phénomène calcul on pourrait par exemple mettre en abscisse le temps et en ordonnée quelque chose combinant le nombre d'opérations par seconde et la capacité mémoire, rapporté au volume de la machine ou à son coût de fabrication. Une sorte de rapport qualité-prix. En partant de la machine de Pascal on obtiendrait une certaine courbe de croissance avec un plafonnement vers les années cinquante. Sur le même graphique on pourrait alors porter les mêmes paramètres, mais concernant des calculateurs à composants électriques, c'est à dire en fait les premiers ordinateurs. Cette courbe prendrait naissance vers 1943-1945 avec une croissance rapide, suivie également d'un plafonnement aux alentours des années soixante.

Resterait à introduire l'apparition d'une nouvelle technologie, celle du microprocesseur. Ici, saut qualitatif, différence essentielle : les composants de la machine ne sont plus montés à la main mais directement "sculptés" sur un support de silicium, à la vitesse de la lumière, par un pinceau laser. Le microprocesseur n'est même plus démontable ou réparable puisque ses éléments ne mesurent plus que quelques millièmes de millimètre. Nouvelle montée vertigineuse de la performance et du rapport qualité-prix.



Le thème du "relais technologique" de François Meyer

Les trois courbes de croissance se superposent et à chaque fois une technologie prend le relais de la précédente. Extrapoler l'une d'elles pour prévoir l'avenir aurait été à toute époque une complète erreur, que font semble-t-il avec insistance tous nos futurologues depuis des décennies.

Je voyais soudain dans le laser l'émergence d'une technologie relais dont les paramètres pouvaient s'appeler puissance ou plus précisément densité d'énergie par unité de volume. Le saut n'était somme toute pas plus gigantesque que celui qu'avait représenté le passage du calculateur mécanique au microprocesseur.

Restait à savoir ce qu'on allait faire de tout cela. Des "bougies" pour moteur deux temps à fusion, des détonateurs de bombe, ou quoi ?

Alström me tira de ma rêverie.

- Ici tu devrais aller voir John. Il n'est pas là ce soir mais il fait des choses intéressantes avec les électrons.

Le lendemain j'étais chez John. C'était un grand maigre pas très accueillant, le genre de type qu'on a toujours l'impression de déranger. J'essayais de lui tirer les vers du nez, mais cette fois cela n'avait pas l'air facile.

- Il parait que vous essayez de tirer des pinceaux d'électrons très rapides avec vos "venitian blinds" (le dispositif qu'il utilisait évoquait effectivement une succession de stores vénitiens).

- Hein ! Comment savez-vous cela ?

- Eh bien j'ai vu des photos en couleur dans le hall de l'entrée principale.

- Quoi ! dans le hall ?

Il me remorqua presque en courant dans l'escalier de fer et nous nous engouffrâmes dans sa voiture. Nous traversâmes le centre de recherche de part en part, ce qui nous prit dix bonnes minutes. Livermore, c'est immense. Les photos étaient là, en bonne place dans l'entrée, accompagnées d'un commentaire relativement détaillé. John les regarda avec des yeux ronds et partir d'un petit rire sec.

- Savez-vous quoi ? J'ignorais totalement ce fait. On nous a toujours dit que ce projet était secret et moi, comme un imbécile, je rangeais tous les documents s'y référant dans mon coffre, chaque soir. Et voilà que je trouve tout cela, étalé au grand jour dans le hall de l’entrée nord, depuis des mois.

- Vous n'aviez jamais vu ces photos ?

- Il y a plusieurs entrées à Livermore. Ca c'est l'entrée nord que je n'emprunte jamais puisque j'habite au sud. Vraiment, c'est incroyable...

L'anecdote est parfaitement authentique. Mais on verra que ce genre de mésaventure est plus fréquent qu'on ne le pense, surtout aux Etats-Unis.

DE LIVERMORE A SANDIA

La dernière étape de mon voyage aux Etats-Unis passait par le laboratoire Sandia, gros complexe scientifico-militaire implanté dans le désert du nouveau Mexique à proximité de la ville d'Albuquerque. L'avion faisait une escale à Las Vegas où mes frais de mission ne me permettaient malheureusement pas de séjourner.

L'avion était rempli de joueurs. Certains, whisky à la main, tapaient furieusement le carton. D'autres jouaient aux dés et la carlingue ressemblait à un tripot. Les Texans se signalaient par leurs immenses chapeaux et à leurs bottes ouvragées.

Lorsque nous arrivâmes à la capitale internationale du jeu l'avion se vida. Le dernière image que j'emportais de Las Vegas fut celle d'une vieille dame enfournant machinalement des pièces d'un dollar avec un regard éteint dans une des innombrables machines disposées dans le hall de transit.

Je repensais à ma visite à Livermore. Les Américains ne fonctionnaient décidément pas comme nous. Dans nos pays occidentaux nous souffrons d'une espèce de complexe de pays en crise. Dès les bancs de l'université on inculque à l'aspirant chercheur que la recherche est un luxe coûteux, inutile, non rentable. Avant même de commencer son métier il ne peut se défaire de son image de marginal. Le doute s'installe en lui.

Le doute n'existe pas aux Etats-Unis et c'est ce qui fait la force de ces gens qui ne sont ni plus malins ni, si on compare avec l'ensemble du produit national brut Européen, plus riches que nous. Au fond rien ne disait que Fowler ou Alström allaient réussir leurs entreprises, mais quoi qu'il en soit ils y croyaient. Cela faisait partie du jeu.

Qu'est-ce qui avait donné aux Américains cette confiance dans le pouvoir de la science ? (en employant le mot science par opposition à la technologie qui n'est qu'une gestion du savoir scientifique acquis). La réponse est sans doute dans la bombe atomique. Elle marque un tournant. Avant cela la science de haute volée était une sorte de jeu, de rituel. Le monde était bien sûr transformé petit à petit par les découvertes, mais avec un retard appréciable. Le lien direct n'était pas immédiat et souvent non apparent. Les scientifiques qui cherchaient à percer les secrets de la matière avaient l'impression de travailler dans des domaines qui ne trouveraient leur application qu'une ou plusieurs générations plus tard. La connaissance pouvait être considérée comme une fin en soi et la communauté scientifique était en général dépolitisée, désengagée. Le petit peuple de la science se rencontrait un peu partout dans le monde en formant une caste à part.

La révolution scientifique du début du siècle.

Le monde entier connaît le nom d'Albert Einstein et sa célèbre formule liant masse et énergie. il est vrai qu'on peut le considérer comme l'initiateur de cette révolution scientifique du vingtième siècle qui fit sortir les savants de leurs tours d'ivoire.

Avant la première guerre mondiale la science vivait sur le solide acquis des siècles passés. L'édifice de la physique mécaniste, déterministe, était achevé. Il avait permis par exemple de calculer avec précision les trajectoires de planètes dans le ciel, rompant ainsi avec les anciens mythes. Jadis Newton avait découvert la gravitation, mais il croyait encore que Dieu intervenait de temps en temps pour assurer la stabilité des orbites planétaires en remettant périodiquement les astres dans le droit chemin. Ce fut Laplace qui scella le déclin de la présence de la religion dans la science en montrant que le calcul seul pouvait rendre compte de l'harmonie des choses du ciel. A Bonaparte qui, à la Malmaison, lui demandait, à la manière de Jacques Chancel :

- Et Dieu, dans tout cela ?

Il répondit simplement qu'il n'avait pas eu besoin de cette hypothèse dans ses calculs.

La mécanique et l'électromagnétisme permettaient de créer un nombre infini de machines. La thermodynamique avait donné naissance à la machine à vapeur. Les chimistes avaient créé un principe directeur : rien ne se perd, rien ne se crée. Avec une telle boite à outils, aussi riche de certitudes, aussi opératoire, la religion et l'alchimie, en tant que démarches cognitives, n'avait plus eu qu'à partir au vestiaire.

L'éducation est une école de conformisme. Elle prépare les gens à tout finalement sauf à faire des découvertes scientifiques. Il est bien connu qu'Einstein avait mal digéré la sienne. Etant tout jeune enfant on raconte qu'il était même incapable d'attraper une balle qu'on lui lançait, signe qu'il avait a priori un certain retard dans la perception de l'espace et du temps, qu'il combla ultérieurement avec un certain brio.

Faut-il s'étonner que les grands découvreurs soient souvent des gens mal à l'aise dans la société à laquelle ils sont censé appartenir ? Peut-on réellement trouver quelque chose de neuf en refaisant des gestes séculaires, en acceptant sans mot dire les numéros que nous sert la science, vieille coquette allant de liftings en liftings et tentant sans cesse de nous convaincre, à force de maquillage, qu'elle est restée jeune et belle ?

Il existe des théories psychanalystes sur la démarche de recherche. J'ai entendu un jour dire que les chercheurs seraient au départ des enfants qui, pour une raison ou pour une autre, auraient manqué d'information sur la "scène primitive" et qui se seraient demandés pendant des années " mais fichtre, comment font-ils ? ". Plus tard, même après avoir acquis cet indispensable complément d'information, cette attitude de recherche se conserverait. Ma foi, pourquoi pas ? Quand on dit que les chercheurs sont de grands enfants, c'est peut-être effectivement une chose à prendre à la lettre.

Innover passe par une contestation de ce qui existe déjà. Einstein était un contestataire tous azimuts. Mettant en doute systématiquement ce qui lui était enseigné , refusant par ailleurs dès son jeune âge de subir un entraînement paramilitaire, en usage dans les écoles sous contrôle Prussien, il se fit mal noter, puis mettre à la porte avec une étiquette d'asocial. Seul un être aussi à part, qui sur la fin de sa vie continuait à se passer de chaussettes, pouvait rejeter de la sorte le poids des évidences.

Avant Einstein l'univers était un grand vide peuplé de petites billes dures, les atomes. Leur premier découvreur, un paquet de siècles plus tôt, à l'époque où le microscope n'existait pas, avait été le philosophe Lucrèce, auteur d'un ouvrage intitulé De Natura Rerum, de la nature des choses. Celui-ci nous donne d'ailleurs un excellent exemple de pensée sauvage, analogique. Frappé par la ressemblance entre des écoulements d'eau et de sable il avait eu l'idée assez folle de vouloir vérifier si le principe d'Archimède sévissait dans ce second milieu.

Au fond, cela ressemble à une histoire de fous où l'un dirait à l'autre :

- Passe-moi ton bac à sable que je voie si le principe d'Archimède marche là-dedans.

Pour ce faire donc, il avait placé successivement un morceau de métal et un fragment de bois léger dans un récipient empli de sable fin. Il s'aperçut alors en frappant contre les parois et en permettant aux grains de sable de se mouvoir les uns par rapport aux autres, que le métal "coulait" au fond alors que le bois remontait à la surface. Il se trouve que j'ai refait il y a quelques années pour la télévision une telle expérience en utilisant le sable très fin que l'on trouve à Fontainebleau, un morceau de plomb et une balle de ping-pong. Il faut avouer que la chose était fort spectaculaire. Il suffisait d'enfouir la balle de ping-pong sous la surface du sable et de poser le plomb dessus. Puis en secouant le bac, le morceau de métal "coulait", tandis que la balle jaillissait vivement du sable.

Lucrèce alla jusqu'à essayer avec des sables différents et montra que plus le grain était fin, plus le phénomène était évident. Il en déduisit fort logiquement que l'eau devait être une sorte de sable d'une extrême finesse.

Dans son ouvrage, il poussa les choses très loin, allant même jusqu'à concevoir le mouvement d'agitation des atomes. Cet homme avait-il le pouvoir de voir à travers les choses ?

Bien sûr, l'analogie présente certains risques. Aristote avait ainsi fait une erreur en structurant le cosmos à la manière des sociétés humaines, lui qui voyait ici-bas un monde de turpitude et de changement et dans l'azur ordre et harmonie éternels. On sait maintenant que les astres sont des êtres très dissipés, très évolutifs et instables. A la vérité, si Aristote avait collé de plus près aux réalités politiques il n'aurait peut-être pas raisonné ainsi. Qui, de nos jours, percevant à travers le journal télévisé les heurts, incertitudes et scandales divers agitant la classe dirigeante pourrait dire "ici tout n'est qu'ordre et beauté, luxe calme et volupté".

En règle générale cette démarche analogique déplaît fort aux scientifiques, bien qu'ils l'utilisent en fait très souvent inconsciemment. Mais, quand cette analogie est valable, quel bond en avant, quel raccourci fantastique !

Dans le sable au repos, si un objet fait de plomb ne coule pas, c'est parce qu'il existe un lien fort entre les éléments constituant ce milieu. Le sable n'est pas un "fluide". En mettant celui-ci en vibration on réduit ce frottement et ce sable devient... un fluide. Dans un musée comme celui de la Villette, si on disposait un bac empli de sable très fin en état de vibration permanente, on pourrait y faire naviguer des bateaux mus par une hélice, ou même peut-être s'y baigner, ce qui produirait sans doute des sensations singulières.

Inversement un morceau de verre est un liquide qui n'en finit plus de couler. Dans un solide les atomes sont liés par une charpente cristalline. Mais le verre en est exempt, on dit qu'il est "amorphe". Ce milieu vitreux reste "visqueux", mais le frottement interne y est très élevé. Ce qui n'empêché qu'on peut parfaitement mesurer, à l'échelle du siècle, l'infime tassement sur elle-même d'une glace de salon.

Il y a des années je bourlinguais à Djibouti. Un ami m'emmena dans le dépotoir de la ville, écrasé le jour par un soleil de plomb. Il y faisait tellement chaud qu'on ne pouvait s'y rendre qu'à la nuit tombée. On y trouvait des tas de bouteilles entassées les unes sur les autres et celles qui étaient en dessous devaient se trouver à une température plus élevée encore à cause d'un intense effet de serre. Ainsi les flacons abandonnés pendant plusieurs années s'affaissaient-ils sur eux-mêmes de façon très spectaculaire. J'ai gardé dans mon bureau une bouteille de whisky qui ressemble à une outre dégonflée. Si Lucrèce avait connu ce fait il s'en serait sûrement servi pour conforter sa théorie.

L'expérience de Michelson.

Avant Einstein le temps était indépendant de tout. Il était censé s'écouler de manière uniforme, indifférent à tous les phénomènes. La physique et la chimie dépendaient de lois de conservation devenues évidentes : masse, quantité de mouvement, énergie. Mais ceci ne cadrait pas avec certaines expériences mettant en jeu la lumière.

Imaginons deux personnages debout sur le toit d'un TGV filant à vive allure. Ils ont chacun un chronomètre , émettent et reçoivent des signaux sonores, produits à l'aide de pistolets. Le son issu des armes se propage dans l'air ambiant qui, lui, est immobile, c'est à dire en fait en mouvement par rapport aux deux expérimentateurs. Sans être un grand physicien on se dit bien que le temps séparant l'émission de la réception

des signaux sonores doit différer selon que ceux-ci seront émis vers l'amont ou vers l'aval. En réfléchissant on s'aperçoit qu'il doit être plus court dans le second cas.

Michelson et Morley, lorsqu'ils firent leur célèbre expérience, s'attendaient à trouver un résultat semblable avec la lumière, le train étant cette fois remplacé par la Terre filant dans l'espace. Ils voulaient en fait savoir à quelle vitesse la planète se mouvait dans "l'éther" c'est à dire dans l'espace absolu, supposé fixe, concept introduit par l'Anglais Newton. Ils eurent la surprise de constater que cette vitesse était strictement la même quelle que soit la direction de l'émission de la lumière. Ceci ne cadrait avec aucune des lois physiques en vigueur et plongea les savants dans un abîme de perplexité.

Pour sortir de cette impasse Einstein dut refaire le monde totalement. L'homme de la rue n'a pas réellement conscience de cette révolution philosophique profonde et s'imagine par exemple qu'il suffit de planter un peu partout dans le cosmos des pancartes portant la mention "vitesse limitée à trois cent mille kilomètres par seconde" pour résoudre le problème, ce qui permet à certains de s'interroger encore sur ce qui pourrait se passer si on dépassait cette vitesse fatidique.

En fait le génie d'Einstein fut de remettre en cause les fondements géométriques mêmes du monde où nous vivions. C'est l'acte scientifique suprême, l'acte du créateur d'univers. L'ampleur de cette révolution qui affecte profondément la structure géométrique de l'espace-temps en liant ces deux composants de manière indissoluble est fort difficile à appréhender par le profane[4].

On débouche donc sur un monde où la vitesse influence l'écoulement du temps. Vis à vis d'une personne immobile, plus on va vite, moins on vieillit. Si la vitesse de la lumière était d'un mètre par seconde, par exemple, et si vous diniez avec des convives, le simple fait d'aller chercher le sel à la cuisine ferait qu'à votre retour vos amis auraient déjà fini leur repas, ou, pire encore, s'ils avaient eu la patience de vous attendre, vieilli de dix ans.

Nous n'avons pas, dans notre vie de tous les jours, conscience de ces phénomènes relativistes, tout simplement parce que nous nous déplaçons à des vitesses négligeables devant cette vitesse de la lumière c.

Nous avons une perception sensible du monde et nous sommes immédiatement tentés de penser que ce que nous voyons est bien réel : le temps, les distances, la matière, la lumière. Einstein rendait toutes ces choses relatives. La seule chose qui restait invariante, qui apparaissait comme une constante absolue était la vitesse de la lumière.

---

[4] Pour en savoir plus, lire ma bande dessinée Tout est Relatif, éditions Belin, 8 rue Férou, Paris 75006

Les scientifiques se veulent toujours rassurants, d'une époque à l'autre. Dès qu'un ensemble d'idées a fait ses preuves, il le défendent, en font la publicité.

- Accrochez-vous à ces idées, elles sont solides, elles ont fait de l'usage. Faites-nous confiance.

Par opposition les philosophes pratiquent un doute systématique. Il est dommage que l'enseignement de la philosophie et de l'histoire des sciences soit absent des cursus scientifiques. Lorsqu'on sort d'une école d'ingénieur, tel un apprenti portant sur l'épaule une lourde trousse à outils, on a des certitudes plein la tête. J'avais fait jadis l'étrange expérience consistant à me retrouver parachuté dans un département de philosophie, où j'étais censé enseigner les sciences exactes, ce qui me donnait une position inconfortable vu que cela signifiait que les autres ne l'étaient pas.

J'essayais donc de communiquer des bribes de science à mes étudiants, en utilisant le langage de l'expérience et du dessin. Mes cours étaient des rouleaux de papier interminables porteurs d'une centaine de dessins, que je projetais sur un écran à l'aide d'un épidiascope, sorte de lanterne magique. Pour leur communiquer des rudiments de mécanique des fluides, je leur faisais construire des avions en papier. Je leur expliquais la méthode avec laquelle Bessel avait mesuré pour la première fois la distance des étoiles proches avec un système comprenant des planches de parquet, les clous et de la ficelle. Un autre jour nous faisions bouillir différents liquides pour mettre en évidence des phénomènes de thermodynamique.

Lorsque j'attaquais la relativité, l'intérêt de mes ouailles redoubla. En utilisant différents modèles issus de mon imagination je parvenais à leur en faire sentir les grandes lignes. Mais, que cela soit dans ce domaine ou dans un autre, des questions étaient formulées auxquelles je ne pouvais répondre.

- Pourquoi la vitesse de la lumière est-elle considérée comme une constante absolue ?

- C'est très simple, sa constance est démontrée par l'expérience de Michelson. Cette vitesse, on la mesure, en tous lieux et on trouve la même valeur partout, tous les jours de la semaine.

- J'entends bien, disait l'étudiant, mais qui nous dit que cette valeur est la même en tous points de l'espace. Qui nous dit qu'elle n'a pas varié au cours des milliards d'années écoulés depuis le BIG BANG ?

En toute honnêteté j'étais obligé de convenir qu'il s'agissait là d'une hypothèse purement opératoire qui pouvait toujours être mise en doute et j'avouais que je ne m'étais jamais posé la question auparavant. Disons qu'il s'agissait là d'une hypothèse de travail momentanément féconde et, dans l'immédiat, d'une simple mesure d'hygiène mentale.

Mais ces philosophes, si on les écoutait, on finirait par remettre en cause l'existence même de l'univers.

Einstein avait donc refait le monde d'un audacieux et fantastique coup de serpe. Platon et sa caverne refaisaient surface. On avait mis mille ans à forger des mots comme la masse, la vitesse, l'énergie, l'inertie, pour les lier entre eux et en faire des choses mesurables et voilà que d'un coup Einstein montrait en 1905 que ce rêve mécaniste n'était que l'approximation au premier ordre d'un monde autrement plus déconcertant.

La polémique fut quasi inexistante car cet édifice avait l'avantage considérable de rendre compte de l'effet constaté par Michelson et Morley, ce qu'aucune autre théorie ne parvenait à faire. Il ne restait plus qu'à tenter de se forger une nouvelle intuition à partir de là.

L'intuition de l'homme de la rue en matière de relativité est quasi inexistante. Mais empressons-nous de préciser que celle du scientifique ne vaut guère mieux. Un exemple : dans cette reconstruction relativiste si le temps devenait élastique,les distances subissaient également la fameuse "contraction de Lorentz". Gamov raconta entre les deux guerres dans ses ouvrages de vulgarisation (les aventures de monsieur Tomkins) que les passagers d'un véhicule atteignant des vitesses relativistes devaient avoir d'étranges perceptions . En regardant par la fenêtre ils devaient avoir l'impression de voir les choses se tasser dans le sens du mouvement. Tout le monde crut dur comme fer à cela pendant un bon demi siècle. Je me souviens d'un ouvrage de vulgarisation de la collection Time-Life, auquel avaient collaboré les plus grands scientifiques et qui racontait une histoire de train. Les voyageurs, lorsque celui-ci s'approchait de la vitesse de la lumière, voyaient la pendule d'une gare, défilant à toute allure, de forme ovale, rétrécie dans le sens de la largeur. Et le tout à l'avenant.

Ceci est une idée *fausse* , introduite et propagée par les scientifiques eux-mêmes. L'affaire a été réglée il y a seulement quelques années, assez discrètement d'ailleurs, mais vous ne risquez plus de retrouver ces images gamoviennes dans les ouvrages de vulgarisation. Ceci montre en tout cas la difficulté d'intégrer dans sa tête ces nouveaux éléments.

Mais alors, quel est la signification de cette fameuse contraction de Lorentz ? Qu'est-ce qui se contracte ? par rapport à quoi ? Est-ce le véhicule en mouvement, ou le décor ? La réponse est : il n'y a ni tassement ni élongation, ce sont ces mots mêmes qui ne veulent pas dire grand chose. Platon nous avait enseigné que les choses du monde sensible étaient comme des ombres sur la paroi d'une caverne, que nous prenions fallacieusement pour des réalités.

Un hypermétrope a besoin de lunettes convergentes. La première fois qu'il met ses bésicles les objets lui apparaissent légèrement plus grands.

Comme l'œil transmet des images au cerveau à travers tout un système de codage, très rapidement pour lui c'est du pareil au même. Phénomène inverse chez un myope. Quand ces gens mettent ou enlèvent leurs lunettes ils ne s'écrient pas sans cesse "tiens le monde est plus petit ou plus grand".

Il existe cependant des gens qui ne portent pas de lunettes et qui sont censés fournir du monde une vision de référence. On pourrait être tenté de se dire "Einstein nous a appris qu'on ne pouvait voir le monde qu'avec des lunettes, dont la convergence varierait avec la vitesse". L'image ne serait pas non plus bonne car elle créerait une fois de plus une distinction entre l'observateur et la chose observée, qui serait censée avoir une existence intrinsèque. Mais comment imaginer une vision du monde où il n'y aurait que des images... et pas d'objet ?

Imaginons que nous appartenions à un flatland, à un monde plat dessiné sur une feuille de caoutchouc. Sur ce support nous dessinons le décor et l'observateur, qui est précisément en train de mesurer quelque objet avec un mètre gradué. Tirons sur le caoutchouc : tout s'étire, l'objet mesuré, le mètre gradué et l'observateur (lequel n'a évidement pas conscience de l'opération). Cette image didactique est déjà plus proche de cette idée de contraction de Lorentz.

Le saut gigantesque fait en 1905, qui représente l'avènement de la Relativité Restreinte est loin d'avoir été intégré dans les mentalités, que cela soit celles de l'homme de la rue ou du scientifique. Si ces choses nous semblent si étrangères c'est peut-être parce que nous pensons mal et que nous n'employons pas les bons mots, ou que nous cherchons désespérément à décrire ces choses avec des mots du passé. Comment aurait-on pu parler avec pertinence d'un phénomène d'oxydoréduction ou de supraconductivité en ne disposant que du phlogistique et des quatre éléments ? Dans un futur lointain nos descendant, manœuvrant un bagage linguistique complètement différent, trouveront peut-être cela.. lumineux.

Le nouveau monde d'Einstein passait par une relation d'équivalence entre la masse et l'énergie, le célèbre

$$E = m C^2$$

Cette découverte, qui était en fait une sorte de retombée de cette irruption de la philosophie dans la science, intrigua le monde scientifique. Selon le calcul, un seul gramme de matière équivalait à quarante tonnes de dynamite. La plupart des gens ne crurent pas que cette affaire-là puisse être un jour exploitée physiquement. Poincaré lui-même déclarait :

- Je doute qu'on puisse un jour détruire une ville avec une livre de matière.

Pourtant en ce début de siècle tout se mettait en place, qui allait permettre de libérer l'énergie nucléaire. Un scientifique, plus philosophe que physicien, allait, sans le savoir transformer l'histoire des sciences en tragédie.

En ce printemps 1976 l'avion presque vide survolait une succession de mesas, de tables rocheuses semblables à celle de Los Alamos, situé plus au nord, où Oppenheimer et le général Groves avaient construit le premier engin nucléaire. Je pris conscience que je volais vers une véritable usine de bombes. A Livermore on m'avait donné une plaquette se référant aux productions des laboratoires Sandia. Sur la couverture on voyait le directeur, œil noir, épaules étroites, arborant un rictus qu'il voulait avenant, assis sur le rebord d'un vaste bureau. Des têtes nucléaires étaient posées devant lui, en rang d'oignon, de la taille de pains de sucre.

- Nous avons les plus petites du monde, disait le prospectus.

SANDIA

L'avion descendait mollement sur Albuquerque. Sur la gauche on apercevait des dizaines de petites taches colorées sur le ciel parfaitement pur. Une "compagne" de montgolfières, pour employer une expression du midi.

Je savais qu'Albuquerque était un haut lieu de l'aérostation. Comme je n'avais rendez-vous que le lendemain, avant de me rendre à l'hôtel je demandais au chauffeur du taxi de faire un crochet. Un tel spectacle n'était pas si fréquent, après tout. Je me rappelais ma seule expérience en la matière. Un bonhomme avait installé une très grosse montgolfière sur un vaste terre-plein, en bordure de mer, à la sortie de Saint Tropez. Il se contentait d'emmener des passagers à une centaine de mètres d'altitude, l'engin restant captif d'une longue corde.

L'homme achevait d'insuffler de l'air chaud dans l'enveloppe quand soudain le ballon fit mine de s'élever.

- Quelqu'un pour retenir ce ballon !

Je m'agrippais à la nacelle, mais celle-ci s'envola avec le reste et je me retrouvais pendu comme un jambon à dix ou vingt mètres en l'air. Heureusement l'air, en se refroidissant, diminua la portance du ballon qui me ramena au sol.

Au dessus d'Albuquerque le spectacle était grandiose et coloré. Mais les spectateurs n'avaient d'yeux que pour l'une des machines sous laquelle était accrochée un deltaplane, à l'aide d'une corde. Je pratiquais ce sport depuis son introduction en France au début des années soixante-dix, mais je n'avais jamais imaginé qu'on puisse partir d'un ballon. La chose n'était d'ailleurs pas dénuée de risques. A l'époque de nombreux pilotes d'aile libre avaient trouvé la mort en s'engageant dans un piqué trop prononcé et en connaissant une fatale "mise en drapeau".

Au début du siècle deux Américains, un noir et un blanc, s'étaient produits aux Etats-Unis de ville en ville avec un dispositif semblable, une montgolfière servant à élever un frêle planeur de toile et de bambou. L'affaire s'était d'ailleurs à l'époque très mal terminée. Lors d'une dernière exhibition le pilote de la montgolfière avait vu son malheureux ami plonger vers le sol, enveloppé dans les débris de sa machine volante comme dans un linceul.

Ici la montgolfière devait avoir atteint cinq ou six cent mètres lorsque son pilote trancha la corde qui la reliait au deltaplane. La foule poussa un hourrah, mais fort heureusement l'homme volant réussit à la redresser en

poussant sa barre de contrôle à bout de bras et se posa sur le terrain après quelques jolies arabesques.

Toujours ce fascinant goût d'entreprendre, d'essayer, de prendre des risques, chez les Américains. Je me rappelais qu'une année j'étais allé voir un ami français, Michel Katzman, qui mettait au point ces ailes sur la côte ouest pour un constructeur, un Californien qui prétendait avoir mis au point un procédé de remorquage des ailes par bateau. J'acceptais d'en faire l'expérience. Le lendemain nous étions sur une plage de sable gris, près de Santa Barbara. On me sangla et l'Américain prit position face à la plage avec un canot automobile. Sa femme nous lança une corde en paquet dont on fixa l'extrémité accrocha à l'aile à l'aide d'un mousqueton largable, le reste gisant lové sur le sable.

- Qu'est-ce que je dois faire, je dois courir ?

Pour toute réponse l'Américain mit les gaz à fond et le canot s'éloigna à vive allure. Je vis avec effroi le paquet de corde se délover rapidement devant moi et quand celle-ci se tendit je n'eus pas à faire le moindre pas, l'aile m'arracha littéralement du sol comme un vulgaire cerf-volant. Si mes lacets n'avaient pas été bien serrés j'aurais laissé mes chaussures sur la plage. Tout se passa bien, néanmoins, après m'être reposé sans encombre, je déclinais poliment l'offre d'un second essai.

Le deltaplane était né aux Etats-Unis. Ce sport pacifique fut en fait une retombée d'études financées par les militaires et conduites par l'ingénieur Rogallo dans les années soixante. L'idée était simple : les missiles nucléaires manquant encore de précision à l'époque on avait envisagé de leur adjoindre cette sorte d'aile déployable et pilotable, pour leur permettre de tomber élégamment sur leur cible. Mais la précision des tirs s'étant accrue on abandonna le projet qui devint un sport de loisir.

Le journal m'avait retenu une chambre au Hilton du coin. Dans le hall une magnifique fanfare Mexicaine accueillait les clients. Chapeaux immenses, costumes noirs brodés, trompettes, guitares et moustaches pour tout le monde. Huit jours plus tôt j'étais à Evanston, dans l'Illinois. Devant l'hôtel où j'avais pris pension trônait une reproduction en grandeur nature de la tour de Pise. J'avais discuté avec le gérant.

- Cela doit être un atout publicitaire fantastique d'avoir un tel objet. Vous devez être le seul hôtel au monde à posséder une telle enseigne.

- Pensez-vous. Il y en a déjà une bonne douzaine dans le pays. C'est une société qui les construit.

Décidément, là-bas, tout semblait démesuré. Pour ma première venue aux Etats-Unis, en 1961. J'avais traversé l'atlantique sur le Mauretania, un antique liner Anglais qui faisait là son dernier voyage. New York m'avait effrayé avec ses landes d'asphalte et ses forêts vierges de béton. Je me

souvins que j'avais atterri dans un hôtel immense qui devait avoir quatre cent chambres. La ville, dont le métro est un des plus crasseux du monde, m'avait happé. Distrait par déformation professionnelle je m'aperçus au retour que j'avais laissé ma clef sur la porte. Pire, je n'avais pas moindre idée ni de l'étage ni du numéro de la chambre. Il me fallu une bonne demi-heure pour la localiser.

J'ai toujours été à la fois fasciné et effrayé par les Américains, par leur esprit d'entreprise et leur conservatisme, par leur curiosité et leur lourdeur, par leur générosité naïve et leur absence de sens moral.

La blonde ravissante qui tenait le bar du Hilton avisa le prospectus que je tenais toujours à la main.

- Alors, me lança-t-elle, vous allez visiter le centre nucléaire ?

- Oui, enfin, je vais essayer. Tout est plutôt secret ici à ce qu'on m'a dit.

- Moi je crois qu'il n'y a rien de vraiment secret, vous savez. Tenez, il y a quelques années j'ai affolé le responsable des tirs de fusées qui venait souvent dans ce bar. Un jour je lui dis :

- Alors, nous allez bientôt tirer une nouvelle fusée ?

- Grand Dieu, Joy, qui vous a dit cela ?

- Personne, mais mon frère travaille à la gare routière. Il m'a dit qu'il y a deux jours vous aviez reçu un singe en provenance de Houston, et quand vous en recevez ça n'est pas pour les montrer dans les foires.

Joy était fort jolie. Les scientifiques sont des hommes comme les autres et je me pris à lui faire la cour. Mais elle m'arrêta :

- En Amérique les choses ne se passent pas aussi vite qu'en France. Vous autres, les Français, vous êtes terribles. Ici on invite la femme à dîner, on discute, les choses se passent plus progressivement.

- D'accord, Joy, mais je ne reste que trois jours ici.

- Alors c'est différent, lâcha-t-elle.

Nous montâmes dans ma chambre et sautâmes dans le lit.

Inoubliable, cette Joy. Au moment où elle atteignait le septième ciel, elle eut cette phrase mémorable :

- Vive la France !

Avant mon rendez-vous du lendemain il ne me restait qu'à aller dîner dans la vieille ville Espagnole où l'on servait dans des patios des plats à vous emporter la bouche. Je pensais au chemin parcouru entre le court papier d'Einstein et cette industrialisation de la mort violente à l'échelle planétaire.

Lorsque nous contemplons cette fameuse relation E= m C^2 nous pensons aussitôt à un phénomène de libération de l'énergie par les noyaux d'atomes. Or à l'époque où Einstein élaborait son article, Ernst Mach trouvait encore le moyen d'écrire : " Il n'est pas scientifique de s'intéresser à des choses hypothétiques comme les atomes qui sont des objets que l'on n'observe pas directement".

La découverte des atomes.

En ce début de siècle le concept d'atome sortait lentement de sa gangue. Depuis un siècle des chimistes comme Dalton avaient remarqué que les réactions chimiques mettaient en jeu des proportions invariables, en poids, des différentes substances. De là à envisager des éléments standards, insécables, des atomes, semblables à de briques constituant des molécules il n'y avait qu'un pas. Ceux qui étudiaient l'électricité, comme l'Américain Benjamin Franklin, pensaient également à une nature corpusculaire du fluide électrique. L'électromagnétisme vint finalement au secours de la chimie. Pour effectuer des mesures sur ce que l'on ne pouvait ni voir ni peser directement on envisagea de mettre en mouvement ces objets et d'étudier le comportement de tels jets de matière. Thomson, si maladroit qu'il préférait laisser à d'autres le soin de manipuler ses appareils, fut le premier, au laboratoire Anglais Cavendish, à obtenir en 1897 des renseignements sur la masse et la charge de l'électron. Il calcula en fait le rapport entre la masse et la charge en étudiant les trajectoires d'électrons courbées par un champ magnétique.

On peut facilement se resituer dans un tel cadre expérimental si on dispose d'un simple téléviseur et d'un aimant. Un tube de télévision, où règne un vide très poussé, produit une image à l'aide d'électrons qui le traversent et qui viennent frapper le produit luminescent de son écran. Si vous approchez l'aimant de l'écran vous agirez sur les trajectoires électroniques et vous verrez l'image se distordre. Un conseil : utilisez un téléviseur en noir et blanc. Il y a quelques années nous étions avec mon ami Jacques Boulesteix dans un centre informatique où l'on effectuait le traitement d'images en provenance de galaxies avec des représentations dites en fausses couleurs. J'avais un aimant en poche et je l'approchais du tube. O surprise, non seulement l'image se déformait, mais il se formait des moirages du plus bel effet. Nous jouâmes pendant un bon moment avec cela en nous amusant beaucoup. Mais quand nous abandonnâmes cette idée de l'aimant nous eûmes une désagréable surprise. L'écran restait tout taché. Il ne s'agissait pas d'un banal écran de télévision couleur mais d'un terminal graphique extrêmement coûteux couplé à un ordinateur. Nous

étions exactement comme deux gosses extrêmement embêtés qui viennent de tacher le tapis du salon avec de la peinture et qui se demandent quoi faire pour arranger cela..

Dans un téléviseur couleur chaque tache colorée est formée par trois pinceaux d'électrons qui frappent des ensembles de trois cellules minuscules réagissant différemment en produisant trois couleurs différentes. C'est la combinaison de ces trois taches, la sommation par l'œil de ces trois informations colorées (en général un rouge, un vert et un bleu) qui permet de produire toutes les couleurs du prisme. En agitant inconsidérément notre aimant devant l'écran nous avions laissé une aimantation résiduelle dans le milieu et déréglé cet ajustage précis.

Nous ne savions que faire. Comment nettoyer une tache qui est.. à l'intérieur ? Finalement nous nous rappelâmes qu'en créant un champ magnétique alternatif on pourrait "secouer" les atomes du pigment et leur faire perdre leur magnétisme résiduel. Il nous fallut des heures en fixant l'aimant sur un crayon et en le faisant tourner pour remettre cet écran dans l'état initial.

En connaissant la vitesse des électrons et l'intensité du champ magnétique, puis en mesurant la distorsion de l'image, il serait possible de refaire les calculs assez simples de Thomson et d'en déduire le rapport masse sur charge de l'électron.

Des expériences ultérieures permirent de mesurer la charge de l'électron, donc d'en déduire sa masse.

En procédant de manière analogue avec des trajectoires d'atomes chargés on arriva progressivement à évaluer la masse des atomes eux-mêmes avec un appareil nommé spectrographe de masse.

Un an avant cette découverte de l'électron par Thomson (1897), le français Becquerel avait mis en évidence fortuitement, à l'aide d'une plaque photographique laissée accidentellement au contact d'un sel d'uranium, le phénomène de radioactivité. En 1898 Marie Curie mettait en évidence des rayonnements analogues émanant du thorium, puis elle découvrit un nouvel élément, le radium, plusieurs millions de fois plus actif que celui-ci, extrait laborieusement à partir d'un minerai, le pechblende.

En 1903, deux ans avant l'article d'Einstein, Rutherford, un néo-zélandais travaillant au Cavendish Institute, en Angleterre, proposa un modèle d'atome constitué d'électrons chargés négativement entourant un noyau extrêmement petit chargé positivement. Il avait commencé par deviner la nature de ces rayons uraniques découverts par les Français Becquerel et Marie Curie en identifiant l'un d'eux (le rayonnement α) à des jets d'ions, puis avait bombardé des plaques métalliques à l'aide de ces particules α et constaté que celles-ci pouvaient être réfléchies par les éléments du métal.

En mettant en évidence ce phénomène de réflexion à l'aide d'un écran de sulfure de Zinc, jouant pour ces particules le même rôle que l'écran fluorescent du tube de télévision vis à vis des électrons, et grâce à des calculs complexes il put déduire le caractère extrêmement concentrée de la masse dans ce qu'il appela un noyau. La nature corpusculaire de la matière s'affirmait.

Certains membres de l'école Allemande, Ernst Mach en tête , continuèrent cependant à nier avec véhémence pendant plusieurs années cette nouvelle réalité. La nouvelle théorie atomique était si mal accueillie en Allemagne que cela poussa le pauvre Boltzmann, un des fondateurs de la thermodynamique moderne, qui avait basé tous ses calculs sur cette hypothèse, à se suicider en 1906.

Le phénomène de radioactivité s'associait à un étonnant pouvoir de libération d'énergie, qui fut mesuré en 1903 par les Français Curie et Laborde. Ceux-ci montrèrent que celle-ci était cent mille fois plus intense que dans une réaction chimique ordinaire. Ainsi le radium produisait cent calories par heure, c'est à dire assez de chaleur pour se fondre lui-même en quelques heures si celle-ci n'était pas dissipée.

Ce dégagement de chaleur reste un des problèmes importants des déchets radioactifs des réacteurs nucléaires. Lorsqu'on les achemine vers la Hague, il est indispensable de les placer dans des containers munis de radiateurs à huile. Au moment du stockage définitif , il faudra bien prendre garde à ce que cette chaleur puisse sans cesse s'évacuer librement pendant toute la durée de vie ces radio-isotopes, qui peut se chiffrer en dizaines ou en centaines d'années, sous peine de risquer une détérioration, de l'enveloppe. Ce phénomène d'émission de chaleur par les radio-isotopes créés lors de la catastrophe de Tchernobyl en grande quantité est également responsable des reprises d'incendies dans le réacteur, considéré à tort comme "éteint" (chimiquement, oui, nucléairement, non).

Cette découverte n'échappa pas à Rutherford, qui fut le premier à suggérer en 1904 le soleil pouvait tirer son énergie d'un processus semblable, fondé sur des collisions entre atomes.

Il est tout à fait remarquable de constater, par ces sortes de rendez-vous de l'histoire, que des hommes suivant des voies totalement différentes, l'un théoricien génial, les autres expérimentateurs, étaient arrivés à un an près aux mêmes conclusions, à savoir la possibilité d'extraire une fabuleuse énergie à partir de la matière elle-même.

Il est vrai que l'équivalence de la matière et de l'énergie et la possibilité de transmuter des éléments les un dans les autres sont des thèmes très anciens. Il existe un passage de Vingt mille lieues sous les mers, merveilleusement mis en scène dans un film par Walt Disney, où le commandant du Nautilus, le capitaine Nemo, entraîne ses hôtes dans les tréfonds du sous-marin dont la chaufferie ne requiert ni charbon ni pétrole. Les passagers, le visage masqué de fer, y étaient alors admis à contempler à travers d'épais hublots la fabuleuse alchimie de la matière se transformant en énergie.

A travers le personnage de Nemo Jules Vernes présentait un savant qui avait souffert des rigueurs d'un régime politique odieux, lequel l'avait déporté dans un bagne situé dans une île où on exploitait d'ailleurs le nitrate destiné à la confection des explosifs. S'entourant de fidèles compagnons ayant tous eu des destins semblables, Nemo avait développé dans le cratère d'un volcan, celui de l'île de Calypso (il n'existait à l'époque ni avions ni satellites d'observation), un centre de recherche exceptionnel où il lui avait été permis de faire toutes ses découvertes.

Dans le Nautilus c'était alors la rencontre entre deux scientifiques, Nemo et Arronax, et c'est la qualité même de ce naufragé qui faisait que le commandant du sous-marin avait exceptionnellement accepté de le prendre à son bord, rompant avec une totale misanthropie. Au fil des jours on voyait se nouer une véritable tragédie. Pendant les semaines d'une paisible croisière sous les mers on oubliait d'abord les conflits violents ravageant la planète. On découvrait un monde où l'homme réussissait à s'intégrer merveilleusement à l'environnement, exploitant les infinies ressources de cette mer nourricière dans des fermes marines.

Puis, petit à petit Arronax venait à bout des résistances de Nemo le sceptique. Il parvenait à le convaincre de ne pas garder égoïstement ses secrets pour lui seul et de communiquer ses fantastiques découvertes à ses semblables dans le but de créer un véritable âge d'or. A la fin du film Nemo, convaincu, conduisait le sous-marin dans l'île de Calypso.

Hélas l'inconscient marin Ned Land, compagnon d'Arronax, en jetant des bouteilles à la mer, avait prévenu les nations du monde. Les passagers du Nautilus, en arrivant en vue du volcan, découvraient la consternante réalité. Des soldats en escaladaient ses flancs, fusil en main. Nemo décidait alors de détruire in extremis ses installations mais périssait, touché par une balle perdue. Arronax, catastrophé, assistait à l'agonie de son compagnon, qui prenait la décision de disparaître avec tous ses fidèles dans le tourbillon du Maëlstrom.

Quand le premier sous-marin nucléaire fut lancé on l'appela le Nautilus dans l'idée de rendre hommage au grand auteur de science-fiction Français. S'il avait été encore vivant nulle doute qu'il se serait écrié aussitôt :

- Donnez-lui n'importe quel nom, sauf celui-là !

Dramatique caricature : le premier sous-marin mu par l'énergie nucléaire avait ainsi été conçu dès le départ pour transporter l'outil le plus destructeur né de l'imagination humaine, véritable perversion de la découverte.

Nemo est un personnage très réel et très présent dans notre monde contemporain. C'est Einstein, c'est Sakharov. Il cristallise tout le drame de cette science terrestre qui revient sans cesse à sa liaison dangereuse avec la chose militaire.

Ceci dit on est en droit de se demander comment certains auteurs de science fiction se débrouillent pour prévoir ainsi l'avenir avec une telle justesse, ce que nos futurologues sont éternellement incapables de faire. Peut-être leur intuition leur permet-elle de s'affranchir de la rigide démarche de l'intelligence déductive qui se comporte, quand on veut réellement se projeter dans l'avenir, comme une prison du langage, comme une sorte de cage d'écureuil où tournerait l'esprit. Cet enfermement de intelligence dans la prison du langage correspond à ce qu'on appelle un paradigme. Sous cet éclairage la science fiction deviendrait en quelque sorte une sorte de pensée sauvage, en liberté.

Mais, avant eux, qui mit dans la tête des alchimistes l'idée folle de la transmutation des éléments ? Décidément la démarche de connaissance restait une chose bien obscure, comme l'avait noté Kœstler dans "les somnambules".

Les premiers "atomistes".

Ceux que l'on appellerait plus tard des physiciens nucléaires avaient au départ une formation de chimistes. Ils pensaient donc que pour produire de l'énergie à partir de noyaux il fallait envisager de réarrangements entre ceux-ci, analogues aux réarrangements moléculaires, et conduisant à des synthèses ou à des dissociations exo énergétiques. Rutherford fut le premier à réaliser, à Manchester, en 1911, la brisure d'un noyau. Il utilisait toujours le radium comme source de particules pour bombarder différents matériaux, en particulier des métaux. Celui-ci émettait des particules α , identifiées plus tard à des noyaux d'hélium, porteurs de deux charges électriques positives. Rutherford constatait l'effet des impacts, toujours à l'aide de son écran au sulfure de Zinc. En analysant les trajectoires des particules réémises, courbées par un champ magnétique[5], il en conclut que celles-ci

[5] Si une particule passe dans l'entrefer d'un électro-aimant, sa trajectoire s'incurve. Le sens de l'incurvation détermine le signe de la charge et l'analyse de cette trajectoire permet de mesurer sa charge. Une particule neutre, comme le neutron, n'est pas déviée.

devaient être des noyaux d'hydrogène, c'est à dire des protons. Il commença par se demander si ces protons ne correspondaient pas à l'expulsion d'atomes d'hydrogène préexistant dans la cible à titre de traces. Mais il eut l'idée de tirer les particules a cette fois à travers des gaz et lorsqu'il introduisit de l'azote dans la chambre d'expérience les scintillations redoublèrent. Quelque chose s'était donc passé dans ces collisions entre atomes cibles et particules projectiles α . Dans le compte rendu de cette expérience il écrivit :

- Les résultats obtenus incitent à conclure que les atomes qui font scintiller le sulfure de zinc à distance, à la suite des collisions entre les particules a émise par le radium et les atomes d'azote ne sont pas des atomes d'azote; ce sont des atomes d'hydrogène. Nous devons donc en déduire que l'atome d'azote s'est désintégré lors de la violente collision avec une particule a rapide et que l'atome d'hydrogène libéré était un des constituants du noyau d'azote. Ainsi, plus généralement, on peut penser qu'en utilisant des particules α ou des particules analogues d'énergie comparable on pourrait espérer décomposer la structure d'un grand nombre d'atomes en atomes plus légers.

Il poursuivit dans cette voie et en 1917 lorsqu'il se rendait à une réunion du comité de recherche militaire où on se proposait d'étudier la meilleure manière de lutter contre les sous-marins Allemands, il déclara tout de go :

- Les recherches sur lesquelles nous travaillons actuellement autorisent à croire que l'homme sera bientôt capable de provoquer la désintégration de l'atome et cette découverte, si elle se révèle exacte, est bien plus importante que toutes vos guerres !

Vingt huit ans avant Hiroshima, un homme, Ernest Rutherford, connaissait donc les possibilités fantastiques de l'atome. La machine infernale était en marche.

Il est impossible d'imaginer les conditions dans lesquelles travaillaient les expérimentateurs à cette époque dans les laboratoires Européens. L'oscilloscope n'existait évidement pas. Tous fabriquaient eux-mêmes leurs instruments de mesure. Lorsqu'on tombe sur une photo représentant le montage avec lequel Rutherford découvrit le noyau atomique on a l'impression d'être devant un vieux bout de tuyau fixé sommairement à l'aide de pattes de cuivre courbées à la main et vissées sur une planche de bois mal équarri. Les recherches s'effectuaient dans des caves ou des

---

Mais on ne connaissait sa son existence à l'époque, puisqu'il fut découvert par Chadwick en 1932

hangars, chauffés à l'aide d'un poêle ou même démunis de chauffage. On travaillait soit sur des paillasses couvertes de carrelage blanc, soit sur des tables en chêne séculaire. Les instruments de mesure standards correspondaient à ce que nous trouvions dans une salle de TP de lycée juste après la guerre. Balances, ampèremètres et voltmètres à cadre mobile, cerclés de cuivre, rhéostats à manivelle. L'outil d'atelier le plus couramment utilisé était le marteau.

Rhuteford s'accommodait de cette rusticité. A un de ses élèves qui s'en plaignait il répondit un jour :

- Mon cher, je pourrais faire de la recherche au pôle nord !

Il eut été bien étonné de voir les futurs laboratoires de physique nucléaire, les monstrueux accélérateurs, les lasers ou les machines à plasma de Livermore.

Toujours est-il qu'en ce début de siècle naissaient à une vitesse incroyable tous les outils et concepts de la science moderne. La réalité atomique était acquise et décrite : le recours systématique à la spectrographie de masse[6] avait rapidement permis de déterminer les charges et les masses des différents atomes, regroupés dans la célèbre Table du Russe Mendéléiev[7]. On essayait de se faire une idée plus précise de ce que pouvait être une molécule[8]. En peu d'années la chimie avait achevé sa mutation en cessant d'être une manipulation de substances pour devenir un lego basé sur une centaine de pièces élémentaires. Les atomes se combinaient entre eux pour donner des molécules. Celles-ci pouvaient à leur tour donner des assemblages plus complexes ou se briser en fragments, ou même en atomes. La clef de ces rencontres de ces mariages, divorce, échangisme, était l'énergie. Or presque au même moment on découvrait que les atomes étaient des fruits possédant des noyaux qui apparaissaient eux-mêmes comme des assemblages d'éléments. Pour des gens comme Rutherford les réarrangements nucléaires détectés, l'émission d'énergie, devaient immanquablement ouvrir sur une chimie des noyaux avec dissociations, synthèses, réactions productrices ou consommatrices d'énergie et même catalyse[9]. Il n'y avait aucune rupture entre les deux

---

[6] Technique consistant à "tirer" des atomes, préalablement chargés électriquement, dans un champ magnétique et d'en déduire leur masse par analyse de la courbure de leur trajectoire.

[7] Il s'agit de la "classification périodique des éléments", mode rationnel de classement des atomes en fonction de leur masse et de la structure de leur cortège électronique.

[8] Molécule : assemblages d'atomes. Exemple : H_2, H_2O, CO_2 etc...

[9] Dans la catalyse une substance appeler catalyseur facilite une réaction. Exemple : les poèles à catalyse, où un produit solide permet une combustion complète à relativement basse température des hydrocarbutes gazeux, comme le butane.

démarches cognitives, si ce n'est les ordres de grandeur de énergies mises en jeu, qui étaient sans commune mesure.

L'énergie chimique et l'énergie nucléaire.

L'évocation des états moléculaires me rappelait les jeux de mon enfance sur la plage de la Baule. Nous faisions de grands châteaux de sable sur lesquels nous faisions rouler de jolies billes de verre. Un jeu consistait à placer un grand nombre de billes dans des petites cuvettes qui communiquaient entre elles par des sortes de routes sinueuses. Il suffisait alors de lâcher une bille sur un des flancs du château de sable pour qu'elle aille déloger ses sœurs, celles-ci allant à leur tour déloger d'autres billes de leur logement. En quelques secondes le château de sable s'animait au rythme du cliquetis des sphères de verre.

Le monde de la chimie est une sorte de château de sable. Si on prend une bille qui se trouve à un étage inférieur et qu'on souhaite la loger un peu plus haut, il faudra lui fournir de l'énergie. La réaction correspondant sera dite endo-énergétique, ou endo-thermique si l'énergie fournie est de la chaleur. Dans le cas contraire la réaction sera dite exo énergétique, ou exothermique si l'énergie dégagée est de la chaleur.

Considérons un ensemble de billes occupant des logements. Leurs rebords seront plus ou moins hauts et l'importance de ces petits murets figurera l'énergie à mettre en œuvre pour faire sortir la bille de son trou. En fournissant une certaine énergie de départ on pourra provoquer la chute d'une bille qui éjectera la bille suivante, etc...

C'est exactement ce qui se produit lorsqu'on frotte une allumette. Le frottement communique une certaine énergie localement aux molécules qui réagissent en entraînant leurs voisines. Il en serait de même si on enflammait un mélange d'hydrogène et d'oxygène, la combustion gagnant petit à petit tout le mélange gazeux disponible.

Plus le château sera pentu, plus le phénomène sera violent. Un château de sable aux parois abruptes figurerait un explosif. Dans certains domaines de la chimie le château a des flancs peu accentués et les réactions s'y déroulent paisiblement, comme en biochimie par exemple.

Les bords sableux des cuvettes ont tendance à s'effriter. Rien n'est parfaitement stable dans la nature. Le temps que met chaque rebord à disparaître, libérant la bille, est en quelque sorte la durée de vie de l'état, du système. Je me souviens d'une amusante expérience de chimie. Le professeur fabriquait un corps nommé iodure d'azote sous forme de précipité et recueillait celui-ci en humectant une feuille de papier buvard. Puis il continuait tranquillement son cours. C'était une farce qu'il aimait

faire chaque année à ses élèves. En effet lorsque toute l'eau s'était évaporée, au bout d'un temps qu'il était évidement difficile de prévoir, cette substance devenait violemment instable et explosait avec un claquement de pétard.

Le monde des noyaux suggérait aussi un château de sable, mais aux flancs vertigineux. Les cuvettes contenant les billes étaient également beaucoup plus profondes que celles correspondant au monde de la chimie. S'il existait une potentialité d'extraire d'un tel ensemble de l'énergie, c'était en réalisant localement un apport bien plus considérable que dans la chimie.

Si certains, au début du siècle, avaient pu observer un dégagement d'énergie c'était parce que les balcons de certaines cuvettes étaient naturellement assez instables pour libérer de temps en temps une bille qui dévalait alors la pente à grande vitesse, sans réussir à déséquilibrer les atomes voisins. Elle pouvait ainsi quitter sans encombre le "château de sable". Tels étaient le thorium ou le radium, naturellement "radioactifs".

On aurait pu évidement se dire : pourquoi ne pas extraire le radium ou le thorium du sol et les utiliser tels quels comme "combustible", comme source de chaleur. Malheureusement l'affaire eut été économiquement non rentable étant donné la rareté de ces substances. La radioactivité naturelle n'était donc pas exploitable et Rutherford l'avait bien compris. Comment, dans ces conditions, négocier cette chimie des noyaux ?

On pouvait envisager de véritables réactions nucléaires entre deux types d'éléments, productrices d'énergie, et analogues aux classiques réactions chimiques mais à moins que les alchimistes n'aient disposé de quelques secrets permettant d'opérer "à froid", les ordres de grandeur des énergies à mettre en œuvre pour altérer les structures nucléaires paraissaient d'emblée considérables, si l'on se basait par exemple sur l'énergie des particules a utilisées par Rutherford dans son expérience de fission du noyau d'azote. Entretenir par ailleurs quelques réactions de dissociation exo énergétiques avec de telles particules eut été également illusoire. La solution ne pouvait être qu'ailleurs.

L'âge d'or de la science du 20° siècle.

Ce début de siècle était phénoménal. Notre époque scientifique actuelle semble en état de complète léthargie en comparaison. A cette époque il se produisait une ou plusieurs découvertes absolument fondamentales, à la fois sur le plan théorique et sur le plan expérimentale, *chaque année* . La science ressemblait à un immense chantier. Arnold Sommerfield, homme plein d'humour, qui enseignait à Munich, avertissait ses étudiants en chaque début d'année en leur disant :

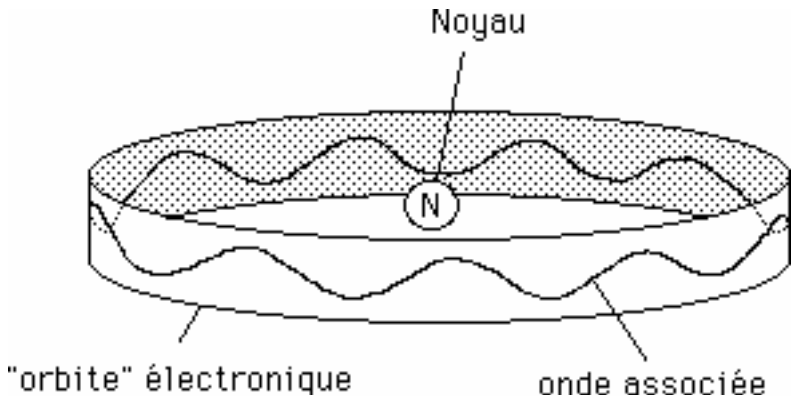
- Attention, la science est en danger d'écroulement. Domaine provisoirement fermé pour cause de transformations radicales.

En 1900 Planck avait découvert les quanta, c'est à dire suggéré que l'énergie puisse être émise à partir des corps par paquets discrets et non en continu. En 1905, en même temps qu'il publiait son célèbre papier sur la relativité restreinte, Einstein, appliquant les idées de Planck, avait pu rendre compte des bizarreries de l'effet photo-électrique. Rutherford avait imaginé l'atome, Bohr, en 1911, en donnait une première représentation théorique. Des nucléons se rassemblaient dans un noyau central. Les électrons ne pouvaient occuper autour de celui-ci que des orbites bien particulières, comme des planètes orbitant autour d'un noyau-soleil.

Cette image était une conséquence directe de la théorie quantique et de la mécanique ondulatoire naissante. Les électron ont tous la même masse, mais lorsqu'ils cheminent à une vitesse donnée on leur associe une onde de fréquence ν . On dit qu'ils sont à la fois onde et particule. On pourrait les comparer à une ondulation créée dans une corde, qui se propagerait le long de celle-ci.

Quand on considérait les orbites électroniques possibles il était nécessaire que la force centrifuge équilibrât l'attraction électrique exercée par le noyau, chargé positivement, sur l'électron, chargé négativement. De la même manière qu'à une distance donnée de la Terre la vitesse d'orbitation circulaire, liée à la force centrifuge, devait équilibrer l'attraction terrestre.

Dans une représentation mécaniste classique, toutes les orbites étaient a priori possibles, mais Bohr imagina que les électrons se plaçaient sur celles qui permettaient le bouclage de l'onde associée sur elle-même, c'est à dire celles dont le périmètre était un multiple de la longueur d'onde associée.



Le secret des quantas : le bouclage de la fonction d'onde de l'électron sur elle-même, qui n'autorise que certaines orbites particulières

Jadis Pythagore avait cherché l'harmonie du monde. A cette époque, musique, science et religion ne formaient qu'un. Les musiciens savaient depuis longtemps qu'il existait des modes de vibration préférentiels des cordes de leurs instruments. Lorsqu'on les pinçaient simplement elles produisaient un son correspondant à une fréquence dite fondamentale. En les pinçant en leur milieu les cordes vibraient selon deux "ventres" et ceci donnait l'octave supérieur. Et ainsi de suite. L'harmonie des sons se trouvait donc dépendre de rapports de nombres entiers.

Pythagore avait donc supposé que le monde était fait de rapports subtils qui impliquaient également des nombres entiers ou des fractions de nombres entiers. La numérologie devenait le fil conducteur de la connaissance. Hélas un jour un olibrius montra qu'il pouvait exister des nombres dits irrationnels , tels la racine carrée du nombre 2 , qui ne pouvaient s'identifier à un quelconque rapport de deux nombres entiers. Le monde Pythagoricien s'écroulait. La secte voulut garder la chose secrète, mais il y eut des fuites, et le peuple connut ce sacrilège mathématique. Les dieux punirent parait-il l'impie en le faisant périr dans un naufrage.

Le dix neuvième siècle avait été le triomphe du continu. Les successeurs de l'Allemand Leibniz, inventeur du calcul infinitésimal, s'en étaient donné à cœur joie en découpant tous les paramètres de la physique et de la chimie, l'énergie, la masse, en parties aussi petites que l'on voulait. Avec Planck et Bohr le continuum espace-temps sécrétait un étrange et insolite parfum de Pythagorisme qui allait donner naissance très vite aux "nombres quantiques".

Les savants avaient déduit de leurs calculs, basés sur la diffusion des particules, le diamètre des noyaux. Pour réaliser des réarrangements nucléaires il leur semblait nécessaire que les noyaux fussent au contact. Or ceux-ci étaient porteurs de charges positives, donc avaient tendance à se repousser fortement. On calcula l'énergie cinétique nécessaire pour que ces noyaux minuscules viennent au contact, en les lançant violemment l'un contre l'autre. En identifiant cette vitesse d'impact à la vitesse d'agitation thermique des éléments d'un gaz on obtint les ordres de grandeurs des températures liées à cette chimie des noyaux. Celles-ci étaient formidables et se situaient entre cent millions et plusieurs milliards de degrés.

A Livermore Alström et Fowler tentaient, par deux approches différentes, de reconstituer ces conditions infernales. Entre les deux guerres des telles expériences eussent été inenvisageables mais une nouvelle découverte allait précipiter les choses en avançant l'horloge de la science d'un bon siècle.

A l'assaut de la forteresse atome.

En 1930 on connaissait les masses et les charges des noyaux. Rutherford, ayant réussi la première éjection d'un des constituants du noyau en 1911. Ayant montré que celui-ci se comportait comme un noyau d'atome d'hydrogène, comme un proton, il en déduisit que tous les noyaux étaient faits de protons. Mais comme les charges électriques mesurées étaient le plus souvent inférieures de moitié au nombre de nucléons [10] (supposés être des protons) déduits de la mesure de la masse, Rutherford émit l'hypothèse que le noyau devait receler des couples proton-électron, l'ensemble donnant quelque chose de neutre, sans d'ailleurs justifier pourquoi certains électrons pourraient se trouver en orbite loin du noyau et d'autres à l'intérieur (les forces de liaisons du noyau n'étaient pas encore connues). On nomma ces couples des "neutrons". Dans une conférence faite en 1920 Rutherford suggéra que si l'on pouvait disposer de neutrons à l'état libre ceux-ci constitueraient des projectiles idéaux pour partir à l'assaut de la "forteresse atome" étant donné leur insensibilité au champ électrique répulsif du noyau.

En 1932 l'Anglais Chadwick, un des étudiants de Rutherford, découvrit en bombardant du bérylium, une particule électriquement neutre (sa trajectoire n'était pas courbée par un champ magnétique). Sa masse apparut être très voisine de celle du proton. C'était donc ce fameux neutron dont on montra par la suite qu'il ne s'agissait pas d'un tandem proton électron mais bien d'une nouvelle particule élémentaire.

Comme on savait produire ces neutrons on se mit à les utiliser à leur tour pour bombarder toutes sortes de corps.

Avant même que les premiers résultats expérimentaux aient été obtenus, d'autres que Rutherford étaient saisis par l'intuition qu'une découverte de première importance se préparait. Le professeur Fritz Houtermans mentionnait ainsi dans son discours à l'université de Berlin que cette particule minuscule, tout récemment découverte à Cambridge, pourrait libérer les immenses forces prisonnières de la matière. Trois ans plus tard, le Français Frédéric Joliot-Curie, recevant le prix Nobel à Stockholm avec sa femme Irène pour la découverte de la radioactivité artificielle (ils avaient créé des radioéléments instables par transmutation, en le bombardant avec des particules chargées et ceux-ci s'étaient révélés à leur tour émetteurs de rayonnement) s'exprimait dans des termes semblables :

---

[10] Nucléon, du Latin nucleus : noyau.

- Nous sommes en droit de penser que les chercheurs, brisant et construisant les éléments à volonté, trouveront le moyen de réaliser de véritables transmutations à caractère explosif. Si de telles transmutations arrivent à se propager dans la matière on peut concevoir l'énorme libération d'énergie utilisable qui aura lieu.

La nature avait effectivement laissé dans un même matériau, l'uranium, à la fois l'explosif et les allumettes. Si le phénomène de réaction en chaîne n'avait pas existé dans cet élément, il n'y aurait encore de nos jours ni réacteurs ni bombes atomiques. Etant donné les ennuis que cette affaire est en passe de nous causer on peut se demander s'il ne s'agit pas là d'une intervention du diable.

A Sandia la physique reprenait son cours laborieux et normal, guidé par les contraintes technologiques. Joy m'avait conduit au centre avec sa vieille Chevrolet décapotable. Elle était divorcée et vivait seule avec son fils.

Livermore, en comparaison de Sandia, ressemblait à un moulin à vent. Ici on est finissait plus de contrôler à la fois mon identité et les lettres de créance dont j'étais porteur et je passais une bonne heure dans les différents postes de garde. Les différentes zones concentriques correspondaient entre elles par de longs couloirs qui me rappelaient la nouvelle de Borgès intitulée "la bibliothèque". Ces zones étaient barrés par des portes munies de barreaux absolument identiques à ceux ces prisons.

Le responsable des relations extérieures m'accueillit en bras de chemise, nœud de cravate descendu. Nous parlâmes de mon séjour Californien.

- On m'a dit que vous meniez ici des recherches en quelque sorte parallèles à celles effectuées à Livermore et qui viseraient à créer des réactions de fusion en bombardant une cible avec des électrons.

- C'est exact. Nous nous occupons d'un projet de fusion par faisceaux d'électrons.

- Sera-t-il possible de voir quelques expériences ?

- Rigoureusement impossible. L'ensemble des activités de ce secteur de Sandia est totalement classified. La seule façon que vous pourriez avoir de visiter le centre serait de vous noircir le visage et de sauter de nuit en parachute. A part cela que pouvons-nous faire pour vous ?

Lui et son adjoint se mirent à rire. Tout cela n'était guère encourageant. Je passais la journée dans un bureau sans fenêtre à compulser la documentation qu'ils me fournirent. A Livermore Alström jouait les Archimède. Ici c'était plutôt Jovien. Dans la mesure où ce qu'on cherchait à créer était finalement très proche de la foudre cela donnait à la manip un côté assez Frankenstein.

Imaginez une sorte de camembert de trente mètres de diamètre, ou plutôt un de ces fromages "Vache-qui-rit",où la crème est répartie en petits secteurs, chacun d'entre eux étant un puissant canon à électrons. L'ensemble de ces dispositif étant immergé dans de l'eau, faisant office de diélectrique, c'est à dire de milieu assurant le stockage des charges électriques.

A Livermore on faisait la chasse aux poussières et aux moucherons. Ce que craignaient les gens de Sandia, c'étaient les bulles. Avant chaque essai des plongeurs munis de bouteilles allaient s'assurer que des bulles d'air n'adhéraient pas aux organes immergés de la machine, qu'ils frappaient doucement avec des marteaux.

Le système de Sandia consistait à créer une décharge radiale, centripète, dont le point d'arrivée était une sphère-cible de la taille d'un poids. Lorsque les trente six canons à électrons tonnaient en même temps, les jets d'électrons parcouraient les rayons de cette roue d'Ezechiel et venaient converger vers son moyeu. L'énergie stockée dans l'eau étant cent fois plus importante qu'à Livermore et pouvant être délivrée en un temps comparable, c'est à dire en une dizaine de milliardièmes de seconde Il suffisait de faire le calcul : la puissance instantanée pouvait alors atteindre cent mille milliards de watts, cent térawatts, c'est à dire la puissance collectée par un miroir solaire de trois cent kilomètres de diamètre, supérieure à celle de toutes les machines crées par l'homme sur Terre fonctionnant en même temps.

Le chargé des relations extérieures ne m'avait pas lâché d'une semelle de la journée. Je le bombardais de questions auxquelles il fut vite incapable de répondre.

- Dites, vous posez de sacrées questions pour un journaliste.

Tout ce que je pus savoir était qu'il y avait des problèmes de focalisation de ce flot d'électrons turbulents. La puissance était là mais cette foudre artificielle se concentrait pour le moment dans un volume équivalent à celui d'un œuf de pigeon.

On me proposa d'interrompre là ma visite et de revenir le lendemain pour discuter avec le responsable du projet, un certain Gérald Yonas.

En rentrant à l'hôtel avec Joy je me prenais à imaginer quelque savant fou à la Frankeinstein montant une expérience analogue, mais utilisant carrément l'énergie de la foudre. On était de toute façon bien loin des expériences de Cambridge.

RENCONTRE AVEC YONAS

Le rendez-vous avez Yonas, responsable du projet de fusion par faisceaux d'électrons de Sandia, était fixé à l'après midi du lendemain. En attendant j'allais traîner dans la vieille ville avec Joy pour acheter quelques bijoux indiens en me disant qu' il était peu probable qu'il me laisse voir quoi que ce soit de ses installations, comme j'avais pu le faire à Livermore. La chance ne vous sourit pas à chaque fois. Sandia étant un des hauts lieux de la mise au point des têtes thermonucléaires, on ne pouvait quand même pas espérer y entrer comme dans un moulin. La science moderne est une affaire d'état.

Il y a des siècles la science, la morale et la religion étaient considérées comme un tout indissociable mais au dix-septième siècle les académies des sciences avaient consacré l'éclatement de ce trio en décidant d'écarter de leurs séances tout débat concernant les questions morales, politiques ou théologiques . La science avait décidé d'aller vivre sa vie sans rendre compte à ses deux sœurs. Au début du siècle la finalité de la démarche scientifique était donc la connaissance pure. Le savant travaillait pour arracher à la nature ses derniers secrets. Les études de pointe sur la structure de la matière se déroulaient essentiellement en Europe dans la période qui suivait la première guerre mondiale, laquelle n'avait été pour les chercheurs qu'un intermède fâcheux qui avait nui aux échanges des idées.

La communauté des savants avant la guerre de 39-45.

Même au plus fort de la guerre la solidarité internationale, très vive, avait continué de jouer. L'Anglais Chadwick, futur découvreur du neutron, s'était ainsi retrouvé coincé en Allemagne au moment de l'ouverture des hostilités et interné près de Berlin. Immédiatement ses collègues Allemands Nerst et Rubens se débrouillèrent pour lui fournir du matériel pour qu'il puisse continuer ses recherches pendant sa captivité, ce qu'il fit. En dépit de la phrase prophétique de Rutherford en 1917 il était évident qu'à l'époque personne n'escomptait retirer un profit quelconque, au point de vue stratégique, des recherches sur l'atome et la démarche de Nerst et de Rubens était parfaitement désintéressée. Des ingénieurs mettaient bien sûr leurs connaissances au service de l'armée et développaient des choses comme l'avion et le sous-marin, mais la technique restait une cousine éloignée de la science. Les scientifiques n'envisageaient pas comme

maintenant les conséquences immédiates de leurs actes sur le sort des armes et cette question lui semblait bien loin de ses préoccupations.

La guerre achevée, les savants reprirent immédiatement leurs échanges, n'ayant pas la moindre idée de ce que pouvaient signifier des mots comme secret et censure. Dans le laboratoire Cavendish de Cambridge l'irascible Rutherford continuait son travail de précurseur dans ce monde nucléaire, qu'il avait découvert le premier. Pour illustrer l'état d'esprit qui régnait alors voici une anecdote significative. Avant le début de la guerre l'Institut Viennois du Radium avait prêté à Rutherford deux cent cinquante milligrammes de cette précieuse substance dont les uniques gisements se trouvaient à Joachimstal, en Bohème, et étaient à l'époque la propriété de la monarchie Austro-Hongroise. Pendant la guerre le gouvernement Anglais en avait décidé tout naturellement la confiscation et lorsque la paix fut signée, celui-ci considéra que l'université de Cambridge en restait propriétaire. Mais Rutherford, passant superbement outre, entreprit de dédommager le prêteur. En avril 1921 il put écrire à son collègue autrichien Stefan Meyer :

- J'ai été alarmé par votre communication relative aux finances de l'Institut du Radium de Vienne et j'ai fait tout mon possible pour réunir les capitaux nécessaires à l'achat de la petite quantité de radium si généreusement prêtée par l'Académie. Elle m'a été d'un grand secours dans mes recherches.

Meyer lui écrivit que le cours du radium était devenu "monstrueusement élevé" sur le marché mondial, mais Rutherford battit la campagne pour réunir la somme, ce qui fut d'un grand secours pour cet institut, pris dans la tourmente de la dévaluation qui avait suivi la guerre.

Ce geste illustre à quel point les savants des différents pays se considéraient comme en dehors de toute ingérence politique.

A Copenhague Niels Bohr reconstruisait le monde à travers la mécanique quantique, en France le couple Joliot-Curie découvrait la radioactivité artificielle en réussissant à transformer de l'aluminium en un isotope radioactif du phosphore par bombardement à l'aide de noyaux d'helium. Göttingen, en Allemagne, véritable pépinière scientifique, constituait le quatrième sommet de ce carré. La compétition était rude au plan du prestige entre expérimentateurs et théoriciens. Bohr et son équipe ouvraient une ère nouvelle où l'on prédisait la nature des choses avant de la constater, la célèbre équation de Schrödinger étant exploitée comme une matrice féconde.

Ce dernier avait construit sa célèbre équation dans le but de rendre compte de quelque problème d'optique et c'est un peu par hasard qu'on s'était aperçu que celle-ci semblait décrire avec bonheur la réalité

microscopique. Il n'est pas mauvais de revenir un instant sur l'origine de cette clef de voûte de la science contemporaine. On a coutume de penser que les équations trouvent leur fondement dans une longue approche expérimentale. A certains moments de l'histoire des sciences certaines personnes construisent des jeux d'équations un peu comme on invente les éléments, les rouages d'un meccano, qu'on se met à exploiter par la suite. Les outils de base sont évidement empruntés aux mathématiques, lesquelles trouvent leur fondement dans une expérience plus ancienne encore. Toute ce qui prend par exemple la forme d'équations différentielles trouve sa base dans l'œuvre de Leibniz, inventeur du calcul infinitésimal. Lorsque des gens comme l'Anglais Maxwell et le Français Poisson construisirent les équations permettant de rendre compte des phénomènes électromagnétiques et gravitationnels, ils tentèrent simplement d'intégrer, dans un tout cohérent, de bon nombre d'expériences antérieures. On considère généralement Maxwell comme le plus grand théoricien ayant vécu entre Newton et Einstein. C'était un simple professeur de physique expérimentale au laboratoire Cavendish de l'université de Cambridge. En analysant toutes les données expérimentales du temps il avait pu en extraire un jeu d'équations très élégantes, mais solidement ancré dans des phénomènes directement perceptibles et mesurables.

Quand on se tourne vers l'équation de Schrödinger, le tableau apparaît fort différent. Sa découverte fut une sorte de hasard "expérimental" et aujourd'hui encore les physiciens théoriciens doivent admettre avec agacement qu'elle ne possède aucune base ontologique. En appelant un chat un chat l'équation de Schrödinger repose.... sur l'équation de Schrödinger, sa seule raison d'être étant son caractère extraordinairement prolifique et opératoire, qui n'a jusqu'à présent jamais pu être mis en défaut. Si le monde de la relativité restreinte échappe quelque peu à l'intuition, c'est encore bien pis pour celui de la mécanique quantique. Que manipule-t-on au juste avec tout cela ? Personne ne peut le dire aujourd'hui encore. Ceux qui sont théoriciens dans l'âme n'en ont cure, d'ailleurs. Aux expérimentateurs de s'en accommoder.

On en revient au mythe Platonicien, expérimentateurs et théoriciens vivant dans la même caverne. Mais voici que les théoriciens, grâce à la complicité des mathématiques se mettaient à avoir quelque dialogue privilégié avec les choses de l'extérieur.

Tout cela ne faisait pas l'affaire de Rutherford, qui grommelait :

- Ces théoriciens ont trop de prétention. C'est à nous, hommes de laboratoire, de leur rabattre le caquet.

A l'opposé, le mathématicien Hilbert, qui animait avec Born et Frank l'Institut de Göttingen, lui renvoyait la balle en disant à qui voulait l'entendre :

- Non, voyez-vous, la physique est décidément trop difficile pour les physiciens.

Hilbert était passionné par la quête de la nature profonde des choses et n'avait que mépris pour les "techniciens". Il s'était donné pour but de recourir aux mathématiques pour venir en aide à la physique "spirituellement déficiente" et avait donc créé pour les physiciens des outils de travail paradoxalement extrêmement abstraits mais qui allaient se révéler très performants et qui furent ultérieurement consignés dans un livre de venu célèbre et intitulé Methodes Mathématiques de la Physique. Tous les physiciens théoriciens se doivent de nos jours de se familiariser dès les bancs de l'université avec les "espaces de Hilbert", mondes étranges qu'aucun objet physique n'habite puisqu'ils ne sont peuplés que de.. fonctions mathématiques.

Mais Hilbert aimait à cacher sa préoccupation des choses concrètes derrière des boutades acerbes. Ainsi il avait du un jour remplacer un collègue mathématicien, Félix Klein, qui laissa son nom à un objet topologique en forme de bouteille[11], pour animer une rencontre avec des ingénieurs. Inquiets, les organisateurs lui avaient recommandé une attitude d'ouverture et de dialogue. Mais Il ouvrit sa conférence en lâchant d'un ton acerbe :

- On entend dire à tout propos que savants et ingénieurs sont ennemis. Je ne crois pas que cela soit vrai. Je suis même tout à faite sûr du contraire, car en vérité ils n'ont rien à faire ensemble.

Cette boutade n'était pas l'expression d'une intransigeance ou d'un dogmatisme mais révélait au contraire un grand souci d'honnêteté. La science n'était pas comme aujourd'hui un édifice prétentieux devenu la propriété d'administrateurs du savoir scientifique, c'était un chantier retentissant des tirs de mine. Dans les universités la nourriture quotidienne des étudiants ne constituait un ensemble de faits depuis longtemps démontrés mais un lot de questions ouvertes, vivantes, propre à stimuler leur imagination et leur créativité.

Einstein avait montré qu'une énergie fantastique se cachait dans la matière et tous se demandaient, souvent avec une certaine inquiétude, si on allait un jour être réellement capable de l'en faire sortir.

Ainsi le physicien Nerst écrivait en 1921 :

---

[11] La "bouteille de Klein" est une surface unilatère qui, comme le ruban de Möbius, est unilatère, ne possède qu'un seul côté.

- Nous vivons pour ainsi dire sur une île de fulmicoton, mais, pour mettre le feu aux poudres nous n'avons, Dieu merci, pas encore trouvé d'allumettes.

Göttingen.

Chaque printemps la petite ville Allemande de Göttingen, en basse Saxe, voyait affluer tout le gotha scientifique international et connaissait une invraisemblable concentration de prix Nobel à l'hectare. Chaque soir les auberges retentissaient de discussions scientifiques passionnées. Les étudiants étaient mis au courant de l'avancement des recherches pendant les cours et les professeurs n'hésitaient pas à présenter des questions non résolues en lançant à la cantonade :

- Quelqu'un aurait-il une suggestion sur la façon de résoudre cet agaçant problème ?

Tous avaient l'impression qu'un nouveau monde était en train de naître, que la boite de Pandore nommée atome était sur le point de s'ouvrir et ils en parlaient avec une curiosité souvent mêlée de crainte. Témoin cette phrase de Franck, un des directeurs de l'université :

- Je sais qu'une idée nouvelle est vraiment importante quand sa naissance me saisit soudain d'une terreur profonde.

L'Amérique semblait bien conventionnelle à côté de ce bouillonnement Européen et la petite ville Allemande attirait les chercheurs d'outre Atlantique. Ceux-ci, selon leur propre expression, effectuaient à rebours le trajet de Christophe Colomb, à la recherche d'un nouveau monde.

Un matin de 1926 un jeune chercheur très maigre, fils d'un homme d'affaires de New-York, s'inscrivit à Göttingen pour y faire un doctorat. Il s'appelait Oppenheimer.

Tous les acteurs qui allaient jouer un rôle important dans la tragédie passèrent à un moment ou à un autre sur cette scène Allemande : les Hongrois Slizard et Teller, l'Anglais Dirac, le brillant Heinsenberg. Mais bientôt la poussée de l'hitlérisme allait agir à la manière d'un coup de pied dans cette fourmilière.

Certains scientifiques séduits par le national socialisme et la naissance d'un "ordre nouveau", soutenus par des étudiants en chemises brunes, avaient tenté de dénoncer le "bluff juif" que représentaient à leurs yeux les théories d'Einstein et de Bohr. Mais leurs remarques acerbes leur avaient aussitôt attiré des réponses condescendantes et moqueuses de la part de collègues plus avertis.

Inexorablement l'étau hitlérien se referma sur la petite communauté et après la prise de pouvoir en 1933 l'épuration commença. La victime la plus illustre fut le prix Nobel Franck, qui fut un des premiers expulsés. Suivirent Bohr, Teller, Slizard et beaucoup d'autres.

Les nazis étaient des techniciens, non des savants. L'idée d'un effort scientifique soutenu et coordonné sur une longue période de temps leur était étrangère tout simplement parce qu'ils avaient prévu une guerre courte. Ils se méfiaient des intellectuels et nommèrent ministre de la science le docteur Rust, qui était un dirigeant faible, de peu d'agilité mentale et dont l'attitude envers les savants se révéla immédiatement après sa nomination, lorsqu'il déclara :

- Les scientifiques sont des charlatans, sans la moindre idée originale.

Selon une plaisanterie de l'époque, Rust était "l'unité de mesure standard du minimum de temps écoulé entre la promulgation d'un décret et son abrogation".

Pourtant l'Allemagne nazie n'avait pas perdu son respect traditionnel envers le savoir et allouait des salaires relativement élevés aux chercheurs, mais l'anti-intellectualisme des nationaux socialistes se traduisait par une grande méfiance envers les savants.

Les juifs expulsés d'Allemagne ne constituaient qu'une fraction minoritaire de la population scientifique, environ douze pour cent. Mais cette perte se révéla beaucoup plus dommageable dans la mesure où ceux qui faisaient mine de poursuivre les travaux des expulsés étaient à leur tour considérés comme des "juifs blancs". Dans l'esprit des penseurs nazis les théories d'Einstein et de Bohr étaient des théories fausses.

Lorsque Rust se rendit à Göttingen il demanda au cours du dîner à Hilbert s'il était vrai que l'institut ait tant souffert du départ des juifs et de leurs amis. Celui-ci répondit :

- Souffert ? il n'a pas souffert, il n'existe plus !

Les années qui suivirent devaient se révéler décisives dans le chemin qui allait mener à la réalisation de la première bombe atomique. Les physiciens pensaient qu'en brisant des noyaux on pourrait provoquer un dégagement d'énergie extrêmement intense mais il ne voyaient pas comment disloquer un arrangement aussi solide. Une particule chargée comme le proton (noyau de l'atome d'hydrogène) pouvait constituer un projectile possible dans cet assaut mené contre la forteresse atome, mais hélas elle s'épuisait dans son approche du noyau à vaincre une très forte "barrière de potentiel" de nature électrostatique. L'énergie qu'on devait lui communiquer paraissait ainsi hors de portée de ce dont on disposait à l'époque. Pour donner une image du problème on pourrait représenter les noyaux comme des trous de golf situés au sommet d'une butte très élevée. Pour pénétrer dans le noyau

le proton-balle de golf devait être lancé à une vitesse considérable pour réussir à escalader la butte, faute de quoi il retombait en évitant l'obstacle.

A l'époque où les noyaux furent découverts on ne se posait pas le problème de savoir d'où ils venaient. Ce n'est qu'avec le temps que les mécanismes de la nucléosynthèse furent élucidés et que l'on comprit du même coup comment fonctionnaient les étoiles et comment elles fabriquaient dans leur chaudière interne, de manière paisible ou paroxysmique, l'ensemble des éléments de la table de Mendéléiev.

Les molécules étaient faites d'atomes, liés ensemble par des électrons, ceux-ci faisant le va-et-vient de l'un à l'autre. La physique théorique imposa petit à petit l'idée que toute force devait être associée à un certain type de particule. Ainsi la force électromagnétique était tout simplement associée au photon. L'électron devenait le véhicule des forces liant les atomes entre eux dans les molécules. Il subsistait un bien grand mystère : comment les noyaux n'explosaient-ils pas ? Qu'est-ce qui empêchait les protons contenus dans ces noyaux de se repousser avec violence ?

La boite de Pandore s'ouvre.

En 1935 le japonais Yukawa découvrit une relation simple entre la porté d'une force et la masse de la particule dont l'échange produit la force. Il existait une distance à partir de laquelle la force n'agissait pratiquement plus et celle-ci était simplement inversement proportionnelle à cette masse. Dans le cas de l'électromagnétisme la masse de la particule échangée (les photons) étant nulle, la portée des forces était par conséquent infinie et l'intensité décroissait simplement selon l'inverse du carré de la distance. Dans le cas des liaisons chimiques, par échanges d'électrons, la portée correspondante était de 10^{-13} mètre.

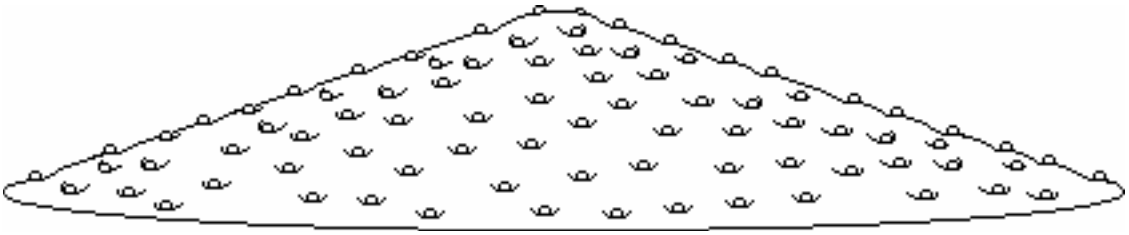
Ainsi, si la force liant les nucléons dans le noyau était due à un échange d'électrons le diamètre des noyaux atomiques devait être de cette taille. En fait, comme l'avaient montré Geiger et Mardsen, ce diamètre était plusieurs centaines de fois inférieur. Yukawa en déduisit que l'échange d'électrons n'était pas le mécanisme responsable des forces nucléaires. Il supposa qu'il devait exister dans les noyaux des forces liées à des particules, qu'il baptisa mésons, dont la masse devait être quelque deux cent fois élevée que celle de l'électron.

Les noyaux étaient donc des sortes de "molécules" où les protons jouaient le rôle des atomes, et les mésons celui des électrons

La stabilité d'une molécule est liée à sa géométrie, une molécule compacte, harmonieuse, étant a priori plus stable qu'une autre. Il en était de même pour les noyaux. L'un des noyaux les plus stable est celui de l'atome d'hélium, qui est constitué de quatre nucléons, deux protons et deux neutrons, qui s'agencent de manière à former un tétraèdre. Cet objet est identique aux piles de quatre boulets que l'on plaçait jadis auprès des bombardes. Il est évident qu'on aurait beaucoup plus de mal à créer une structure compacte et symétrique avec cinq nucléons. On peut facilement en faire l'expérience ne manipulant quatre ou cinq boules de mie de pain. Aussi cette dernière structure nucléaire est-elle instable.

Les atomes stables dans la nature correspondent à des assemblages géométriquement compacts. On avait montré qu'en bombardant certains éléments et en les enrichissant en nucléons on pouvait perturber cette belle harmonie et créer des éléments nouveaux plus ou moins instables qui changeaient de configuration en émettant à leur tour des particules, en devenant à leur tour radioactifs, phénomène qui avait été découvert par les Joliot-Curie en 1934.

Mais il existait dans le lot un élément totalement instable : l'uranium 236. Lorsqu'on bombardait un noyau d'Uranium 235 avec un neutron, celui-ci, en l'absorbant, devenait l'élément 236, mais instantanément cet apport déséquilibrait totalement l'ensemble du noyau. Au lieu de ré éjecter l'intrus, celui-ci se brisait en deux parties de masse inégale, en émettant à son tour plusieurs neutrons, susceptibles de produire à leur tour d'autres "fissions". La potentialité de réaction en chaîne peut se comprendre si on reprend l'image du château de sable. On pourrait alors représenter les atomes d'uranium 235 par des cuvettes, aux bords relativement peu élevés, figurant une espèce de petit cratère lunaire assez peu accusé, contenant en son centre plusieurs billes. Si l'une d'elle dévale la pente elle aura la possibilité de glisser dans une de cuvettes situées sur son chemin et d'en éjecter les billes qu'elle contient (figurant les neutrons susceptibles d'être réémis par fission du noyau) . Ceci étant on aurait plus une bille dévalant les flancs du château, mais plusieurs, elles même susceptibles de déséquilibrer et de vider de nouvelles cuvettes.

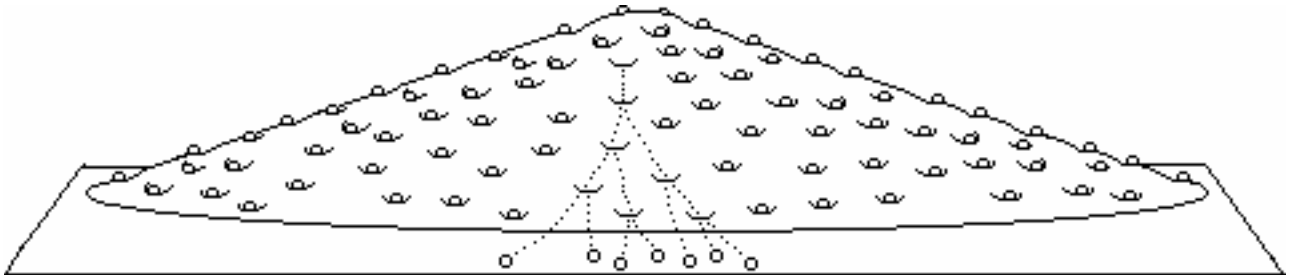


Le "château de sable" : chaque bille, dans sa cuvette, représente un atome d'uranium 235

Intuitivement on se dit que la chose ne sera statistiquement possible que si la bille initiale a effectivement une chance de rencontrer sur son passage l'une de cuvettes et de tomber dedans. Les noyaux sont très espacés dans la matière, même sous forme solide. Il faudra alors un très grand château pour que le phénomène ait des chances de se produire. Avec un tas de sable trop petit une bille n'aura qu'une chance infime de rencontrer une cuvette et sortira simplement sans interagir.

Le "tas de sable" est trop petit. Une bille quitte son logement et sort sans interagir. Pas de réaction en chaîne. Masse inférieure à la "masse critique". Simple désintégration naturelle de l'U235 avec faible émission de neutrons. Sporadique.

Si on faisait effectivement cette expérience avec des tas de sable de plus en plus grands on tomberait sur une diamètre critique à partir duquel toute bille lâchée créerait aussitôt un déséquilibre du château tout entier.



Le "tas de sable" est assez grand : une bille quittant son logement peut en déséquilibrer une autre et créer un phénomène d'avalanche, de "réaction en chaîne". La "masse critique" est atteinte. On a ici représenté les conséquences de la "chute" d'un unique neutron. Le phénomène, étendu à l'ensemble du "tas de sable", se traduirait par une émission massive de "neutrons".

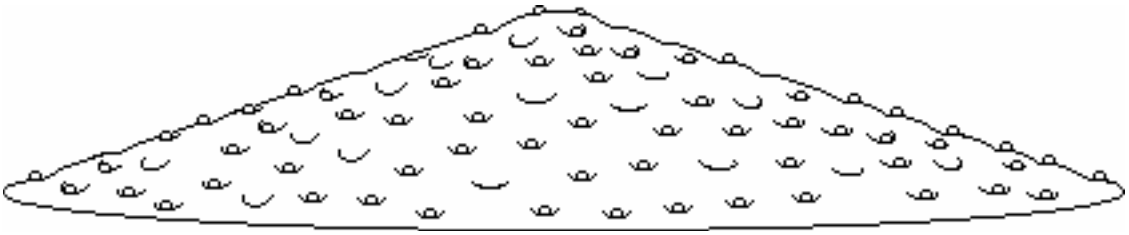
On voit ainsi apparaître le concept de masse critique, qui est en fait, en étendant ceci dans les trois dimensions, un volume critique.

Une autre idée peut être mise en évidence. Si la bille initiale est trop rapide et si elle aborde une des cuvettes par sa périphérie elle ne pénètrera pas franchement dans celle-ci en heurtant les billes qu'elle contient mais se

contentera de ressortir du "cratère" sans interagir avec les billes situées en son centre.

Lorsqu'un joueur de golf effectue un "put" pour loger sa balle dans un trou, il ne frappe pas celle-ci comme un fou, sinon il n'aurait aucune chance de réussir son coup. Ainsi des neutrons lents ont-ils beaucoup plus de chance de créer des fissions que des neutrons rapide.

Dans le tas de sable on pourrait aussi ménager d'autres cuvettes, vides celles-ci, qui captureraient simplement les billes, annulant toute possibilité d'éjection ultérieure. Ce faisant on illustrerait un autre concept, celui d'absorbeur de neutrons.



"Tas de sable" peuplé, ici et là, de cuvettes vides, simulant les "absorbeurs de neutrons".

La première réaction de fission fut obtenue en 1934 par l'italien Enrico Fermi à Rome, mais il ne sut pas sur le moment interpréter son expérience.

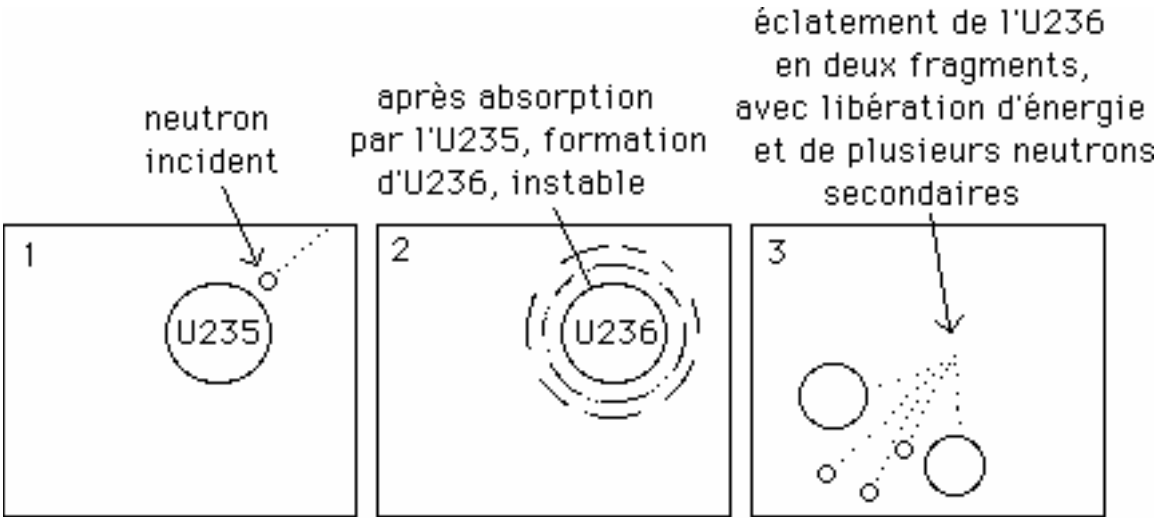


Schéma d'une réaction de fission.

Il constata également l'efficacité des neutrons lents en ayant l'idée d'interposer entre la source et la cible son bocal de poissons rouges, dont l'eau faisait office de ralentisseur de neutrons et constata que ceci

augmentait la réémission de particules d'un facteur cent. En constatant cette réémission de neutrons, il crut avoir créé par transmutation des éléments de charge plus élevée que celle de l'uranium, des "transuraniens". Déjà on songeait à trouver un nom à ces nouvelles substances. Il était déjà très connu dans l'Italie fasciste qui tenta de faire pression sur lui pour qu'on profite de cette occasion pour glorifier le régime en appelant par exemple le premier élément le littorio (les licteurs étaient des officiers romains qui portaient, pour signaler leurs fonctions d'administrateurs et de juges, des faisceaux de verges, qui étaient devenus le symbole de l'Italie mussolinienne). Mais un collaborateur de ses collaborateurs, Corbino, qui avait le sens de la répartie, fit remarquer que ces éléments risquaient d'avoir une durée de vie très courte et que ça n'était peut-être pas le meilleur moyen de célébrer le régime.

Un chercheur de l'institut physico-chimique Allemand de Fribourg, Ida Noddack, commentant l'expérience de Fermi, écrivit alors dans la Revue de Chimie Appliquée :

- Rien n'empêche de supposer que cette désintégration nucléaire ne s'accompagne pas de réactions toutes nouvelles différentes de celles produites jusqu'ici par l'action des rayons protons et et des rayons α (noyaux d'hélium) sur les noyaux atomique. On peut donc penser que, dans le bombardement des noyaux lourds par les neutrons, ces noyaux se divisent en fragments assez grands, isotopes d'éléments connus, mais non voisins des éléments soumis aux radiations.

Fermi lut cette critique dans la revue mais il ne la trouva pas crédible. Otto Hahn à l'Institut Kaiser de Berlin rejeta également la suggestion d'Ida Noddack en déclarant qu'il ne voulait pas la ridiculiser, mais que cette hypothèse d'éclatement du noyau d'uranium en fragments assez grands était totalement absurde.

Depuis des années on bombardait des noyaux avec des particules chargées dotées d'énergie de plus en plus considérable et elles ne créaient que des altérations minimes dans ces assemblages. Personne ne voulait croire que des neutrons dotés d'une énergie dix millions de fois plus faible pussent provoquer la dislocation totale d'un noyau, libérant l'énergie qu'il recélait. C'est comme si une troupe munie de fusils à plomb réussissait à faire éclater un blockhaus que n'arrivait pas à entamer des obus de fort calibre.

Parmi ceux qui s'étaient mis à bombarder les atomes de neutrons se trouvait le couple Joliot-Curie. Irène Joliot-Curie publia un article en 1938 qui contestait cette thèse de création de transuraniens par bombardement de neutrons. Elle avait en effet détecté dans les produits de réaction des substances qui ne cadraient pas du tout avec un schéma de création de transuraniens imaginé entre temps par Hahn.

Dans ce dernier acte de la prise de conscience de la libération d'énergie par la matière se situe une polémique peu brillante comme il en existe couramment dans le monde des sciences. Hahn et sa collaboratrice la plus proche, Lise Meitner, ne croyant pas aux conclusions de madame Joliot-Curie et mettant même carrément en doute la fiabilité de ses résultats expérimentaux disaient à leur entourage :

- Madame Joliot-Curie tient ses connaissances de chimie de sa célèbre mère, aujourd'hui elles ont un peu vieilli.

Mais Hahn était partisan de ne pas contre attaquer trop vivement.

- Il y a assez de sujets de discorde entre l'Allemagne et la France en ce moment,disait-il, n'en créons pas de nouveau.

Il suggéra au couple Joliot de refaire ses expériences. Ceux-ci ne donnèrent pas suite mais publièrent un second papier qui signifiait "persiste et signe". Hahn refusa de le lire tant cette attitude de "persévérance dans l'erreur" chez ces Français l'agaçait.

A l'automne 38 madame Joliot-Curie publia un troisième rapport que lut un des collaborateurs de Hahn, Strassman, qui comprit qu'il pouvait y avoir là une piste digne d'intérêt. Il supplia Hahn d'y jeter un œil, mais celui-ci répondit à travers la fumée de son cigare :

- Ce que cette dame écrit là ne m'intéresse pas.

Strassman décida de passer outre et exposa en quelques minutes les résultats de ce dernier rapport. Il raconta plus tard :

- Hahn en fut frappé comme par la foudre. Sans prendre le temps de finir son cigare, qu'il déposa brûlant sur son bureau, il descendit avec moi en courant jusqu'au labo.

Hahn avait refusé l'évidence pendant des années, tout simplement parce que cette idée contredisait une théorie qu'il avait élaborée sur la création des transuraniens. Ce jour là il bascula du tout au tout et décida de refaire lui-même les expériences des Joliot. En peu de semaine il établit que le bombardement de l'uranium par des neutrons avait bien provoqué sa rupture en deux morceaux , l'un d'eux étant dans cette expérience un noyau de baryum, d'une masse sensiblement moitié de celle de l'uranium.

Ce jour là, craignant d'être devancé par les Français, il prit fébrilement contact avec les éditions Springer, qui éditaient la revue Naturwissenschaften en demandant au responsable de la rédaction de lui passer une communication en urgence, qui fut datée du 22 décembre 1938. L'analyse complète du processus de fission avec mise en évidence de la réémission de neutrons fut donnée peu après par sa collaboratrice Lise Meitner, qui avait du entre temps émigrer en Hollande pour fuir les

persécutions nazies. En lisant son article Niels Bohr se frappa le front en s'écriant :

- Comment avons nous pu ignorer cela si longtemps ?

La boite de Pandore venait de s'ouvrir. La prédiction de Rutherford, mort un an avant, venait de s'accomplir.

Ce moment est absolument essentiel dans l'histoire des sciences. Pour la première fois des savants avaient mis le doigt sur une découverte susceptible d'apporter des changements qualitatifs profonds et immédiats, de bouleverser le cours de l'histoire. A partir d'expériences de table, mettant en jeu des énergies somme toute assez ridicules on voyait se dessiner une inquiétante possibilité de "divergence", peut-être incontrôlable. Les scientifiques n'étaient absolument pas préparés à une telle perspective. C'était fini des petits amusements entre amis, entre happy few. La science n'était plus seulement une quête curieuse des secrets de dame nature mais une sorte de jeu d'apprenti sorcier qui pouvait devenir soudain extrêmement dangereux.

De nos jours un phénomène semblable est en train de se produire en biologie, à travers les manipulations génétiques car il existe un risque non nul de créer un jour par hasard au fond d'une simple éprouvette un virus qui puisse échapper à tout contrôle et se propage à très grande vitesse à travers le globe, sans qu'on soit à même de trouver à temps une parade efficace[12].

En analysant l'époque précédant la seconde guerre mondiale il faut se souvenir que la présence de la science (contemporaine) dans la vie des hommes était une chose toute récente. En 1900 l'électricité n'existait pratiquement pas dans les laboratoires, où l'on s'éclairait au gaz ou au pétrole. La richesse d'un laboratoire pouvait s'estimer au nombre de piles qu'il possédait et les hautes tensions étaient obtenues à partir de simples bobines de Ruhmkorff. Toute la technologie utilisée était d'une rusticité extrême et d'un coût relativement modique. Jamais on aurait songé un instant investir dans une recherche des sommes comparables à celles nécessités par la construction d'un navire à vapeur, par exemple.

Le changement d'échelle s'amorça à Leyde, en Hollande, en 1926 avec la création par Kamerlingh Onnes du premier laboratoire cryogénique, axé sur la physique des basses températures. Au même moment à Berlin et à Princeton les chercheurs commençaient à construire des générateurs de particules chargées, fonctionnant sous des tensions d'un million de volts et plus, qui préfiguraient les monstrueux accélérateurs de particules des décennies suivantes. A Berlin Brash et Lange construisirent un générateur

[12] Certains pensent que le SIDA pourrait être le résultat d'une manipulation génétique due à l'action de micro-ondes sur des virus.

d'impulsions pour accélérer des protons pour réaliser des désintégrations nucléaires. Ils essayèrent même d'utiliser les hautes tensions des nuages d'orage dans le plus pur style Frankenstein, ensemble de recherches qui n'étaient pas sans risque puisqu'elles entraînèrent plusieurs fois mort d'homme. Aux Etats-Unis Lawrence, qui donna son nom au laboratoire que j'avais visité la semaine passée, construisait les premiers cyclotrons, fer de lance d'une future "science lourde".

En janvier 1939 les savants marquaient donc le pas, effrayés par leurs découverte. Cependant la plupart conservaient une attitude providentialiste. Einstein déclarait à la presse qu'il ne croyait pas à la "libération de l'énergie atomique" et Otto Hahn disait à ses proches collaborateurs : "Dieu ne le permettra pas !".

Hahn avait montré que la rupture d'un gros noyau s'accompagnant d'une très forte libération d'énergie, était possible. L'idée complémentaire était celle de la réaction en chaîne. Cette possibilité avait été signalée dès 1932 par Slizard et Joliot-Curie. Que la fission produise plusieurs neutrons et que ceux-ci puissent ensuite engendrer d'autres fissions et tout devenait possible à des échelles qui n'avaient plus rien à voir avec celle du laboratoire. Ainsi en cette veille de la seconde guerre mondiale, une toute petite poignée de savants, utilisant leur capacité d'extrapolation et se basant sur un résultat obtenu avec des moyens dérisoires, connaissaient précisément la potentialité d'une arme capable de tuer des millions d'hommes.

Slizard, juif hongrois, avait émigré aux Etats-Unis en même temps que Fermi, lequel avait fui l'Italie fasciste. Dès qu'il apprit que l'idée de fission était devenue une réalité expérimentale, il fit des pieds et des mains pour monter des expériences propres à conforter son jugement. Pour ce faire il emprunta deux mille dollars à un ami, afin de se procurer un gramme d'uranium. A l'époque il n'avait pas encore de poste fixe et avait réussi à se faire accueillir par un laboratoire de l'université de Colombia, à New York. Mais, en peu de jours, il put constater cette émission supplémentaire de neutrons, caractéristique de cette autocatalyse nucléique. Il avoua lui-même qu'il avait fortement espéré que cette réémission fut nulle, ou insuffisante pour être exploitable. Hélas, non. Convaincu, il suggéra une véritable autocensure scientifique à l'échelon international et recueillit l'assentiment de quelques scientifiques dont Edward Teller, également émigré aux USA.

Une découverte qui échappe à ses inventeurs.

En France Frédéric Joliot-Curie était le leader en matière de recherche sur la fission. Il travaillait également dans le but de produire la réaction en

chaîne que Slizard avait obtenue à Colombia et celui-ci le savait. Il lui télégraphia en l'enjoignant d'adhérer à une convention réciproque de non publication des résultats. Mais Joliot, qui venait lui aussi d'obtenir ce résultat essentiel, négligea cette demande et se pressa au contraire de publier dans la revue Anglaise Nature. L'hémorragie commençait.

Il est très intéressant de rechercher les deux motifs de la surdité de Joliot à cet appel pressant. Il aurait d'abord pris le télégramme de Slizard pour une simple plaisanterie (il portait la date du premier avril !) , puis il avoua qu'il avait besoin de publier ce résultat scientifique de première grandeur, opération qui lui semblait nécessaire pour obtenir du gouvernement Français les crédits qui lui étaient indispensables pour ses recherches. Il est vrai que la position des chercheurs en France a toujours été remarquablement inconfortable, et cela ne date pas d'hier. Trois ans après leur prix Nobel, les Curie n'avaient toujours pas de laboratoire et continuèrent à travailler sans ventilation ni support technique minimum, dans un simple hangar, ce qui coûta la vie à Marie.

Aux Etats-Unis Slizard et Teller , estimant que cette affaire les dépassait un peu, cherchèrent alors à rencontrer des représentants du gouvernement Américain pour débattre de cette question avec eux.

A cette époque une réunion officielle eut lieu à Berlin, à l'initiative du ministre de science, Rust, au 69 de l'avenue Unter den Liden, pour discuter de la possibilité d'utiliser l'énergie de fission, identifiée par le chimiste Allemand Otto Hahn, pour actionner des moteurs. Hahn n'avait pas été convié car son attitude notoirement hostile au national-socialisme déplaisait au régime. On demanda aux scientifiques présents de garder tout cela pour eux, mais l'un d'eux, Mattauch, raconta ce qui s'était dit au docteur Flügge, proche collaborateur de Hahn. Flügge s'écria :

- La meilleure façon de conjurer une découverte aussi effroyable serait de la publier et d'en informer le public.

Et il s'empressa de rédiger un article et de le publier dans la revue Naturwissenshafen où il expliqua en termes vulgarisés, parfaitement accessibles au grand public, les conséquences des réactions en chaîne dans l'uranium ! Le grand public resta de marbre, mais ceci accrut sérieusement les inquiétudes des atomistes réfugiés aux Etats-Unis. Ceux-ci se dirent :

- Si les nazis se permettent de publier tant de détails sur le problème de l'uranium, c'est qu'ils en savent encore plus. Conclusion : nous n'avons plus de temps à perdre.

La thèse de la politique de l'autocensure, proposée par Slizard, perdait du terrain, y compris chez son auteur.

Au cours de l'été 39 se présenta une chance inespérée de contact avec les atomistes Allemands. Heinsenberg vint aux Etats-Unis. Fermi, également

réfugié outre-Atlantique, tenta une approche, peut-être trop timide, de l'auteur du principe d'incertitude. Il est vrai qu'étant donné la tension internationale du moment ça n'était pas chose facile. Ultérieurement Heinsenberg déclara :

- Au cours de cet été 1939, douze hommes, par une convention commune, auraient pu empêcher la construction des bombes atomiques.

Peut-être, mais il ne faut pas fonder trop d'illusions sur les capacités de l'homme à orienter la formidable machinerie scientifique. Le chat était déjà hors du sac, comme disent les Anglais, et il eut été bien difficile de l'y faire rentrer.

On sait que Slizard, qui commençait à être de plus en plus convaincu que la bombe allait naître entre les mains d'Hitler, d'autant plus que les Allemands venaient d'interdire toute exportation d'uranium hors du territoire Tchécoslovaque, récemment occupé, eut recours à l'aide d'Einstein pour convaincre Roosevelt de lancer le projet Mannathan. Peu de temps après la seconde guerre mondiale éclatait.

Que se passait-il en Europe, du côté Allemand ? Bohr était toujours au Danemark, qui venait d'être occupé en ce début de guerre, laquelle, pour le moment, n'intéressait que l'Europe. Heinsenberg avait choisi lui aussi de rester dans son pays, en particulier pour tenter de protéger un certain nombre de ses collègues d'origine juive, en dépit d'invites Américaines formulées pendant sa visite de l'été 39 . Dès l'hiver 39-40 il avait achevé un travail théorique qui lui avait montré qu'il existait deux possibilité d'exploiter l'uranium, soit dans des bombes, soit dans des réacteurs nucléaires pouvant alimenter des moteurs, mais, prudent, à la différence de Joliot, il s'était bien garder de diffuser ce travail.

Néanmoins un projet uranium avait vu le jour en Allemagne, dans l'Institut Kaiser-Wilhem (qui devait devenir après la guerre le célèbre institut Max Planck) qu'Heinsenberg dirigeait en collaboration avec Weizsäcker.

Un troisième personnage avait à cette époque en Allemagne conscience des potentialités de l'énergie nucléaire. En septembre 1940 le physicien Allemand Houtermans avait de son côté entrevu clairement comment fabriquer dans des piles atomiques des quantités mesurables d'une éléments susceptible d'entrer également en fission et que l'on devait appeler ultérieurement le Plutonium. Houtermans avait tenté de fuir le régime hitlérien en passant à l'est, ce qui l'avait aussitôt plongé dans les cachots de la Gépéou pour accusation d'espionnage. Torturé, il s'en était sorti grâce à une ruse de scientifique, prétendant être entré en territoire Soviétique dans le but de mesurer la vitesse des avions Russes grâce à une machine perfectionnée, pour le compte des Allemands. Il fournit des plans détaillés

de cet appareil qui n'était qu'un tissu d'absurdités, sachant que ceux-ci seraient soumis à ses collègues de Moscou, et en particulier à Kapitza, ex collaborateur de Rutherford. La ruse fonctionna à merveille, Kapitza comprit le "message", et Houtermans fut expulsé et remis aux autorités nazies à Brest Litovsk au printemps 40.

Après quelques ennuis avec la Gestapo il se mit contact avec Heisenberg et Weizsäcker et fut soulagé de constater qu'au lieu de lancer les nazis sur la voie de la bombe ils avaient au contraire tout fait pour les détourner de cette préoccupation. Avec une dizaine de savants Allemands le trio monta une véritable conspiration pour convaincre les pilotes de la machine de guerre Allemande que l'atome ne pouvait présentement être utilisé que pour créer des chaudières, elles-mêmes alimentant des moteurs. En attirant adroitement l'attention sur l'aspect énergétique, jugé par ailleurs de trop long terme pour intervenir efficacement pendant la durée de la guerre ils détournèrent sciemment l'attention des autorités de la bombe elle-même[13].

Heinsenberg, écœuré par la folie meurtrière d'Hitler, joua pendant toute la guerre un jeu subtil en cachant ses propres opinions et en affichant parfois à l'extérieur des idées pro nazies pour mieux donner le change.

Ces hommes étaient déchirés par une terrible prise de conscience car ils savaient fort bien que leur passivité en matière de recherche pourrait à terme provoquer la défaite de leur propre pays. Ils avaient par ailleurs la crainte que cette arme fut en gestation chez l'adversaire, actuel ou potentiel, avec les conséquences terribles que ceci pourrait entraîner pour le peuple Allemand. Ainsi les savant Allemands réussirent là où ceux du monde libre avaient échoué.

Heinsenberg avait été invité à faire une conférence à Copenhague et il en profita pour rendre visite à son ancien maître, Niels Bohr. Bien que demi-Juif, celui-ci était resté dans la capitale Danoise, principalement pour protéger des compatriotes et ce malgré les appels incessants des alliés qui lui recommandaient de fuir pendant qu'il en était encore temps. La rencontre Heinsenberg-Bohr fut historique et ... catastrophique. Bohr se méfiait d'Heinsenberg dont il ne connaissait que les déclarations "extérieures", officiellement pronazies (Celui-ci avait approuvé l'entrée de l'armée Allemande en Pologne), mais ignorait tout de ses activités secrètes.

Heinsenberg tenta maladroitement de faire passer son message, à savoir que les physiciens restés en Allemagne nazie, quoique convaincus de la faisabilité d'une bombe à uranium, avaient décidé de ne pas pousser les recherches dans ce sens. Bohr était un homme direct et le discours d'Heinsenberg, habitué à louvoyer avec les autorités Allemandes, accrut sa

[13] Cet aspect a été bien développé dans le livre paru aux éditions Albin Michel, intutulé "L'affaire Heinsenberg", de Thomas Powers

méfiance. Lorsqu'Heinsenberg rentra en Allemagne il avait obtenu exactement l'inverse du résultat qu'il escomptait, Bohr étant convaincu que les nazis préparaient la bombe, ne voyant dans la démarche de son ancien élève qu'une provocation.

L'histoire raconte par ailleurs que peu de temps après l'occupation de Copenhague Bohr expédia à un ami Anglais nommé Frisch un télégramme où il demandait des nouvelles "Maud Rey and Kent". Comme le destinataire ne se souvenait pas d'avoir connu les nommés Maud et Kent les services secrets Anglais tentèrent de décrypter ce message et trouvèrent "radium taken" : les Allemands ont pris le radium !

Un peu plus tard Bohr demanda des nouvelles d'un ancien élève nommé D.Burns et on pensa aussitôt que "D" voulait dire Deutérium[14] et "Burns", brûle.

Ces deux méprises incitèrent les alliés à penser que les Allemands développaient la bombe et que Bohr, l'ayant su, tentait de le leur faire savoir. Lorsque Bohr gagna Los Alamos en 1943 il confirma, en rapportant cette conversation avec Heinsenberg, cette impression première des alliés. Ce ne fut qu'après l'effondrement de l'Allemagne nazie qu'on réalisa qu'en fait ces craintes avaient été vaines et qu'en fait aucune recherche n'avait été faite sur ordre de Hitler en direction de la fission de l'uranium. Entre temps la science était devenue une affaire d'état.

Deuxième jour à Sandia.

La voiture de Joy, une Chevrolet couleur framboise, franchissant quelques kilomètres de désert, m'emmenait de nouveau vers les laboratoires Sandia, une enfilade géométrique de blocs grisâtres, protégés par plusieurs enceintes grillagées. Le chargé des relations extérieures avait des cravates vulgaires, style Hawaï des années sixties et un gros derrière qu'il traînait derrière lui en chaloupant. Avisant mon chauffeur il me lança :

- Hey, que faites-vous dans la vie en dehors de draguer nos barmaids ?

Je ne répondis pas à sa question et il me conduisit au bureau de Gérald Yonas, responsable dans ce centre du projet fusion par faisceaux d'électrons. Celui-ci contrastait par son élégance raffinée avec son collaborateur. Veste de tweed, cravate choisie avec goût. Il me fixa un moment et me dit :

- Dites, vous posez beaucoup de questions pour un journaliste. Avez-vous fait des études supérieures avant d'embrasser cette profession ?

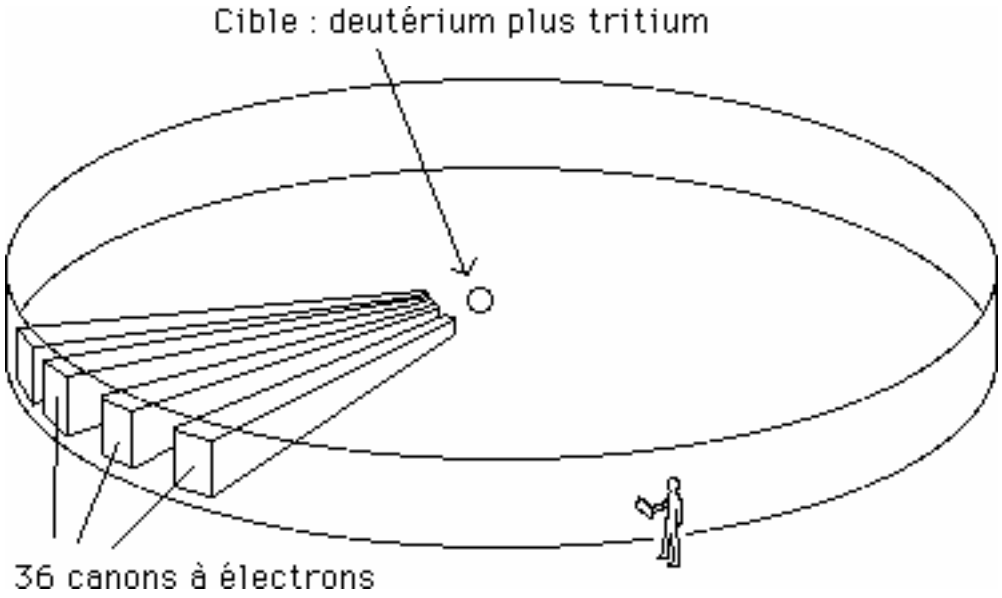
---

[14] Le deuterium est un isotope de l'hydrogène où le noyau est composé d'un proton et d'un neutron. Les théoriciens savaient à cette époque d'une "bombe à deuterium" était possible, mais ce n'était à l'époque qu'une idée théorique très vague.

J'abattis mon jeu et lui parlais de ma visite chez Alström. Il confirma l'impossibilité d'accéder de visu aux installations qu'il contrôlait mais se déclara prêt à répondre aux questions d'ordre purement scientifique et ajouta :

- Vous savez, cette expérience est relativement simple. Nous sommes des ingénieurs et nous cherchons à bourrer le plus d'énergie possible sur une cible sphérique en utilisant des électrons.

Je savais que ça n'était pas si simple. Si on avait voulu remplacer les flux électroniques par des écoulements d'eau il aurait fallu imaginer un ensemble de trente six canaux disposés selon les rayons d'une sorte de roue, leur section diminuant de la périphérie vers le centre. En amont de chaque canal se trouverait une écluse retenant une certaine masse liquide. Au moment où on déclenchait l'expérience toutes les écluses libéreraient en même temps ces flots qui iraient converger vers le "moyeu" de la roue. Selon cette représentation analogique la difficulté aurait alors résidé dans la possible turbulence de la masse fluide, refusant de se laisser guider dans un canal qui se resserrait de plus en plus.



Représentation (schématique) de l'expérience de Sandia.

Les fleuves d'électrons de Yonas étaient apparemment assez instables et turbulents et c'était son souci. Je lui demandais où en étaient les Soviétiques dans ce domaine. Le sujet eut l'air de l'exciter beaucoup.

- Nous savons que les Russes font de très gros efforts dans cette direction. Ils ont des batteries de canons à électrons qui sont apparemment plus

puissantes que les nôtres. Le type qui s'occupe de cela là-bas s'appelle Velikhov.

- Vélikhov ? Je l'ai bien connu celui-là.

Cela me ramenait dix ans en arrière. En 1966, jeune ingénieur de recherche, je travaillais à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille (où j'avais d'ailleurs connu Alström). Grâce à un contrat DGRST (délégation générale, scientifique et technique) nous avions construit cette espèce de canon dont j'ai un peu parlé plus haut et qui convertissait l'énergie d'un mélange combustible (hydrogène-oxygène) en électricité par l'intermédiaire d'un puissant champ magnétique. On appelait cela des convertisseurs magnétohydrodynamique ou MHD. Un peu partout dans le monde des laboratoires s'étaient lancés dans l'aventure sans trop réfléchir. C'était une époque de vaches grasses et on hésitait pas à investir à tout va. Au CEA, à Fontenay aux Roses, Ricateau et Zetwoog avaient construit une sorte d'énorme bouilloire où mitonnait à quelques six cent degrés un mélange d'hélium et de césium sous pression . Ce mélange était envoyé en une courte rafale sur des barres de tungstène portées à deux mille cinq cent degrés par un puissant courant électrique. Des filaments de lampes géants en quelque sorte. Elles réchauffaient le gaz à quelques mille cinq cent degrés et il déboulait alors à vitesse supersonique dans l'entrefer d'un électro-aimant à champ constant. Et tout cela était censé produire du courant électrique. En vérité ces machines ne débitaient pratiquement rien au point de vue puissance.

A l'Edf, au centre des Renardières on avait une installation analogue où le gaz était cette fois produit par la combustion d'hydrocarbures, dans un bruit assourdissant. Des calculs d'épiciers faits par des ingénieurs avaient indiqué la possibilités de produire des puissances notables avec des rendements bien supérieurs à ceux des turbines à gaz. Le robinets à milliards s'étaient ouverts et tous ces gens avaient plongé bille en tête.

Alors Velikhov, jeune chercheur, avait sorti un papier de quelques pages. C'était en 1964, au congrès de Newcastle. Il y prévoyait l'apparition d'une violente instabilité du plasma (à laquelle il laissa son nom d'ailleurs) et qui devait réduire à zéro toutes les performances des générateurs. Ce fut exactement ce qui arriva. Dans ces dispositifs où le gaz en mouvement, assez chaud pour devenir conducteur de l'électricité (il était également ensemencé en césium, substance aisément ionisable, dans ce but) se comportait comme un générateur électrique, le courant était obligé de circuler dans la tuyère d'une électrode à l'autre. Mais les électrons, du fait de cette instabilité, suivaient des trajectoires capricieuses, en zigzag, dans cette couche gazeuse, en la transformant en véritable mille-feuille, ou si l'on

veut en condensateur, lequel n'a jamais été l'outil idéal pour véhiculer un courant continu, c'est bien connu.

Les manips du CEA (Typhée) et de l'EDF furent des échecs cuisants et il en fut de même dans tous les laboratoires du monde. Nous fûmes les seuls au monde à sortir de la puissance en régime stable parce que le gaz sortant de notre canon était très chaud, bien que cela ait été inexploitable pour un usage industriel. Mais toutes ces recherches furent abandonnées en France en 1974 dans la plus complète incohérence[15].

La hard science qui avait fait ses preuves pendant la guerre, avec la bombe et le radar, était devenue à la mode. On s'était dépêché de créer dans la plupart des pays des institutions, des ministères, des délégations à ceci et à cela, avec des cohortes de chargés de mission , bref une administration bien charpentée destinée à "coordonner" la démarche de recherche. Aujourd'hui le résultat de cette évolution, en France, est très perceptible. Quand j'arrivais dans le laboratoire en 1965 il n'y avait aucune direction de recherche effective. Les gens y faisaient un peu n'importe quoi. Personne ne cherchait quelque chose en particulier. Même les jeunes avaient des mentalités de petits fonctionnaires qui s'affirmèrent largement par la suite.

Quant au patron de notre laboratoire, il fonctionnait avec des connaissances scientifiques en retard d'une bonne trentaine d'années. Il avait bien tenté de se recycler en préparant laborieusement pendant un été, sous son parasol, un cours pour le diplôme d'études approfondies de la spécialité, manuscrit qu'il m'avait fièrement tendu à la rentrée. Hélas, il s'était trompé de livre et je ne pus que lui dire :

- Je suis navré, mais je crois que tout ceci se réfère aux atmosphères d'étoiles et non aux conditions de nos expériences de laboratoire. Si vous m'aviez demandé..

Au dessus de ce pouvoir mandarinal local se trouvait une espèce d'olympe nébuleuse nommée ministère et auquel notre patron rendait fréquemment visite. J'étais trop jeune à l'époque pour deviner l'état de vacuité intellectuelle courant dans ces hautes sphères. Il me fallut pour ce faire réaliser, quelques années plus tard, que la décision d'abandon total des recherches avait été prise par des gens qui n'étaient même pas au courant de nos travaux, faute d'avoir lu nos rapports.

En 65 j'avais donc connu Vélikhov[16] lors d'un colloque sur la MHD au commissariat de l'énergie atomique. On avait pas encore pris au sérieux les

---

[15] Paradoxalement, après les progrès réalisés par le Japonais, la France vient de recréer au début des années 90 un groupe nommé PAMIR : Pôle des Applications de la MHD à l'Industrie et à la Recherche, après un "trou" de quinze ans.

[16] Qui devint par la suite vice-président de l'Académie des Sciences d'URSS.

prédictions de ce petit homme rond, jovial, qui ressemblait un peu à Kroutchev et ne devait pas avoir plus de trente ans. Pourtant, au milieu de ces ingénieurs, qui passaient plus de temps à déjeuner et à se rendre visite qu'à réfléchir, il apparaissait comme un vrai scientifique et crevait littéralement l'écran lors de ces rencontres, dominant tout le monde sur le plan scientifique de la tête et des épaules.

Les Français étaient élégants et prétentieux. Les Russes avaient des costumes désuets et des chaussettes d'un mauvais nylon, qui dégringolaient sur leurs chaussures. Nous avions visité les puissantes et coûteuses installations Françaises et personne à l'époque ne se rendait compte qu'elles finiraient bientôt à la casse. Le directeur du centre Edf avait emmené la délégation Russe visiter le parc voisin des bancs d'essai, qui se trouvait à Moret sur Loing. Velikhov demanda :

- Moret sur Loing, ça me dit quelque chose. Est-ce que ça n'est pas là que s'est arrêté d'Artagnan lors qu'il est monté sur Paris ?

Aucun de nous ne le savait et nous restâmes comme des idiots. Le directeur demanda à Velikhov combien il avait lu d'ouvrages Français.

- Deux ou trois cent, je crois...

Mais ces Russes étaient très éclectiques. A dire vrai, cette semaine-là, la plupart passèrent leurs nuits à bringuer dans la capitale. Je me souviens d'un certain Popov qui avait fait toutes les boites de Pigalle et qui à chaque repas de midi critiquait ces mœurs décadentes.

- Alors, dourak[17], pourquoi y passes-tu tes nuits ? lui avait lâché Vélikhov, goguenard.

Le dernier soir je l'invitais à dîner ainsi que son co-worker Golubev , chez mon beau-père, dans le dix septième arrondissement. C'était leur premier séjour hors de l'union Soviétique. Ils débarquèrent les bras chargés de disques, de bouteilles de Vodka, d'énormes pots de caviar et de cadeaux divers. Golubev avait même une balalaïka dans les bras.

- Mais... c'est trop !

- On avait amené cela en prévision d'invitations. Nous repartons pour Moscou après demain et comme personne ne nous a invité, c'est vous qui allez en profiter.

Nous passâmes une soirée mémorable, buvant comme des Russes et chantant à tue-tête. Je jouais de la guitare et Vélikhov de la Balalaïka. Personne n'avait pensé à inviter le futur vice-président de l'académie des sciences d'union Soviétique et leader de la guerre des étoiles Russe....

Yonas m'expliqua que les Soviétiques semblaient avoir mis au point des accélérateurs de particules chargées à haute énergie, extrêmement

[17] En Russe : imbécile.

compacts. Quelques mètres de long seulement. Assez légers selon mon interlocuteur pour être embarquables à bord de satellites.

- Mais, je croyais que les accélérateurs de particules étaient des objets toujours imposants ?

- Tout dépend comment on s'y prend pour accélérer.

- Eh bien, classiquement je suppose qu'on utilise un puissant champ magnétique.

Les particules chargées ont tendance à fuir les régions où le champ magnétique est élevé. On peut envisager une configuration où un système de spires parcourues par des courants convenables crée un champ magnétique évoquant l'intestin de quelqu'un qui est en train de digérer. Périodiquement ces lignes se resserrent et le champ devient plus intense alors que plus loin elles s'écartent en constituant des cellules où les particules chargées auront naturellement tendance à se loger. Le dessin ci-après est un schéma d'un tel accélérateur "à ondes progressives". On distingue la série de bobines qui créent le champ magnétique. Comme l'une d'elle est parcourue par un courant plus intense, les lignes de champ magnétiques (représentées) se resserrent et le champ est alors dans cette région plus intense.

En variant dans le temps l'intensité du courant électrique qui parcourt les différentes bobines, on déplace ce "pincement du champ magnétique" de la gauche vers la droite. Une boule de gaz ionisé qui se trouverait dans ce "canon électromagnétique" se trouverait alors vigoureusement chassée vers la droite, comme indiqué.

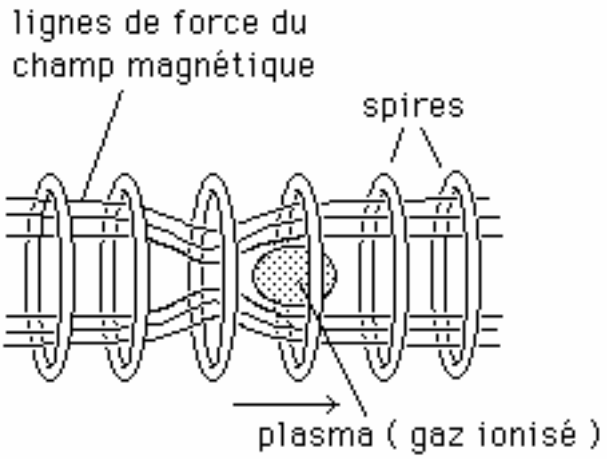
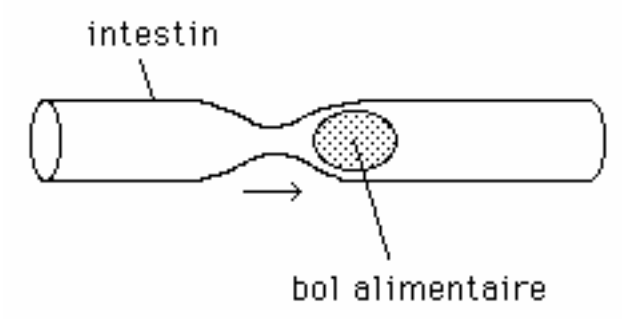


Schéma d'un accélérateur de plasma à ondes progressives.

Une bonne image consiste à comparer ce dispositif avec un intestin qui se contracte pour entraîner un bol alimentaire :



Comparaison avec l'entraînement du bol alimentaire dans l'estomac.

Mais, avec un champ magnétique, on peut obtenir grâce à une intense et rapide variation des courants des accélérations pouvant conduire à des vitesses relativistes, c'est-à-dire s'approchant de la vitesse de la lumière.

Nous évoquâmes ces accélérateurs à ondes progressives, et j'objectais l'intensité des courants, les problèmes d'alimentation.

- Cela dépend de la source d'énergie primaire. Cela ne peut évidement pas être des condensateurs car cela serait beaucoup trop lourd. Mais la présence de votre ami au centre de ce jeu devrait vous mettre sur la voie.

- Vous voulez dire que ces accélérateurs utiliseraient des générateurs électriques MHD ?

Les puissances que nous manipulions dix ans plus tôt m'apparaissaient quand même un peu justes. Et puis il fallait produire cette puissance électrique, la canaliser, l'utiliser pour alimenter l'accélérateur. Tout cela me semblait bien compliqué.

- Pourquoi tous ces intermédiaires ? Connaissez-vous les travaux d'Andréi Sakharov sur les générateurs à explosif solide ?

- Ma foi non.

Les plasmoïdes d'Andréi Sakharov.

Yonas m'expliqua avec un enthousiasme difficilement contenu et force croquis les idées que Sakharov avait apparemment introduites et développées dès 1951 en union Soviétique. C'était parfaitement génial et simple. Le lecteur intéressé trouvera l'essentiel de ces idées dans l'annexe 7.

- Savez-vous quel champ magnétique Sakharov a pu obtenir avec cela ?

- Non.

- Vingt cinq millions de gauss, soit vingt fois la valeur obtenue précédemment par son compatriote Kapitza dans les années vingt.

Kapitza avait été l'élève de Rutherford. Ce fils d'un général du tsar avait fui la russie en 21. Excentrique, il aimait rouler à une vitesse folle sur les paisibles routes de la campagne Anglaise, ou se jeter nu dans une rivière en imitant le cri des cygnes. Il construisait des machines électromagnétiques comme on joue avec les allumettes. Un jour il écrivit à Rutherford, en commentant une de ses expériences :

- Nous avons obtenu des champs de plus de 270 000 gauss. Impossible d'aller plus loin, le pas de vis a sauté avec un bruit de tonnerre. Cela vous aurait bien amusé si vous l'aviez entendu. La puissance dans le câble s'élevait à treize mille cinq cent kilowatts, à peu près ce que produisent ensemble les trois centrales de Cambridge. L'accident a été la plus intéressante de toutes les expériences. Nous savons maintenant à quoi ressemble un arc de treize mille ampères....

Kapitza fut retenu en URSS sur ordre de Staline après un voyage dans son pays et contraint de poursuivre ses activités scientifiques là-bas. Ni Rutherford, ni le ministre des affaires étrangères Anglais n'y purent rien.

Sakharov avait donc imaginé d'utiliser des valeurs extrêmement élevées du champ magnétique pour comprimer, propulser et expulser des charges électriques à des vitesses défiant l'imagination.

Le bureau de Yonas se couvrait de croquis divers. Il commenta :

- Finalement toutes ces choses sont des canons. Pour propulser un projectile il faut pousser dessus à l'aide d'un fluide. On fait exploser quelque chose dans une chambre, dans une culasse, qui fournit la pression et le gaz fait son travail. Mais dans le canon classique on doit mettre deux choses en mouvement : le projectile et le gaz. C'est pour cela que les vitesses d'éjection sont somme toute assez limitées. Si on enlève le projectile et qu'on tire la cartouche à blanc, les gaz éjectés ne vont guère plus vite car ils possèdent leur propre inertie. Il existe d'ailleurs une vitesse limite qui varie comme la racine carré de la température en fin de réaction dans la chambre. C'est là qu'on est bloqué.

Sakharov l'a parfaitement compris et s'est mis à traiter le champ magnétique comme un fluide en lui demandant d'assurer la propulsion du projectile, quel qu'il soit.

- Mais cette fois la masse du fluide propulseur, c'est à dire du champ magnétique, est nulle, puisque ce champ est matérialisé par des photons, qui sont sans inertie.

- Exactement. La vitesse limite d'un canon électromagnétique est seulement....la vitesse de la lumière. Si on comprime un champ magnétique par magnétostriction dans une chambre et s'il existe pour ce champ un moyen de s'échapper, un trou ou une âme de canon, il s'évadera à la vitesse c par l'orifice. Le champ magnétique se comporte alors comme le gaz propulseur d'une arme à explosif chimique.
- Mais par contre si on place sur l'orifice un bouchon, celui-ci sera éjecté à des vitesses considérables, n'ayant plus rien à voir avec les vitesses des obus conventionnels.

Yonas me montra un des articles publiés par Sakharov où l'on voyait effectivement une sorte de culasse liée à un ensemble de deux tubes coaxiaux[18]. L'astuce était dans la façon de comprimer le champ magnétique. Il disposait un tube selon l'axe central, empli d'explosif, qu'on mettait à feu par une de ses extrémités. L'explosion dilatait alors violemment le tube en lui donnant la forme d'un entonnoir conique. En fait la propagation de la détonation dans l'explosif transformait celui-ci en une sorte de poinçon conique s'enfonçant dans le tube de cuivre en le déformant et c'est la propagation de cette déformation qui assurait la compression du champ. La seule possibilité qui était offerte au champ magnétique de s'échapper était l'espace contenu entre le tube du "canon" et le tube central empli d'explosif. Sakharov y avait donc placé un projectile d'un gramme, en aluminium, en forme d'anneau qui était vaporisé, transformé en plasma au moment de l'éjection.

- Savez-vous qu'avec un tel système, pesant en tout cent kilos et avec des charges de quinze kilos d'explosif, Sakharov a pu obtenir des vitesses de cinq cent kilomètres par seconde, et tout cela avec un rendement énergétique voisin de cinquante pour cent ! A mon avis l'utilisation optimale d'un tel canon devrait se faire dans le vide, c'est à dire dans l'espace. Pour moi cela ne fait aucun doute, avec ces gadgets les Russes sont en train de développer les armes anti-satellite de la future guerre spatiale.
- Mais, est-ce que le projectile reste stable après éjection. Vous me dites qu'il est vaporisé ?
- Oui, mais il emporte avec lui son propre champ magnétique, lié aux intenses courants induits qui le parcourent. On obtiendrait ce qu'on appelle un plasmoïde à auto-confinement. Ce sont des objets mal maîtrisés tant au plan expérimental que théorique.
- Autrement dit, c'est de la foudre en boule, propulsée à cinq cent kilomètres à la seconde.

---

[18] Le montage est décrit dans l'annexe 7

- Et le dépôt de l'énergie au moment de l'impact ne s'effectuerait pas n'importe comment, il pourrait y avoir des phénomènes analogues à ceux des charges creuses des obus antichar.

Dans la vaste bureau de Yonas, j'ouvrais des yeux ronds. De tels canons ou mitrailleuses à plasmoïdes pouvaient communiquer à leurs projectiles la même énergie que celle contenue dans un obus anti aérien, donc faire voler en éclat un satellite ou une fragile station spatiale. En règle générale plus on réduisait la masse du projectile et plus on accroissait sa vitesse. En limitant celui-ci à une poignée de particules chargées on pouvait envisager une véritable chevrotine à protons, propulsant sa charge à des vitesses proches de la vitesse de la lumière.

Sakharov avait commencé sa production scientifique dès la fin de la guerre. Un des ses premiers papiers introduisait le concept de catalyse mésonique. Une idée empruntée à la chimie et appliquée au nucléaire. Dans les molécules les atomes sont liés par des électrons. On peut alors chercher à perturber ces liaisons électroniques en bombardant les molécules avec des électrons libres issus d'une simple décharge. On peut aussi effectuer des synthèses. L'expérience de Miller dans le domaine de la biologie, en est un exemple[19].

Sakharov avait imaginé un schéma où on bombardait les noyaux avec les mésons inventés par Yukawa en provoquant des réactions exo énergétiques elles-mêmes productrices de mésons, capables de propager la réaction. Cette idée, extrêmement astucieuse, qui pourrait déboucher sur une fusion "tiède", est toujours d'actualité bien qu'elle n'ait pas reçu de confirmation et se heurte au problème de la durée de vie des mésons.

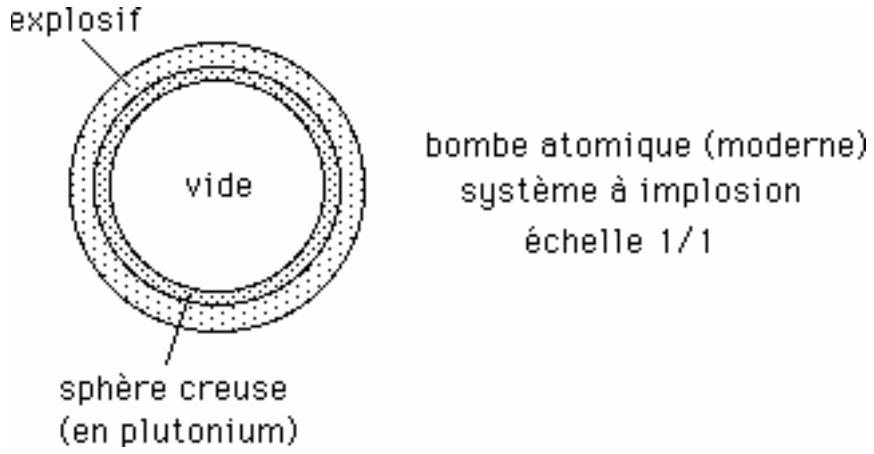
Ensuite on peut dire que Sakharov travailla sans discontinuer sur les armes pendant vingt ans en mettant toute son imagination au service de ses convictions. Il fallait d'urgence apporter à l'union Soviétique d'armes équivalentes à celles dont les impérialistes s'étaient dotés. Ce fut lui par exemple qui imagina avec son patron Tamm le montage permettant d'utiliser une bombe A comme détonateur pour la fusion.

On savait que les bombes à fission créaient dans les premiers instants un flux très intense de rayons X. C'est d'ailleurs ceux-ci qui, captés par l'air ambiant produisaient la "boule de feu" autour de l'engin. Après essai des engins à fission, Russes et Américains se demandèrent s'il serait possible d'utiliser ce flux pour chauffer un mélange de fusion à une température convenable et à cet effet les Américains montèrent dans le pacifique l'expérience Greenhouse (serre). Mais aux Etats Unis le physicien Ulam

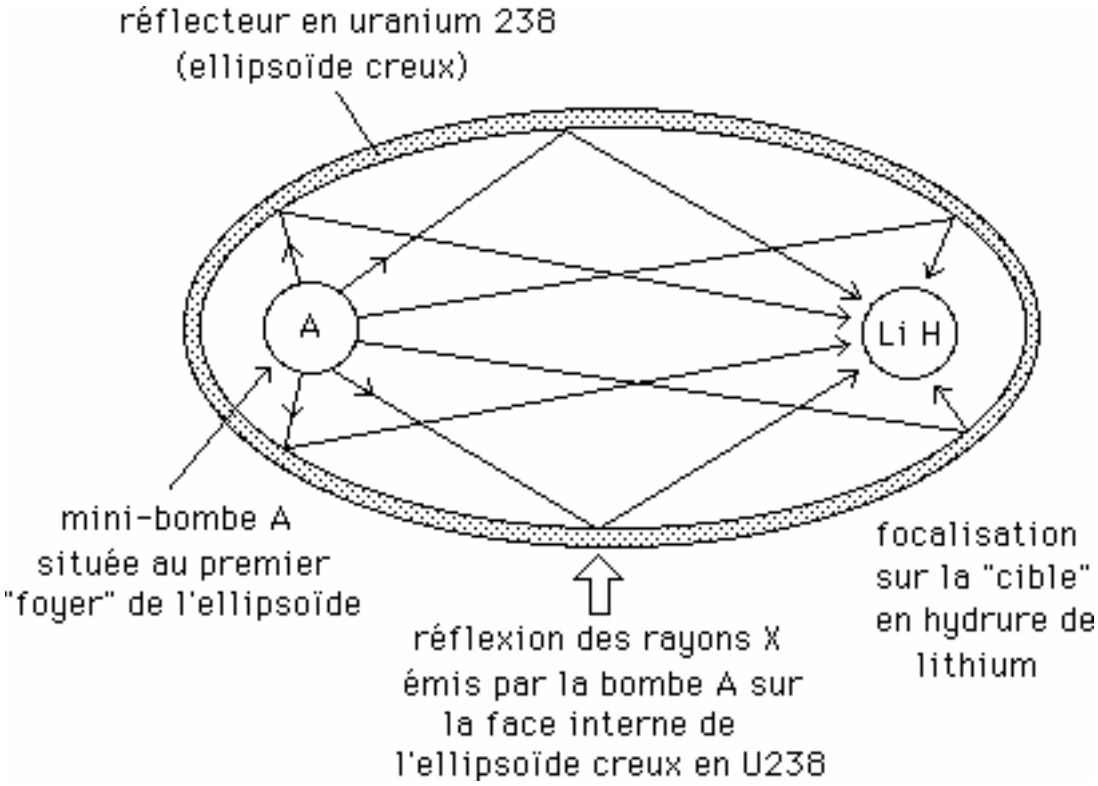
[19] Miller fut le premier a créer des acides aminés à partir d'une "atmopshère primitive" en la soumettant à des décharges électriques, dans une ampoule.

eut une idée, reprise et mise en avant par Teller. Il s'était souvenu de l'expérience faite par Michaël Faraday avec deux miroirs et deux masses de poudre, placées à chacun des foyers. En enflammant l'une d'elles on créait à l'aide du premier miroir un faisceau de rayons parallèles qui pouvaient être refocalisés à distance par le second sur son foyer et par de là enflammer la seconde masse de poudre.

Tamm eut l'idée d'utiliser un miroir unique constituant une espèce de four de forme ellipsoïdale, en disposant la bombe A à l'un des foyers et la charge fusible (ou du moins l'extrémité de cette charge) au second foyer. L'idée enthousiasma Teller qui patinait sur le problème depuis de longs mois.



Bombe atomique moderne : l'explosif comprime une sphère creuse de plutonium au centre, créant la "masse critique". Le tout a le volume d'une balle de ping-pong.



L'idée d'Ulam-Sakharov : Les rayons X émis par la bombe A sont réfléchis sur la face interne d'un ellipsoïde creux, en uranium 238 et focalisés sur une cible constituant la "bombe à hydrogène" proprement dite. La bombe A sert de détonateur.

On peut évidement se demander de quel matériau devait être fait un miroir capable de réfléchir les rayons X qui avaient la réputation d'être particulièrement pénétrants. Des matériaux comme l'uranium avaient un certain pouvoir absorbant, qui se transformait en pouvoir réfléchissant lorsque le métal passait à l'état de vapeur, de plasma.

Les rayons X ne sont rien d'autre que des ondes électromagnétiques au même titre que la lumière ou les ondes radio. On sait que ces dernières peuvent se réfléchir sur les couches ionisés présentes en haute altitude (mode de propagation à grande distance des ondes courtes). Il en était de même pour des rayons X frappant un plasma d'uranium.

En Union Soviétique Sakharov joua le rôle d'Ulam et Tamm celui de Teller, ce qui permit aux Soviétiques d'avoir leur bombe H en un temps record. Sakharov effectua tous les calculs à la main (alors que les Américains disposaient déjà des premiers calculateurs comme MANIAC, inventé par Von Neumann). Leur efficacité et leur précision permit aux Soviétiques, on s'en souvient, de passer directement à la bombe "sèche", opérationnelle, fonctionnant non avec un mélange d'hydrogène lourd qui

devait être refroidi à très basse température pour se trouver à l'état liquide, mais à l'hydrure de lithium.

Apparemment, après ce coup de la bombe H, Sakharov avait entrepris de doter son pays d'armes spatiales. Mais en 1965 "l'installation", nom de code utilisé par les Soviétiques, lui avait demandé d'accroître la puissance des bombes à hydrogène (c'est à dire en fait à hydrure de lithium[20]). Il n'y a aucune limite de puissance aux "bombes H", contrairement à la bombe A, où on est limité par la masse critique (voir annexe 2). Dans une bombe H il suffit d'allumer en un point une masse quelconque d'hydrure de lithium. La détonation se propage alors à l'ensemble. Les gouvernement Soviétique réclama donc une bombe de cent mégatonnes (huit mille fois Hiroshima), que Sakharov construisit. Elle fut essayée, au dessus de l'île de Nouvelle Zemble, au Nord de l'URSS, comme d'habitude. Cette terre ruinée pour des millénaires, perdue, est le plus fantastique dépotoir en déchets radioactifs de la planète.

Le grand public, après l'effondrement de l'URSS en 1991 a pu voir dans les journaux des photos de cet engin réellement apocalyptique, sorte de gros bidon ventru de cinq mètres de long et de deux mètres et demi de diamètre. Devant le monstre, une belle jeune femme donnait l'échelle. Dans ses mémoire, publiées peu de temps avant sa mort, Sakharov précisa que l'engin fut lancé à partir d'un avion, ce qui impliquait que l'on pouvait déjà à l'époque la placer au sommet d'une fusée. Les Russes avaient déjà des lanceurs lourds capables d'emmener cette charge de dix tonnes. Les Américains, qui enregistrèrent évidemment cette explosion, la plus fantastique de tous les temps, avaient sous-évalué sa puissance, en la chiffrant à soixante mégatonnes. Le chiffre exact, près de deux fois supérieur, fut donné plus tard par Sakharov dans ses mémoires.

Les Russes fabriquèrent un nouvel engin de ce type, qui fut également testé "avec succès". Sakharov lui-même ne savait pas tout de ce qui se passait réellement dans son pays en matière d'essais nucléaires. Par exemple, le second engin fut réalisé dans un autre centre, une sorte d'installation bis, sans doute gérée par ce que nous appelons des "ingénieurs militaires". Les scientifiques concevaient les engins dans l'installation, puis les militaires les développaient dans un autre centre et en assurait la production en série. Ce sont eux qui firent exploser des bombes autour de

[20] Contrairement à ce que pensent les non initiés les "bombes à hydrogène" modernes" ne fonctionnent pas avec l'hydrogène lourd (deutérium-tritium) comme dans les machines à fusion mais avec de hydure de lithium LiH. Voir annexe 2

villages Russes, pour "évaluer les effets produits", etc. Depuis l'effondrement de l'Empire on découvre chaque fois de nouvelles horreurs[21].

Sakharov raconte, dans ses mémoires, qu'il calcula le nombre de cancers que ce genre d'expérience allait créer sur toute la planète (cent mille par "expérience) et que cette constatation le décidé, cette fois, à rendre son tablier. Construire des bombes pour garantir la sécurité de son pays, oui. Organiser la fin du monde, non. Dès lors, en 1967, ce génie, qui aurait pu assurer à l'URSS une maîtrise dans le domaine thermonucléaire et spatial, à cause de ses astuces fantastiques et de ses exceptionnelles capacités de théoricien, lesquelles permettaient aux Russes de compenser une infériorité technologique certaine, s'orienta alors définitivement vers la cosmologie théorique. En 1967 il publia avec la médaille Field Novikov un travail sur une théorie gémellaire d'univers[22]. En dépit des pressions inimaginables qu'il subit pendant près de vingt ans, il ne céda pas et refusa toute collaboration. Il perdit sa datcha, sa résidence secondaire, sa voiture de fonction, tous les privilèges accordés à ceux qui acceptaient de "bien servir le régime". Les siens furent soumis à des pressions. Ses enfants furent menacés de mort, au point qu'il préféra les faire émigrer à l'ouest. Il fut assigné à résidence à Gorki pendant des années.

En donnant sa démission de l'installation, il s'engagea à ne rien révéler des secrets qu'il détenait, et tint parole, jusque dans ses mémoires, publiées peu de temps avant sa mort. Le grand public le connaît plus par ses actions courageuses, menées pour la défense des droits de l'homme, mais semble ignorer qu'il fut le premier génie de l'atome qui décida un jour de dire "maintenant, ça suffit". Sur ce plan il constitue l'exception qui confirme la règle.

Sakharov aurait en particulier pu être la locomotive du Soviet-Starwar, de la guerre des étoiles façon Soviétique, qui utilisait à fond le MHD. Ce fut Vélikhov qui reprit le flambeau.

---

[21] Mais les Américains n'ont rien à envier sur ce plan aux Soviétiques. On a maintenant la preuve qu'ils exposèrent délibérément leurs jeunes recrues aux effets des rayonnement, en les plaçant près des engins essayés. Par ailleurs une enquête a révélé récemment qu'Oppenheimer, le sympathique Oppie, si "décontracté", avait lui même signé une lettre autorisant que soient faites des injections de plutonium à de jeunes soldats Américains.

[22] Ignorant ses travaux, je publiais dix ans plus tard, en 1977, deux notes aux Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, assez semblables. Aujourd'hui je continue dans cette voie ("The missing mass problem", Nuevo Cimiento, 1994 &*). Mais comme on le verra pas la suite, cet axe de recherche n'est pas, lui non plus, exempt de retombées destrutrices encotre plus terrifiantes que celle du thermonucléaire.

Yonas m'expliqua que certains de ses collègues n'entendaient pas laisser aux Soviétiques l'exclusivité de ces futures armes anti-satellites et que certaines des expériences se Sakharov avaient été refaites au laboratoire militaire Argonne.

En ce printemps 1976, à Livermore, j'avais découvert une espèce d'Archimède moderne qui jonglait avec les térawatts en cherchant à fondre les atomes. A Sandia Yonas évoquait devant moi des machines dignes d'un docteur Mabuse, légères, compactes, crachant des ampères et des gauss comme s'il en pleuvait, avec lesquelles, en opérant à partir de l'espace, on pouvait faire n'importe quoi, une guerre des étoiles par exemple...

RETOUR VERS LE VIEUX MONDE

Philippe Cousin, rédacteur en chef de Science et Vie, avait souhaité que je ramène d'outre Atlantique des impressions sur ce qui était en train de bouger. J'aurais pu choisir la micro informatique ou la robotique, ou bien aller voir un des Tokamaks Américains à Princeton. Je revenais de ce voyage perplexe, après avoir rendu visite à deux princes du nouvel empire des sciences, le second s'étant contenté de me recevoir dans sa poterne. Bien sûr, il ne me serait pas venu à l'idée d'interroger ces deux-là sur leurs scrupules moraux. On ne parle pas de vertu aux pensionnaires d'une maison close.

Tous les deux étaient sur deux grosses affaires, deux tentatives de concentrer le maximum d'énergie dans le minimum de temps et dans le plus petit volume possible. Apparemment ça pouvait être le tout début de quelque chose que je distinguais mal. Je sentais confusément, après l'évocation faite par Yonas de l'effort Russe, qui devait avoir son pendant aux Etats-Unis, que cet ensemble de recherches constituait une chose totalement nouvelle et potentiellement très dangereuse. Mais peut-être fallait-il revenir sur le passé pour comprendre, faire le lien, trouver le relais entre les choses, si relais il y avait.

Une mort programmée.

La atomes sont fabriqués par les supernovæ, sortes de spores spatiales. Dans sa chaudière, toute étoile fabrique des atomes de plus en plus lourds, par "fusion", en opérant ce qu'on appelle une nucléosynthèse. Le premier produit de ce travail est l'hélium, quatre nucléons, issu de la fusion d'atomes de l'hydrogène primitif. C'est comme ça que marche notre soleil, qui, lui n'est qu'une braise insignifiante.

Les étoiles plus massives (10 ou 20 fois lamasse du soleil) ont des pressions et des températures centrales très élevées. Alors elles "brûlent leur hydrogène par les deux bouts" et leur réserve est vite épuisée. Quand c'est le cas, l'étoile tend à s'effondre, comme un soufflé au fromage en dessous duquel on aurait coupé le gaz. Elle se transforme en moteur diesel : compression, combustion. L'hélium pourrait alors continuer de "brûler" en donnant d'autres atomes, comme du carbone. Mais l'hélium, sous de telles pressions, se comporte comme un explosif et l'étoile... explose.

Imaginez un moteur à combustion interne dont vous récupéreriez les gaz d'échappement. Une fois votre gasoil épuisé, vous décidez de réutiliser les produits de combustion dans votre moteur, en comprimant un peu plus.

Hélas, ce qui sort de votre pot d'échappement c'est de la nitroglycérine ! Au premier coup de piston, tout part en éclat.

Les supernovæ explosent donc et lors de ce processus, incroyablement violent et rapide en comparaisons de la lente combustion qui est à l'œuvre au cœur de notre soleil se produisent tout un tas de fusions qui engendrent dans la foulée les atomes de la table de Mendéliev.

Les atomes dont nous nous constitués ont été un jour synthétisés lors de l'explosion d'une supernovæ, ce qui permet à tous les chantres de l'astrophysique, à tous nos Pangloss, de déclarer poétiquement que nous sommes "fils des étoiles".

Mais en même temps l'étoile crée des tas d'atomes plus ou moins instables, ayant des périodes variées. Parmi eux, l'uranium 235, source de tous nos ennuis actuels, dont la "période" est de sept cent millions d'années. Si la nature n'avait pas inventé ce fichu machin, nous ne vivrions pas comme aujourd'hui assis sur un véritable stock de dynamite.

L'uranium naturel est un mélange de deux istotopes[23], l'U235 et l'U238. Dans un minerai type il y a 99,3 % de 238 et 0,7 % de 235. Les premier est aussi instable, mais sa période est de quatre milliards et demi d'années. En se décomposant il donne du radium, dont la période est seulement de 1600 ans. Plus la période, le temps caractéristique de désintégration, est faible et plus la substance est "radioactive". Finalement, cette suite de désintégrations nucléaires, de transmutations, aboutissait au plomb, élément stable.

Le hasard avait voulu que certains éléments aient des périodes assez longues pour que le phénomène de radioactivité se soit poursuivi jusqu'à nous, mais assez courtes pour que l'émission soit notable, mesurable. Sans ce phénomène la chimie des noyaux ne se serait peut-être développée qu'un bon siècle plus tard. En effet les efforts coûteux et problématiques effectués en direction de la fusion contrôlée ne furent poursuivis que parce que les gens savaient par expérience que l'énergie nucléaire pouvait être libérée. Si cette certitude avait fait défaut les recherches comme celles qui se poursuivaient à Livermore n'auraient peut-être pas vu le jour avant la fin du millénaire.

Le hasard avait voulu également que subsistent, avec une abondance appréciable, certains éléments susceptibles de présenter spontanément des possibilités de désintégration auto catalytique, c'est à dire où certains produits de désintégration (des neutrons) étaient eux-mêmes capables

[23] Deux isotopes d'un même corps sont deux variétés qui ont les mêmes propriétés chimiques, liées à leur structure électronique, mais dont les noyaux diffèrent par leur nombre de neutrons. L'uranium 238 a trois neutrons de plus que le 235.

d'engendrer par collision avec des noyaux voisins d'autres désintégrations identiques, pour peu que les dimensions du système soient supérieures à la longueur de piégeage des neutrons réémis, ce qui avait débouché sur le concept de masse critique. Il s'était trouvé de plus que cette longueur de piégeage, donc cette masse critique, s'était avérée assez faible pour donner naissance à une concrétisation "expérimentale".

Si cette distance de réabsorption avait été seulement dix fois plus grande dans l'uranium ceci aurait nécessité un volume de matière fissile mille fois plus grand, ce qui aurait accru la masse critique d'autant, et eut rendu la réalisation des bombes (et des réacteurs) inenvisageable économiquement.

Des astrophysiciens contemporains, comme Brandon Carter et Wheeler, n'en finissent plus de nos jours de s'étonner du hasard prodigieux liant les constantes de la physique comme celle de Planck, celle de Boltzmann, celle de la gravitation ou même simplement la vitesse de la lumière. Selon leurs calculs la vie telle que nous la connaissons cessant de devenir possible dès qu'on tentait de modifier sensiblement l'un quelconque de ces "ingrédients", ils voulurent y voir quelque volonté délibérée conduisant nécessairement à l'apparition de l'homme et ont donné à tout ceci le nom de principe anthropique (de anthropos, homme).

A l'opposé on pourrait se dire que la nature, en donnant une telle valeur à la longueur de réabsorption des neutrons par l'uranium, avait en quelque sorte programmé l'autodestruction de cette humanité au bout de quelques milliards d'années de pénible évolution. Si la vie était une chose nécessaire, inévitable, inclue dans le programme de l'univers sur certaine planètes, il se pourrait que la mort le fut aussi, en vertu de d'obscures combinaisons issues du même tonneau. On pourrait suggérer de compléter ce principe anthropique par un principe thanatotropique, ou de lier les deux dans un principe anthropo-thanatotropique, l'ensemble se situant dans un divertissement pour divinité en mal d'éternité (à ce stade on serait en droit de se demander si tout cela était bien utile).

En ce début de guerre, donc, les scientifiques Allemands ayant pour leur compte décidé de priver Hiltler de l'arme nucléaire, les autres acteurs de cette nouvelle version de la machine infernale enfilaient leurs costumes. Joliot, pendant le peu de temps où la France fut effectivement en guerre contre l'Allemagne, envoya au ministère de la défense nationale un rapport complet sur l'arme à fission. A l'époque *la France possédait la plus grande réserve d'uranium au monde ainsi que toute l'eau lourde, c'est à dire 185 kilos* . On se souvient de l'expérience faite par Fermi à Rome avec son bocal de poissons rouges, qui avait montré que l'eau, en ralentissant les neutrons, accroissait d'un facteur cent le rythme de fission. Par la suite il était apparu que l'eau (lourde) formée avec un isotope de l'hydrogène, le

deutérium, contenant deux nucléons au lieu d'un, était un ralentisseur encore plus efficace.

Au moment où le front lâcha à Sedan les précieux bidons d'un produit considéré dorénavant comme stratégique, furent mis en sûreté à Bordeaux, puis acheminés vers l'Angleterre. Pour plus de sûreté Joliot réussit à faire croire aux Allemands que le bateau avait été coulé, puis il revint à Paris où il passa toute la guerre en jouant avec l'occupant au jeu du chat et de la souris.

En Angleterre et aux Etats-Unis les savants eurent beaucoup de mal à convaincre les autorités de l'importance de ce projet uranium. En frappant aux portes des ministères ils craignaient qu'on ne les prenne pour des fous. La science n'était que peu présente dans l'art militaire. Les armes nouvelles étaient plutôt chez ces professionnels de la mort violente un sujet de plaisanterie. En recevant des savant atomistes un officier Américain leur avait dit :

- La semaine passée quelqu'un nous a envoyé un appareil émetteur de rayons mortels. Nous l'avons essayé sur le bouc qui est la mascotte de notre régiment. Je peux vous garantir qu'il vit encore, l'animal,et qu'il est plus solide que jamais !

Essayez d'imaginer de nos jours des savants, à la vieille d'un conflit planétaire, essayant de proposer l'étude et la construction d'une coûteuse machine capable de se dématérialiser pour échapper aux coups de l'adversaire en réapparaissant sur ses arrières.

De nombreuses choses freinèrent le démarrage de l'étude de la bombe, et en particulier le fait que dans la troupe de savants capables de la construire, beaucoup pouvaient être considérés comme des étrangers ou des ressortissants ennemis, comme par exemple Fermi, qui était italien.

Mais les savants s'accrochèrent. On passa sur ces détails et en 1942 Roosevelt et Churchill, enfin convaincus[24], décidèrent de concentrer les efforts des savants atomistes aux Etats-Unis, dans une entreprise unique, le projet Mannathan, dont la responsabilité fut confiée au général Groves. Celui-ci était surtout un architecte militaire qui avait construit, outre de nombreuses casernes, le célèbre Pentagone. Il eut la tâche difficile de faire sortir de terre trois ensembles nucléaires importants, Los Alamos, Oak Ridge et Hanford, c'est à dire un centre de recherche et deux usines de séparation isotopique, occupant au total cinquante mille personnes. Au milieu de cette armée d'ouvriers, de techniciens d'ingénieurs et de chercheurs seule une douzaine de personnes devait connaître l'ensemble du projet. Le travail devait donc être morcelé, compartimenté de manière à ce

[24] Roosevelt fut convaincu par une lettre rédigée par Slizard et signée par EInstein.

que les gens se sachent pas vraiment ce sur quoi ils travaillaient, ce qui ne fut pas sans poser des problèmes. Les ouvriers de Hanford ne comprenaient par exemple pas pourquoi on avait ménagé un accès à l'usine au moyen d'une autoroute à huit voies alors qu'eux étaient logés fort modestement dans des baraques des alentours et interprétaient cette mesure comme du pur gaspillage. Groves ne pouvait évidement pas leur dire que ceci était fait de manière à pouvoir assurer une évacuation ultra rapide du centre en cas d'une catastrophe dans le genre de celle de Tchernobyl.

Pour la première fois dans l'histoire un groupe relativement important de scientifiques de tout premier plan se retrouvait embringué dans une opération managée par des militaires. Niels Bohr avait fini par gagner l'Angleterre à bord d'un avion bimoteur léger Mosquito. Il avait fait le voyage assis sur la soute à bombe où on l'avait placé de manière à pouvoir larguer plus facilement ce dangereux génie en cas d'engagement avec la chasse Allemande. En aucun cas Bohr ne devait tomber entre les mains des nazis.

Il arriva à Londres inanimé. Le pilote lui avait bien expliqué avant le départ l'usage du masque à oxygène, mais le savant, dès que l'avion eut décollé, s'étant absorbé dans un problème de physique, avait complètement oublié cette recommandation et avait perdu connaissance à haute altitude.

Le premier contact avec Bohr fut traumatisant pour Leslie Groves. Celui-ci passa un long moment à lui expliquer les consignes concernant le secret et la sécurité, qu'il sembla écouter avec la plus grande attention. Il lui décrivit tout ce qu'il devait dire et ne pas dire et l'autre approuvait en hochant la tête. Hélas, moins de cinq minutes après cet entretien il trouva Bohr en train de raconter tout cela gravement au premier venu.

Groves flanqua donc celui-ci d'une demi douzaine d'agents de la sécurité, chargés de ne pas le perdre d'une semelle. Ceux-ci s'acquittèrent de leur tâche avec difficulté en manquant plusieurs fois de se faire écraser dans les rues de New-York. En effet la spécialité de Bohr était de s'engager à vive allure dans les passages pour piétons au moment où le feu était au vert, puis de faire demi-tour en plein milieu de la rue.

Bohr eut beaucoup de mal à se faire à son nouveau nom de Nicholaus Baker, dont l'avait affublé Groves pour assurer son incognito. Celui-ci venait une nouvelle fois de l'exhorter à la prudence quand en s'engageant dans un ascenseur il tomba sur la femme de son ancien collègue von Halban. Ne sachant pas que celle-ci était divorcée il l'aborda en lui disant :

- Bonjour, n'êtes-vous pas madame Halban ?

- Oui, répondit la femme, mais je m'appelle maintenant madame Placzek. Mais vous, n'êtes-vous pas le professeur Bohr ?

- Non, répondit Bohr, je m'appelle maintenant Baker.

Où "Oppie" entre en scène.

Oppenheimer était un personnage complexe. Il avait terminé son doctorat en physique atomique à Göttingen en 1927 sous la direction du physicien Max Born, puis, après deux années d'études supplémentaires à Leyde et à Zurich avait rejoint l'université de Berkeley, près de san Francisco. Très cultivé, on le trouvait fréquemment plongé à la bibliothèque dans des ouvrages de poésie d'auteurs Français du seizième ou du dix-septième siècle, ou encore dans des textes de philosophie Indoue. A la mort de son père, en 1937, il se retrouva à la tête d‘une fortune assez considérable qu'il utilisa pour faire différents dons à des organismes de gauche. En 1936 il s'éprit d'une jeune étudiante en psychiatrie, Jean Tatlock, dont le père était professeur de littérature Anglaise à l'université. Elle passait pour une communiste convaincue et attira son attention sur des mouvements nés aux Etats-Unis en même temps que la guerre d'Espagne. A travers elle Oppie fut mis en contact avec les œuvres de Marx et d'Engels et avec différentes cellules communistes Californiennes. Lorsque cette liaison prit fin et qu'il se maria, assez brutalement, avec une autre femme, il rompit ses liens avec ces groupes communistes locaux, mais conserva des contacts amicaux avec certains de leurs membres.

Oppenheimer avait un problème profond, cependant. Il n'avait apporté à la science aucune contribution essentielle, marquante. A l'aube de sa quarantième année il n'avait fait aucune découverte qui soit susceptible de marquer l'histoire des sciences, à la différence de nombreux scientifiques qui avaient rejoint les prestigieuses universités Américaines et dont les travaux avaient été sanctionnés par le prix Nobel, et il en souffrait.

Au cours d'une conférence tenue à Washington en 1939 le savant Niels Bohr, père de l'atome, avait évoqué pour la première fois sur le continent Américain la découverte faite par l'autrichien Otto Hahn, concernant la fission de l'uranium, et la possibilité d'une réaction en chaîne. Oppenheimer réalisa aussitôt que ceci pourrait donner naissance à une bombe et on raconte qu'il se livra le soir même à des calculs concernant la "masse critique".

Il fut immédiatement hanté par un projet qui lui paraissait à la hauteur de ses ambitions, et ce sans le moindre scrupule moral. Sous cet aspect il avait quelque chose d'assez monstrueux qui rejoint la personnalité de Frank, gauleiter de Pologne, chez lequel cohabitaient également une séduisante sensibilité artistique et une adhésion tranquille à un projet terrifiant.

Ceci dit il était quand même infiniment plus facile aux gens vivant aux Etats-Unis de s'atteler à un projet militaire qu'aux Allemands par exemple. Ces derniers subissaient un régime inique et étaient parfaitement conscients de la folie meurtrière et de la paranoïa d'Hitler. En tentant un face à face avec le Führer au sujet des persécutions contre les juifs, le vieux Planck, pourtant très conservateur, n'avait réussi qu'à provoquer une colère violente chez Hitler, qui l'avait jeté dehors. Ajoutons que la lecture de Mein Kampft eut été suffisante pour éclairer tout intellectuel digne de ce nom, dès sa parution. Il fallait un cerveau tout à fait spécial pour réussir à y faire cohabiter des connaissances scientifiques et une vaste culture avec de telles âneries.

Inversement les Américains se sentaient lâchement agressés. Cela avait commencé par l'attaque surprise de Pearl Harbour, en décembre 41. Puis il y avait eu les attaques sur Midway (mot qui signifie "ce qui est à mi-chemin") et les îles Aléoutiennes, aux confins de l'Alaska, en octobre 42, qui, elles, avaient échoué. En un an les Japonais avaient conquis tout le pacifique sud et affirmaient un violent expansionnisme dans cette immense partie de la Terre, de même qu'Hitler considérait l'ensemble de l'Europe, puis ultérieurement l'Afrique, comme une sorte de propriété privée. Les vieilles démocraties se sentaient en grave danger, coincées entre deux paranoïa de même nature.

Les Américains avaient entrepris leur reconquête du pacifique sud par la technique dite des sauts de puce, proposée par Mac Arthur et avaient ainsi repris pied aux confins du sud est sur Tarawa et sur Guadalcanal en découvrant l'incroyable acharnement combatif des Nippons qui allait s'exacerber totalement lorsque la défense du territoire Japonais serait en jeu. N'oublions pas que les Américains étaient parfaitement convaincus qu'Hitler développait l'arme nucléaire. Pour tout cet ensemble de raisons un scientifique résidant sur les territoires Américains ou Anglais pouvait difficile échapper à ce qui était considéré comme un devoir urgent. Il est facile, quarante ans plus tard, de le condamner en vertu de positions humanitaires fondamentales.

Ceci dit ce projet, pour Oppenheimer, tombait à pic dans sa recherche d'un but ultime, parfaitement égocentrique : la notoriété et le pouvoir. En d'autres temps, dans un autre contexte, Oppenheimer aurait tout aussi bien pu devenir un grand industriel ou un politicien habile, mais le hasard de cette rencontre avec Bohr fut décisif.

Poursuivant cette logique de l'arme atomique il fut le premier à envisager et à proposer la solution thermonucléaire, c'est à dire la bombe à fusion. Certains mélanges de noyaux comme le deutérium et le tritium, isotopes de l'hydrogène, contenant respectivement trois et quatre nucléons, pouvaient

se combiner en donnant un noyau d'hélium et un neutron. Mais cette réaction de "chimie nucléaire" n'était pas, comme la fission, autocatalytique, c'est à dire que les produits de réaction ne suffisaient pas à créer spontanément un processus de réaction en chaîne, "à froid". Il fallait donc, pour que les noyaux puissent se combiner, les animer de vitesses considérables, c‘est à dire porter le mélange à très haute température. Dans les expériences de fusion tentées à Livermore par Fowler, dans ses "bouteilles magnétiques" on cherchait à porter ce mélange à seulement cent millions de degrés, ce qui donnait un temps caractéristique de réaction de l'ordre de la seconde. Pour provoquer non une lente combustion, mais une détonation, il fallait des températures se chiffrant en milliards ou en dizaines de milliards de degrés.

Une expérience simple permet d'illustrer cette continuité entre le combustible et l'explosif. Prenez une allumette et prélevez sur celle-ci son bout soufré. Puis enfermez ces débris dans du papier de chocolat ou dans une capsule de Yoghourt en serrant très fort. Ceci fait, chauffez cela avec une autre allumette ou avec la flamme d'un briquet. La réaction chimique, au lieu de démarrer localement à la suite de l'échauffement du à la friction, ce qui donnerait un temps d'allumage de la seconde, dégénèrera en une détonation très sèche, le bout d'allumette ayant été porté à plusieurs centaines de degrés avant que celle-ci ne s'amorce. De la même manière Oppenheimer avait immédiatement envisagé de chauffer un des mélanges réactifs tels deutérium-tritium ou lithium-hydrogène ou bore hydrogène, avec l'énergie fournie par la future bombe à fission, avant même que celle-ci ne fut réalisée et expérimentée.

Oppie avait un sens inné de l'organisation. Bien décidé à faire de ce macabre projet l'œuvre de sa vie il proposa très vite de concentrer un nombre important de spécialistes en un lieu adéquat au lieu de les disperser dans différents centres ou universités. Doué d'un charme certain,à la fois diplomate et ferme, il réussissait merveilleusement avec tous, sachant tour à tour séduire ou convaincre, utilisant les hommes comme artisan de sa gloire future. Quant à ses étudiants, ils lui vouaient une admiration sans bornes.

Aussi lorsque le général Groves, soldat de métier, demanda à Compton de lui désigner un maître d'œuvre du projet Mannathan, celui-ci se tourna-t-il aussitôt vers Oppenheimer pour mener à bien cette vaste opération. La rencontre historique entre celui-ci et Groves fut illustrée récemment (ce texte a été écrit en 1986) dans un excellent feuilleton produit par la télévision Française. Elle eut lieu de nuit dans un train filant vers la côte ouest. A la lueur des lampes Oppie exposa un plan mûrement réfléchi depuis longtemps. Sur le flanc du wagon, on pouvait lire :

-Twentieth Century Limited-

ce qui pouvait se traduire par " Compagnie du Vingtième Siècle, responsabilité limitée".

Dès qu'il fut investi de la responsabilité scientifique de la "mesa" de Los Alamos, sorte de haut plateau isolé du désert du nouveau Mexique, aux flancs escarpés, où Groves avait implanté le centre de recherche sur la bombe, Oppie sut attirer à lui tout le gotha scientifique du pays. A chacun il tenait un langage différent, approprié à son type de personnalité. A l'un il exaltait le devoir patriotique consistant à doter les Etats-Unis d'une puissance militaire imparable, à d'autres il vantait le charme du Nouveau Mexique. Mais en général il insistait sur l'aspect "frontier" cher aux Américains, sur cette tâche passionnante des pionniers qui consisterait à arracher à la nature un de ses secrets les plus mystérieux : la conversion directe de la masse en énergie. Une aventure à laquelle ils ne pouvaient manquer de participer.

Peu de temps avant la guerre, Oppenheimer avait rencontré la femme de sa vie, une jeune femme qui s'était spécialisée dans l'étude des champignons au laboratoire de botanique de Pasadena. Il avait aussitôt plaqué Jean Tatlock pour l'épouser. Or à l'époque où il était complètement immergé dans le montage du projet Mannathan, celle-ci reprit contact avec lui. Très éprouvée par leur rupture brutale, à laquelle elle ne s'attendait pas du tout, elle avait du subir un traitement psychiatrique.

Le 12 juin 1943 Oppenheimer la rencontra une dernière fois, ignorant que chacun de ses gestes étaient épiés par des gens des services secrets. Il tint à lui expliquer que leurs rencontres devaient définitivement cesser, mais les agents du FBI le virent raccompagner la jeune fille à son appartement, où il passa la nuit. Dès cette époque on commença à se méfier de lui et on se demanda s'il n'avait pas gardé des liens dans les milieux communistes.

Oppenheimer était beaucoup trop occupé par le projet pour cela, néanmoins en 1943 il fut soumis à une enquête.

En fait les scientifiques tels que lui n'avaient pas très bien réalisé, en entamant ce flirt avec l'armée, ce que tout cela pouvait impliquer. Les services de sécurité se mirent à le serrer de près, puis se décidèrent à l'interroger.

Comment Oppie traitait ses vieux amis.

Il était très lié avec un ami d'origine norvégienne, Haakon Chevalier. Malgré un patronyme à consonance norvégienne, celui-ci, né aux Etats-

Unis, avait un poste à l'université de Californie comme enseignant en langues romanes. Oppie l'avait connu en 1934 et s'était lié d'amitié avec cet homme spontané et généreux. Tous deux partageaient un goût très vif pour la littérature Française et en particulier pour Proust, sur lequel Oppenheimer était intarissable. Un soir de 1943 Chevalier évoqua devant lui une rencontre qu'il avait eue avec une de leurs connaissances communes, un certain Eltenton en rapportant que celui-ci lui avait dit :

- Il est quand même regrettable que les scientifiques Américains et Soviétiques n'échangent pas leurs informations. Nous sommes alliés, que diable, et ceci pourrait hâter la fin de la guerre. Est-ce que certains ne pourraient pas par exemple confier certains de leurs résultats, à titre privé ?

- Je pense, avait aussi dit Oppenheimer, que ceci serait de la haute trahison.

Eltenton, pas plus que Chevalier, n'était à la solde de Moscou. Ce dernier, rapportant cette histoire comme un simple incident, n'insista pas et ils n'en parlèrent plus jamais.

Lorsqu'il se trouva questionné par l'agent de la sécurité, qui s'appelait Pash, Oppenheimer se trouva sur la sellette. L'homme, se comportant comme un chien qui a saisi un os, voulait absolument obtenir d'Oppie une confidence quelconque, à défaut d'une confession.

Militaires et civils étaient partenaires dans ce projet Mannathan, mais il est clair que les premiers se considéraient comme les maîtres d'œuvre de toute l'opération et comme les véritables responsables, les seconds n'étant que des exécutant turbulents, a priori difficiles à manier. Les scientifiques tiraient leur pouvoir de leur savoir et donnaient évidement peu de prise sur ce terrain aux militaires. Qu'on se souvienne de gens comme Rutherford et de son attitude persifleuse lors de cette réunion au ministère de la guerre en 1917, ou de cette affaire de l'uranium autrichien où il avait superbement ignoré la décision politique prise à ce sujet. Avant ce projet Mannathan les militaires n'avaient que peu de prise sur les scientifiques. Mais ce sont des gens qui a priori n'aiment guère partager le commandement. Groves entendait avoir barre sur tous ces "crackpots", ces "têtes fêlées", pleines de condescendance, réunies sur la mesa et, pour ce faire, les prendre en défaut n'était pas le plus mauvais moyen.

C'est dans cet esprit que l'officier de sécurité demanda à Oppenheimer :

- Avez-vous entendu parler de contacts qui auraient eu lieu entre certains de vos collaborateurs de Los Alamos et des gens de l'extérieur qui auraient voulu leur soutirer des renseignements ?

C'était un appel à la délation. Repensant sans doute à cette discussion avec Chevalier, Oppenheimer s'entendit dire :

- Certaines personnes de l'extérieur ont effectivement contacté un certain nombre de scientifiques pour leur proposer de leur fournir des renseignements concernant les recherches.

C'était à l'époque totalement faux. Pressé par l'autre, Oppie, l'homme qui cherchait à plaire à tout le monde, lui avait-il simplement fourni la réponse qu'il attendait ? Possible, toujours est-il qu'il s'était piégé tout seul. Il ne s'agissait pas d'un certain nombre de collègues mais de lui-même. Il sentait qu'après cette boulette il ne lui serait même plus possible de raconter en toute simplicité ce qui s'était passé car il n'aurait fait qu'accroître la suspicion de son interlocuteur à son égard. Lorsque Pash lui demanda :

- Pouvez-vous me donner leurs noms ?

il répondit :

- Non, ça je ne le peux pas.

Ce qui revenait à dire "je fais mon boulot, mêlez-vous de ce qui vous regarde !", réponse qui ne pouvait évidement pas satisfaire l'enquêteur. Oppenheimer ignorait par ailleurs que les gens du FBI l'avait vu passer la nuit dans l'appartement de son ex-amie, laquelle se suicida quelques mois plus tard.

Pash fit sur lui un rapport assez négatif en écrivant :

- Notre service est d'avis qu'Oppenheimer ne mérite pas la pleine confiance et que sa fidélité est incertaine. Nous croyons que le seul sentiment de loyauté qu'il soit capable d'éprouver, il le réserve à la science, et il est à prévoir que, si le gouvernement Soviétique lui offrait davantage pour poursuivre sa mission scientifique, il choisirait ce gouvernement pour l'assurer de sa loyauté.

Groves, mis au courant, et très ennuyé, demanda à Oppenheimer de révéler le nom de ce mystérieux intermédiaire sur lequel l'attention commençait à se focaliser. Il répondit :

- Si vous y tenez absolument, je vous le dirai, mais cela me contrarie.

Evidement, c'était contrariant car Oppie n'avait que deux choix, ou dénoncer un innocent, ou passer pour un imbécile.

Groves n'insista pas, mais il y eut par la suite des interrogatoires plus pressants. Les réticences d'Oppenheimer paraissaient de plus en plus suspectes.

Un second rapport sur lui fut adressé par le FBI à Groves, qui disait :

- L'opinion demeure qu'Oppenheimer cherche activement à obtenir à l'aide du projet Mannathan une réputation scientifique mondiale et une

place dans l'histoire. Or je crois que l'armée a les moyens de lui offrir ce qu'il désire, mais qu'elle a aussi les moyens de couvrir son nom d'opprobe et de ruiner sa réputation et sa carrière. Si on faisait clairement envisager cela à Oppenheimer, cela pourrait lui ouvrir une toute autre perspective sur sa position à l'égard de l'armée...

Ca n'était pas si mal vu, après tout, et ce texte montre que, dans cette mise au pas de scientifiques, les militaires étaient prêts à ne négliger aucun moyen.

Oppenheimer craignit de se voir exiler loin du projet, dans les "ténèbres extérieures" en voyant sa "clearance", c'est à dire son accès à toute la confidentialité des travaux, supprimée, et il choisit finalement de livrer le nom de son ami Chevalier en "amplifiant" cet incident insignifiant pour que ce coupable, fabriqué de toute pièce, eut l'air crédible. Peu de temps après Chevalier, parfaitement innocent, perdit sa chaire pour une raison qu'il ne comprit pas et resta sous la surveillance du FBI, qui ne trouva évidement rien sur son compte.

Cet épisode peu connu permet de saisir la personnalité d'Oppenheimer, complexe, mais entièrement dominée par l'ambition et la recherche de la gloire.

L'homme de la rue se fait de terribles illusions sur les "savants". Ce ne sont que des hommes comme les autres. Il leur arrive de changer et à certains moments de leur vie il peut leur arriver de faire de terribles bêtises. On a vu comment Slizard, au départ le plus conscient des risques liés à l'arme nucléaire, avait fini, en entraînant Einstein dans son entreprise (le lettre à Roosevelt) par devenir le responsable numéro un de sa mise en œuvre.

Dans l'histoire des armes nucléaires il faut se défier de toute vision manichéenne. Edward Teller est souvent cité comme le modèle ayant servi pour le célèbre film Docteur Folamour. Présentement c'est tout à fait justifié. Mais c'était aussi un de ceux qui avaient signé la déclaration de principe, avant la guerre, visant le développement de l'arme. Sakharov, ardent défenseur des droits de l'homme depuis 1967 avait été auparavant un artisan très actif de la course aux armements.

De tels projets se présentent pour les scientifiques comme les cônes creusés par cet insecte qu'on appelle le fourmi-lion. Ils tournent, tournent, autour de cet objet qui exerce sur eux une véritable fascination, et finissent un jour par tomber dedans de manière difficilement réversible. Ce puissant attrait de la découverte fait partie intégrante de la démarche scientifique, fondamentalement amorale.

Il existe une seconde motivation : la volonté de pouvoir. Avant le projet Mannathan la science se faisait encore dans un certain climat de liberté insouciante, au cœur des universités. On montait des expériences sur des lourdes tables de chêne, on utilisait parfois d'antique appareils aux lourdes montures de bronze, sorte de patrimoine scientifique, transmis de génération en génération. La science avait ses traditions. Les équipes étaient peu nombreuses. Le Maître, quelques disciples, c'était tout.

Le nucléaire avait créé une nouvelle race de savants : les généraux de la science. Pour construire la bombe A il avait fallu mobiliser l'équivalent d'un bataillon de scientifiques, de techniciens et d'ingénieurs. Oppenheimer, sous ses dehors décontractés et son éternel chapeau mou, avait été fasciné par cette puissance offerte, et cet universitaire extrêmement cultivé prenait un plaisir évident à conduite "l'entreprise Mannathan" d'une main de fer, à la manière d'une homme d'affaire Texan.

Fermi avait fait fonctionner le premier réacteur nucléaire sur les gradins du stade de Chicago. Une des conclusions premières fut la découverte de la grande quantité de déchets radioactifs, de radioéléments artificiels que créait la fission à grande échelle. Il n'y avait pas production d'une ou deux substances standards, mais une gamme très variée de poisons dont la nature dépendait du régime de fonctionnement. L'arme agirait donc non seulement par ses effets mécaniques et thermiques, et par le puissant rayonnement émis, mais aussi à travers des "retombées" dont les effets biologiques étaient déjà connus.

Par ailleurs le fait se confirmait que l'on pourrait à l'aide d'un tel appareil créer une nouvelle matière fissile, le Plutonium,, possédant 239 nucléons, qui n'existait pas à l'état naturel, sa période étant trop faible pour que cet élément ait survécu jusqu'à nous. Mais on pouvait le recréer en le bombardant avec des neutrons, rapides cette fois, à partir de l'Uranium 238, non fissible, mais existant en abondance dans des gisements. On envisagea donc de synthétiser à l'aide du réacteur une certaine quantité de cette autre forme de ce qu'on appelait en code "la matière finale", ce qui n'est pas sans rappeler une solution du même nom, de triste mémoire.

En Europe Gœbbels faisait des discours en brandissant la menace d'armes de représaille, secrètes et terribles. Les Alliés connaissaient l'avance des Allemands en matière de "vecteurs" : le V1, une bombe volante propulsée par réaction et la célèbre fusée V2, née du génie du physicien Von Braun. Pour les Américains il ne faisait aucun doute que la bombe à fission en faisait partie et ils se hâtaient du mieux qu'il pouvaient. Au Japon la lente reconquête du Pacifique sud se poursuivait, au prix d'un nombre incalculable de vies humaines. A Iwo Jima les pertes Américaines avaient même excédé les pertes Japonaises. Vingt six mille contre vingt

cinq mille. Les Japonais, contraints par un code d'honneur, le Bushido, inconnu en occident, mêlé à des convictions religieuses, ne se rendaient pas. L'étau se resserrant, les Japonais avaient pour la première fois utilisé des Kamikazes, lors du débarquement Américain aux Philippines. Ce qui aurait pu paraître monstrueux dans un système de pensée occidental était en fait un acte assez naturel chez les fils du ciel et plus de *six mille* périrent ainsi sereinement jusqu'à l'armistice, dans cette forme de combat qui ne faisait que créer un raccourci fulgurant entre l'engagement au combat et les conséquences logiques de l'acte, l'accomplissement total et suprême vers lequel tendait tout soldat nippon, voué corps et âme au service d'un empereur-dieu.

Cette situation n'incitait pas les Américains à abandonner la production d'armes nucléaires, au contraire.

Alsos : la recherche du nucléaire Allemand.

En novembre 44 ils décidèrent de créer un groupe nommé ALSOS destiné à suivre la progression des troupes lors de la pénétration en France et dans l'Allemagne nazie. Ce nom était la traduction littérale, en grec, du nom de Groves, qui veut dire bosquets. Pash fut chargé de mener l'opération et la première étape de ce voyage fut Paris où Joliot, qui y avait maintenu son laboratoire en activité pendant la guerre, était considéré par les alliés comme un traître. Sur place on s'aperçut qu'il avait au contraire joué un jeu extrêmement dangereux en entreposant les armes des résistants dans son laboratoire avec qui il fit même le coup de feu lors de la libération de la capitale. Mais Pash n'apprit rien de sa part concernant l'éventuel développement de l'arme nucléaire par l'Axe.

Une technique de détection particulière consistait pour Pash et ses collaborateurs à analyser l'eau de tous les fleuves, de toutes les rivières, qui aurait pu servir à refroidir un éventuel réacteur, en y cherchant des traces de radioactivité. Un jour Pash eut l'idée de joindre aux échantillons prélevés dans l'eau du Rhin des bouteilles de vin du Roussillon en joignant la mention "pour analyse". Une semaine après le laboratoires d'analyse envoyait un télégramme disant :

- Eau, test négatif. Vin radioactif. Prière envoyer davantage et de faire vite.

Pash prit cela pour un retour de la plaisanterie, mais de nouveaux télégrammes firent état d'une demande plus pressante. Rien n'y fit, il dut expédier dans le sud de la France une équipe chargée de poursuivre une

analyse plus approfondie de façon à savoir si les Allemands n'avaient pas implanté quelque laboratoire secret dans cette région vinicole. Les émissaires Américains furent pris par les viticulteurs pour des experts chargés de goûter les productions Françaises en vue de futures exportations et ils furent reçus avec un enthousiasme bien compréhensible en étant baladés de chais en chais. Il revinrent finalement à Paris avec les fameuses caisses et une solide gueule de bois.

En fait on découvrit par la suite que certaines plantes avaient la propriété de concentrer les substances radio actives déjà présentes dans le sol, comme ce fut le cas pour des plantes aromatiques comme le thym et le romarin Provençaux après la catastrophe de Tchernobyl.

La chute de Strasbourg permit aux Américains de mettre la main sur de nombreux rapports concernant le plan uranium Allemand, et en particulier sur les archives de Weiszäcker, collaborateur de Heinsenberg. Ces papiers apportaient la preuve formelle que l'Axe avait au minimum deux années de retard sur les alliés. L'Allemagne apparemment ne possédait ni réserve suffisante de matière fissile, ni réacteur comparable aux installations Américaines d'Oak Ridge et de Hanford.

Les Américains mirent cependant la main sur tous les atomistes Allemands qu'ils purent trouver, dont Heinsenberg , von Weizsäcker et Hahn, qui furent interné. A cette époque se situa un épisode tragi-comique de cette chasse aux cerveaux Un homme fut capturé au milieu de la débâcle, qui avait le même nom qu'un des chercheurs travaillant dans l'équipe d'Heisenberg, un certain Jordan. Il prétendit être un simple tailleur mais on ne le crut pas et il fut expédié de force aux Etats-Unis malgré ses dénégations. Finalement lorsque qu'il fut soumis au feu roulant des questions des gens du FBI le seul moyen qu'il trouva pour prouver sa véritable identité fut de confectionner devant ceux-ci un complet veston. Convaincus, les Américains le renvoyèrent à sa patrie d'origine.

Slizard tente désespérément de tout stopper.

Lorsque Slizard apprit qu'on s'était trompé en pensant que les Allemands envisageait de construire une bombe atomique il se rendit à Los Alamos et rencontra Oppenheimer dans le but de lui proposer d'interrompre le projet en cours. Mais le projet Mannathan avait déjà coûté plus de deux milliards de dollars et mobilisé cent cinquante mille personnes pendant plusieurs années. Oppie refusa la proposition de Slizard en avançant plusieurs arguments. Il y avait évidemment parmi ceux-ci l'alibi d'une future production d'énergie nucléaire, mais en fait Oppenheimer voulait

poursuivre jusqu'au bout une entreprise où il s'était investi totalement. Il déclara à son visiteur :

- Rendez-vous compte des efforts qui ont été consentis par tous ces gens. Est-ce que vous me voyez leur disant soudain "les gars, on arrête tout ! ". Non, cela, je n'aurais pas le cœur de le faire.

Remarque qui plongea Slizard, principal promoteur du projet, dans le désespoir. Véritable Cassandre il avait cette faculté d'anticiper l'avenir. Au moment où les gens ne voyaient dans cette arme atomique qu'un instrument de guerre de plus, lui en percevait très bien les prolongements à long terme : l'accroissement monstrueux de la puissance des engins, la dissémination de l'arme à travers le monde et bien entendu la course aux armements qui en résulterait.

Vers Hiroshima.

A cette époque on assassinait à grande échelle sur la planète. La seconde guerre mondiale avait introduit un phénomène nouveau. A cause de l'aviation et des bombardements à grande distance il n'y avait plus ni front ni arrière. Lorsque la Lutwafe fut balayée du ciel les anglo-Américains avaient donné à l'Allemagne hitlérienne une punition sévère en écrasant ses villes sous les bombes et les Anglais qui montaient dans leurs forteresses volantes écrivaient à la craie sur leurs engins "remember Coventry", souvenez-vous de Coventry. Le scenario de fin de guerre changeait totalement. A la fin de la guerre de 14-18, si on exceptait une bande de terre servant de "théâtre des opérations" où était jouée la pièce, les populations civiles restaient peu touchées. La guerre se terminait par épuisement réciproque des belligérants. Ici il s'agissait de détruire de fond en comble les ressources industrielles du pays en pilonnant ses usines et de terroriser les populations en incendiant les métropoles.

A Dresde on avait testé avec succès une technique consistant à semer sur la ville un véritable tapis de bombes incendiaires. Celles-ci représentaient un tel apport calorique au sol que les habitants étaient rôtis, où qu'ils soient, y compris dans les abris. Ceci entraînait également la naissance de minicyclones, de vortex de feu, qui accroissaient le pouvoir destructeur de manière incroyable, attisant les incendies avec des vents atteignant plusieurs centaines de kilomètres à l'heure.

Il y a quelques années le midi de la France et en particulier la Corse, fut le siège d'incendies de forêt exceptionnellement étendus. Je me rappelle très bien avoir vu à la télévision la naissance d'un tel vortex, véritable trombe

incendiaire, qui avançait en se dandinant et dévorait les pins les uns après les autres en quelques secondes tel un horrible Djinn sorti de l'enfer.

A l'époque où Slizard et quelques autres commençaient à s'affoler les Américains avaient de leur côté déjà entrepris le pilonnage des villes Japonaise, devenues à portée de leurs superforteresses B 29. On se focalise maintenant sur la puissance des bombes lâchées sur Hiroshima et Nagasaki, qui étaient l'équivalent de douze mille tonnes de TNT, mais ce qu'on tend à oublier c'est qu'en Mars 1945 une vague de 450 bombardiers, opérant sans discontinuer pendant deux heures quarante déversa sur Yokohama *huit mille deux cent tonnes de bombes causant quatre vingt cinq mille morts* . Peu de temps après cinq cent cinquante B 29 , la plus grande formation jamais vue à ce jour, déversèrent sur Tokyo *quatre mille cinq cent tonnes de bombes incendiaires sur le quartier populeux de Shingawn, causant le plus grand incendie de l'histoire et entraînant la perte de cent mille vies humaines, essentiellement de civils* . Les flammes furent visibles à trois cent cinquante kilomètres.

L'arme atomique n'était qu'un épisode de plus, une variante technique, dans cette entreprise visant à mettre l'ennemi à genoux par tous les moyens.

En parallèle les Américains, qui avaient amené à pied d'œuvre une armada chargée de trois cent mille combattants, subissaient à Okinawa, une île située au sud est du Japon et tête de pont de la future invasion de l'île du soleil levant, l'attaque mille huit cent kamikazes, qui détruisirent trente six navires et en endommageant gravement quatre cent. La conquête de l'île allait coûter aux Américains douze mille tués et quarante mille blessés, tandis que cent mille Japonais trouvaient la mort dans une résistance désespérée.

Dans ce contexte les voix des atomistes portaient peu. Slizard demanda une nouvelle fois à Einstein, qui était par ailleurs resté totalement en dehors du projet Mannathan, mais commençait à se mordre sérieusement les doigts d'avoir signé la première, de signer une nouvelle lettre destinée à Roosevelt. Mais le président mourut avant de d'avoir pu en prendre connaissance.

Slizard se tourna alors vers Truman, son successeur, mais celui-ci, débordé par toutes les tâches de la succession, ne lui accorda pas audience. Il ne put rencontrer qu'un de ses adjoints, Byrnes, qui ne comprit pas un traître mot et lui répondit :

- Ne croyez-vous pas que vous vous créez des soucis exagérés et inutiles ?

Et comme son visiteur insistait :

- Si je ne me trompe, il n'y a pas d'uranium en Russie, non ?

Slizard nota cependant une dernière phrase de Byrnes, révélatrice de l'état d'esprit de la maison blanche :

- Est-ce que vous ne pensez pas que cette bombe pourrait être une carte maîtresse, par la suite, vis à vis des Russes ?

Pour Groves, très au fait des aspects de la guerre du Pacifique, la question de savoir si on mènerait le Projet à terme et si on lancerait la bombe sur le Japon ne se posait même pas. En fait tout se passait comme s'il redoutait que la guerre ne se terminât avant que l'arme n'ait pu être utilisée.

Roosevelt n'ayant pas donné de directives sur les suites du projet Mannathan, Stimson, ministre de la guerre provoqua la réunion d'une "scientific panel" composé d'Enrico Fermi, d'Arthur Compton, d'Ernest Lawrence (l'inventeur du cyclotron) et bien entendu d'Oppenheimer.

Compton se souvint très bien qu'on leur avait demandé non si la bombe devrait être utilisée, mais *comment* elle devrait l'être. Groves assista à la réunion en tant qu'observateur mais il appuya fortement ses vues et finalement emporta l'adhésion générale. La conclusion fut que :

. La bombe devrait être utilisée contre le Japon aussitôt que possible.

. Elle devrait être utilisée contre un objectif double, c'est à dire contre des installations militaires ou usines d'armements situées à proximité immédiate de quartiers d'habitation.

. Elle devrait être lancée sans avertissement préalable sur sa nature.

Le rapport Franck, un document fondamental.

Slizard réunit alors à Chicago un contre comité composé de sept chercheurs, présidé par le physicien Franck, qui rendit au ministère de la guerre un rapport, le "rapport Franck", tentant de s'opposer désespérément aux conclusions des experts officiels. Voici ce texte historique, in extenso :

1.Préambule

La seule raison de traiter l'énergie atomique autrement que tous les autres développements de la physique réside dans la possibilité de son utilisation à des fins de pression politique en temps de paix et de destruction brutale en temps de guerre. Tous les plans existants pour l'organisation de la recherche, les progrès scientifiques et industriels et la publication, dans le domaine atomique, sont conditionnés par le climat politique et militaire dans lequel on s'attend à voir ces plans exécutés. C'est pourquoi, si l'on fait des propositions pour l'organisation de la recherche atomique d'après guerre, on ne peut éviter la discussion des problèmes

politiques. Les savants du Projet ne se permettent pas de traiter avec autorité des problèmes de politique nationale et internationale. Cependant nous nous sommes trouvés ces cinq dernières années, par la force des événements, dans la position d'un petit groupe de citoyens instruits d'un grave danger pour la sécurité du pays et l'avenir de toutes les autres nations , danger dont le reste de l'humanité ne se doute pas. Nous estimons donc de notre devoir de prier instamment que l'on reconnaisse dans toute la gravité les problèmes soulevés par la maîtrise de l'énergie atomique et que l'on adopte des mesures permettant leur étude et la préparation des décisions à prendre. Nous espérons que la création par le Ministère de la Guerre du Comité chargé de traiter tous les aspects de la recherche atomique indique que le gouvernement a déjà tiré ces mêmes conclusions. Nous croyons que notre connaissance des éléments scientifiques de la situation et notre préoccupation continue touchant ses inférences politiques mondiales nous imposent l'obligation de présenter au Comité quelques suggestions quant à la solution de ces graves problèmes.

On a souvent autrefois accusé les savants de fournir des armes nouvelles pour la destruction mutuelle des nations au lieu d'améliorer leur bien-être. Il est indéniable que la découverte de l'aviation, par exemple, a apporté jusqu'ici à l'humanité plus de malheurs que de joies et de profits. Cependant les savants pouvaient autrefois décliner toute responsabilité quant à l'emploi de leurs découvertes désintéressées par l'humanité. Mais de nos jours nous sommes obligés de prendre une position plus active , car le succès que nous avons remporté dans les progrès de la recherche atomique est chargé de dangers infiniment plus grands que ne l'étaient toutes les inventions du passé. Nous qui sommes bien au courant de l'état actuel de la science atomique, nous avons constamment devant les yeux l'image soudaine d'une destruction s'abattant sur notre pays, d'un désastre à la Pearl Harbour, mais à la puissance mille, sur chacune de nos villes.

Dans le passé la science était le plus souvent capable de fournir, en même temps que les nouvelles armes offensives qu'elle inventait, les moyens de protection contre ces mêmes armes; mais elle n'est pas à même de nous assurer une protection efficace contre la force destructrice de l'énergie atomique. Cette protection ne peut nous venir que d'une organisation politique mondiale. Parmi tous les arguments militant en faveur d'une organisation internationale de la paix, c'est l'existence des armes atomiques qui a le plus de force. En l'absence d'une autorité internationale capable d'empêcher tout recours à la force dans les conflits mondiaux, on pourrait encore détourner les nations du chemin qui conduirait inévitablement à la destruction totale mutuelle par une convention internationale formelle empêchant la course aux armes atomiques.

2. Perspectives de la course aux armements atomiques.

On pourrait proposer, afin que le danger de destruction par les armes atomiques soit évité - du moins en ce qui concerne notre pays - soit que nous gardions nos découvertes indéfiniment secrètes, soit que nous développions nos recherches sur les armes atomiques à un rythme tel qu'il ne vienne à l'idée d'aucune nation de nous attaquer par crainte de représailles accablantes.

Voici notre réponse à la première proposition : bien que nous soyons actuellement à la tête du reste du monde dans ce domaine, les principes fondamentaux de l'énergie atomique sont connus de tous. Les savants Anglais sont aussi avancés que nous en ce qui concerne l'évolution de la science atomique du temps de guerre - sinon au sujet des procédés particuliers utilisés par nos ingénieurs; le rôle joué avant guerre par les savants Français dans la recherche nucléaire et leurs relations occasionnelles avec nos projets, leur permettront de nous rattraper rapidement, du moins en ce qui touche aux découvertes scientifiques fondamentales. Les savants Allemands dont les travaux figurent à l'origine du développement nucléaire, ne semblent pas avoir progressé durant la guerre autant que nous l'avons fait en Amérique; mais jusqu'au dernier jour de la guerre d'Europe, nous vivions dans l'appréhension constante de leurs réalisations éventuelles. La certitude que les savants Allemands travaillaient sur cette arme et que leur gouvernement n'aurait aucun scrupule à l'utiliser dès qu'elle serait disponible, fut le facteur déterminant de la décision des savants Américains de hâter dans leur pays et sur une grande échelle les développement de la recherche atomique pour des buts militaires. En Russie également où l'on connaissait bien en 1940 les bases de la science atomique et ce qu'elle impliquait, l'expérience des savants dans ce domaine est amplement suffisante pour leur permettre de reconstituer nos travaux d'ici quelques années, même si nous faisons tout notre possible pour les tenir secrets. Et même si nous réussissions à conserver un certain temps le premier rang dans les connaissances fondamentales de la science atomique, en gardant secrets tous les résultats obtenus par le Projet et tous les projets accessoires, il serait absurde d'espérer nous protéger, de ce fait, au delà de quelques années.

On peut se demander si nous ne pourrions pas empêcher les progrès de la science atomique militaire. Nous répondrons que, si la plus grande partie des gisements de minerai d'uranium connus à ce jour est contrôlée par les puissances appartenant au groupe "occidental" (Canada, Belgique et Indes Britanniques), les anciens gisements de Tchécoslovaquie échappent à leur influence. On sait aussi que la Russie extrait de l'uranium

sur son territoire; et même si nous ignorons l'ampleur des gisements découverts jusqu'ici en URSS, nous ne pouvons fonder notre sécurité sur l'espoir qu'on ne découvre pas de très grandes réserves d'uranium dans un pays couvrant un cinquième de la Terre (sans compter les pays satellites). C'est pourquoi nous ne pouvons espérer éviter la course aux armes atomiques en cachant aux nations engagées les fondements scientifiques de la recherche atomique, ni en accaparant la matière première nécessaire à une telle course.

Considérons maintenant la deuxième proposition émise en tête de ce chapitre et voyons si nous ne pouvons pas nous sentir en sécurité dans une course aux armements atomiques grâce à notre plus grand potentiel industriel : des connaissances scientifiques plus étendues, un corps de chercheurs plus nombreux et plus efficaces, une plus grande expérience dans l'organisation; tous facteurs dont l'importance a été remarquablement démontrée au cours de la guerre actuelle par la conversion de notre pays en arsenal des Nations-Unies. Nous répondrons que tous ces avantages n'aboutiraient qu'à accumuler un plus grand nombre de bombes atomiques, plus grosses et plus perfectionnées.

Cependant un tel avantage quantitatif dans les stocks de l'énergie destructive mise en réserve ne nous mettrait pas à l'abri d'une attaque brusquée. Précisément parce qu'il craindrait d'être surpassé en armes, un ennemi éventuel pourrait être irrésistiblement tenté d'essayer de nous porter un coup de surprise sans provocation - surtout s'il lui était donné de nous suspecter des nourrir des intentions agressives contre sa propre sécurité ou celle de sa sphère d'influence. C'est le type de guerre par excellence où l'avantage penche si lourdement en faveur de l'agresseur. Il peut disposer d'avance ses "machines infernales" dans tous nos grands centres et les faire exploser simultanément, détruisant ainsi la majeure partie de notre industrie et une grande part de la population extrêmement dense agglomérée dans nos centres urbains. Nos possibilités de représailles - si tant est que l'on puisse considérer les représailles comme une compensation correspondant à la perte de plusieurs millions de vies et à la destruction de nos plus grandes villes - seraient largement handicapées du fait que nous devrions transporter nos bombes par avion et que nous pourrions avoir affaire à un ennemi dont l'industrie et la population sont dispersés sur un immense territoire.

En fait, si l'on permet à la course aux armements de prendre le départ, il semble bien que la seule façon d'assurer la protection de notre pays contre les effets paralysants d'une attaque surprise serait la dispersion de nos industries essentielles à l'effort de guerre en même temps que la dispersion des populations de nos grands centres. Aussi longtemps que les bombes

atomiques seront en petit nombre (c'est à dire aussi longtemps que l'uranium sera la seule matière première nécessaire à leur fabrication), la dispersion efficace de notre industrie et l'éparpillement de notre population urbaine atténueraient considérablement la tentation de nous attaquer au moyen d'armes atomiques.

Il se peut que l'explosion des bombes atomiques actuelles déchaîne des effets égaux à ceux de 20 000 tonnes de TNT. Une seule de ces bombes pourrait alors détruire une surface urbaine de trois miles carrés environ (huit kilomètres carrés). On peut alors s'attendre à produire d'ici une dizaine d'années des bombes contenant une grande quantité de matériel radioactif et pesant moins d'une tonne, capables de détruire plus de dix miles carrés d'un centre urbain (vingt cinq kilomètres carrés). Une nation ayant à sa disposition 10 tonnes d'explosif atomique pour une attaque sournoise de notre pays pourrait alors espérer réaliser la destruction complète de toute l'industrie et de la plus grande partie de la population sur une surface de 500 miles carrés et plus (mille deux cent cinquante kilomètres carrés). Mais s'il ne se trouvait sur l'ensemble du territoire Américain aucun objectif d'une surface de 500 miles carrés contenant une assez large fraction de l'industrie nationale et de la population pour que leur destruction paralyse le potentiel de guerre de la nation et ses possibilités de défense, alors l'attaque ne se justifierait plus et serait peut-être abandonnée. Actuellement, toutefois, on pourrait aisément choisir dans notre pays une centaine d'aires de cinq miles carrés chacune dont la destruction simultanée porterait un coup d'assommoir à la nation. La surface totale des Etats-Unis étant d'environ trois millions de miles carrés, il serait possible de répartir ses ressources industrielles et humaines de telle façon qu'il ne reste aucune aire de cinq cent miles carrés assez importante pour servir d'objectif à une attaque atomique.

Nous nous rendons parfaitement compte des incroyables difficultés qu'entraînerait une modification aussi radicale de la structure sociale et économique de notre pays. Nous pensons toutefois que le dilemme devait être posé pour démontrer quel genre de méthode de protection l'on pourrait considérer tour à tour si nous n'arrivions pas à un accord international satisfaisant. Il faut remarquer encore que, dans ce domaine, notre position est moins favorable que celle des pays à population plus dispersée, à industries plus disséminées, ou dont les gouvernements ont un pouvoir illimité sur les mouvements de population et l'emplacement des installations industrielles.

Si l'on n'aboutit pas à un accord international efficace, la course aux armes atomiques prendra le départ le lendemain de notre première démonstration de l'existence des armes atomiques. Ensuite il faudrait aux autres nations trois ou quatre ans pour regagner notre avance présente, et

huit ou dix ans pour s'aligner avec nous si nous continuons notre travail intensif dans ce domaine. Ceci pourrait bien correspondre à la détermination de nouveaux emplacements de notre population et de notre industrie. Il est donc évident qu'il faut, sans perdre de temps, remettre l'étude de ce problème entre les mains des experts.

3. Perspectives d'accords

Les conséquences d'une guerre atomique et le genre de mesures à prendre pour protéger un pays de la destruction totale par la bombe atomique doivent faire horreur aux autres nations autant qu'aux Etats-Unis. La situation de l'Angleterre, de la France et des petites nations Européennes avec leurs concentrations humaines et industrielles serait particulièrement désespérée en face d'une telle menace. La Russie et la Chine sont actuellement les deux seules nations qui survivraient à une attaque par la bombe atomique. Cependant, bien que ces pays soient connus pour attacher moins de valeur à la vie humaine que les peuples d'Europe occidentale et d'Amérique, et bien que la Russie en particulier dispose d'un immense territoire où elle peut disperser ses industries vitales et d'un gouvernement capable d'ordonner cette dispersion le jour où une telle mesure lui paraîtrait nécessaire, il ne fait aucun doute que la Russie tremblerait à l'idée de la désintégration soudaine de Moscou ou de Léningrad, presque miraculeusement préservés dans cette guerre, et de ses nouvelles cités industrielles de l'Oural et de Sibérie. Par conséquent, seul le manque de confiance, et non pas l'absence de désir d'entente, peut se mettre en travers de la conclusion d'un accord propre à empêcher la guerre atomique. La réalisation d'une telle convention dépendra donc essentiellement de l'intégrité des intentions des intéressés et de leur empressement à sacrifier une portion de leur propre souveraineté.

Le seul moyen de faire connaître au monde l'arme atomique - et ce moyen séduirait particulièrement ceux qui considèrent la bombe atomique avant tout comme une arme secrète exploitée en vue de gagner la guerre - serait de l'utiliser, sans avertissement, sur des objectifs choisis, au Japon.

Bien que l'on puisse, sans aucun doute, obtenir d'importants résultats tactiques par l'introduction soudaine des armes atomiques, nous croyons pourtant qu'il serait nécessaire que la question de l'emploi des premières bombes atomiques dans la guerre Japonaise soit très soigneusement examinée, non seulement par les autorités militaires, mais encore par les hauts dirigeants politiques de notre pays.

La Russie et même les pays alliés qui se méfient moins de nos agissements et de nos intentions, de même que les pays neutres, pourraient

être profondément révoltés par notre décision. Il pourrait être difficile de persuader au monde que l'on peut faire confiance à une nation capable de préparer secrètement puis de déclencher soudain une nouvelle arme aussi aveugle qu'une bombe lancée par fusée et mille fois plus destructrice, lorsqu'elle déclare vouloir que de telles armes soient interdites par une convention internationale. Nous possédons de larges stocks de gaz toxiques mais nous n'en faisons pas usage et de récents sondages ont montré que l'opinion publique de notre pays est opposée à leur utilisation, même si celle-ci devait hâter la victoire dans la guerre d'Orient. Il est vrai qu'un élément illogique de la psychologie des masses estime plus révoltant l'emploi de gaz que celui d'explosifs bien que la guerre des gaz ne soit en aucune façon plus "inhumaine" que la guerre par bombes ou par balles. Néanmoins si l'on pouvait éclairer l'opinion Américaine sur les effets des explosifs atomiques, il n'est pas du tout certain que celle-ci soit d'accord pour que notre pays soit le premier à introduire un procédé aussi aveugle de destruction massive de la vie civile.

C'est pourquoi du point de vue "optimiste"- et dans l'attente d'une convention internationale interdisant la guerre atomique- la sauvegarde des vies Américaines et les avantages militaires éventuellement obtenus grâce à la brusque utilisation des bombes atomiques seraient largement dépassés par la perte de confiance qui en résulterait, par la vague de terreur et de réprobation qui passerait sur le reste du monde et peut-être diviserait notre opinion publique.

A cause de cela, il serait préférable qu'une démonstration de la nouvelle arme puisse être réalisée sous les yeux des représentants de toutes les Nations Unies dans le désert ou dans une île aride. On obtiendrait sans doute un climat favorable à la conclusion d'un accord international, l'Amérique pouvant dire au monde : " Voilà l'arme que nous possédons. Nous ne l'avons pas utilisée. Nous sommes prêts à renoncer à l'employer dans l'avenir si d'autres nations sont également prêtes à y renoncer elles aussi et à organiser en commun un contrôle international efficace".

Après un telle démonstration et si les Nations-Unies (et notre propre opinion publique) étaient d'accord, on pourrait peut-être faire usage de l'arme contre le Japon après un ultimatum l'engageant à se rendre ou du moins à évacuer certaines régions, faute de quoi il s'exposerait à la destruction totale. Une telle affirmation peut sembler fantastique, mais nous possédons avec les armes atomiques un pouvoir de destruction inouï et si nous voulons exploiter à fond les avantages qu'elles nous confèrent il nous faut envisager des méthodes entièrement nouvelles.

Nous insistons sur le fait que si l'on adopte le point de vue pessimiste et que l'on fasse peu de cas des possibilités d'un contrôle effectif international

à l'époque actuelle, alors l'opportunité d'un usage hâtif de la bombe atomique contre le Japon devient encore plus discutable, indépendamment de toutes considérations humanitaires. Si on ne conclut pas un accord international immédiatement après la première démonstration, ce sera le départ en flèche pour une course aux armements illimitée. Si cette course est inévitable, nous avons toutes les raisons d'en retarder le départ aussi longtemps que possible de façon à augmenter encore notre avance initiale.

Les avantages et la sauvegarde des vies Américaines que notre pays s'assurerait en renonçant à une démonstration prochaine de la bombe atomique et en laissant sans empressement les autres nations entrer en lice sur la base de simples conjectures et sans avoir l'assurance que "l'engin marche", compenseraient largement le profit obtenu par l'usage immédiat dans la guerre Japonaise des premières bombes relativement peu puissantes.

D'un autre côté on peut prétendre que, faute de démonstration précoce, il pourrait se révéler difficile d'obtenir les appuis nécessaires au développement intensif de la recherche atomique dans notre pays et qu'ainsi le temps gagné jusqu'à l'ouverture différée de la course aux armements ne pourrait plus être convenablement employé. De plus il est permis de penser que les autres nations sont actuellement au courant de l'état de nos travaux ou ne tarderont pas à l'être et que, par conséquent, l'ajournement de la démonstration pourrait fort bien manquer son but et ne pas empêcher la course aux armements, mais seulement créer un climat de méfiance aggravant plutôt qu'améliorant les chances de succès d'un accord final sur le contrôle international des explosifs atomiques.

Donc, si l'on peut considérer comme assez limitées dans le futur proche les perspectives d'une entente, les arguments énoncés pour et contre la révélation prochaine au monde de notre possession des armes atomiques- non seulement par leur usage immédiat contre le Japon, mais aussi par une démonstration annoncée par avance doivent être soigneusement pesés par les dirigeants politiques et militaires du pays et la décision doit être laissée aux seules considérations de tactique militaire.

On pourrait nous faire remarquer que ce sont les savants qui ont commencé les recherches en vue de la réalisation de cette "arme secrète" et qu'il est étrange de les trouver réticents quand il s'agit de l'essayer sur un ennemi dès qu'ils peuvent en disposer. La réponse à cette objection a déjà été donnée : ils furent obligés de mener leurs recherches à une allure record dans la crainte où ils étaient que les Allemands ne fussent techniquement capables de produire une arme semblable et que le gouvernement Allemand ne fût gêné par aucune retenue morale pour en faire usage.

Un autre argument en faveur de l'utilisation de la bombe atomique aussi prête est le suivant : les contribuables ont investi de si grosses sommes d'argent dans ces travaux que le Congrès et le public Américain demanderont compte de leur emploi. L'attitude de l'opinion Américaine rappelée ci-dessus, concernant l'utilisation des gaz toxiques contre le Japon, prouve bien que l'on peut espérer du public Américain une large compréhension quant à l'avantage de garder parfois une arme en réserve pour l'utiliser seulement en cas d'extrême urgence; et dès qu'on aura révélé au peuple Américain les possibilités des armes atomiques, on peut être sûr qu'il soutiendra toutes les tentatives pour en interdire l'emploi.

Une fois ce but atteint, les énormes installations et les accumulations de matériel explosif qui sont actuellement prévues pour des fins militaires, deviendraient disponibles pour d'importantes recherches pacifiques, y compris la force productrice , les grandes entreprises de génie civil et la production massive de matériel radioactif. De cette façon l'argent dépensé pour les recherches atomiques en temps de guerre pourrait être converti en une aide favorable à la recherche pacifique pour l'économie nationale.

4. Moyens de contrôle international.

Considérons maintenant la question de la réalisation d'un contrôle international effectif des armes atomiques. C'est un problème difficile, mais il ne nous parait pas insoluble. Il doit être étudié par les hommes d'Etat et les légistes internationaux et nous pouvons seulement offrir quelques idées préliminaires à cette étude.

La confiance mutuelle et la bonne volonté de tous les partis disposés à abdiquer une certaine part de leurs prérogatives, en acceptant un contrôle international sur des stades donnés de leur économie nationale étant acquises, le contrôle pourrait s'exercer (alternativement ou simultanément) sur deux plans différents.

Le premier moyen, et le plus simple, est de rationner la matière première, en particulier le minerai d'uranium. La production d'explosifs commence avec le traitement de grandes quantités d'uranium dans de vastes usines de séparation des isotopes ou dans d'énorme piles productrices. Les quantités de minerai extraites du sol dans les différents gisements peuvent être contrôlées sur place par des agents du Comité International de Contrôle, et l'on peut allouer à chaque nation une quantité telle que la séparation sur une grande échelle des isotopes fissiles lui soit impossible.

Une telle limitation aurait l'inconvénient de rendre impossible également le progrès de la recherche atomique pour des fins pacifiques. Toutefois elle ne doit pas empêcher une production suffisante d'éléments radioactifs capable de révolutionner l'emploi industriel scientifique et technique de ces

matières premières, conservant ainsi les principaux bénéfices que la science atomique promet d'apporter à l'humanité.

Un accord sur un plan plus élevé, et qui demanderait encore plus de confiance mutuelle et de compréhension, devrait permettre une production illimitée, mais tiendrait compte du sort exact de chaque livre d'uranium extraite. Si l'on contrôle ainsi la conversion des minerais d'uranium en matériaux purs fissiles, la question se pose alors de savoir comment empêcher l'accumulation de grandes quantités de ces matériaux entre les mains d'une de plusieurs nations. Des stocks de cet ordre pourrait être rapidement convertis en bombes atomiques si une nation s'avisait de se soustraire au Contrôle International. On a proposé de s'entendre sur la dénaturation des isotopes purs fissibles : il suffirait de les affaiblir une fois obtenus , avec des isotopes convenables pour les rendre impropres aux emplois militaires, alors qu'ils resteraient encore capables de produire de la force motrice.

Une seule chose reste parfaitement claire : toute convention internationale touchant la prévention des armes atomiques doit être appuyée par des contrôles réels et effectifs. Aucun accord sur le papier ne saurait être suffisant car notre pays, pas plus que n'importe quel autre, ne peut jouer son existence sur sa confiance dans la signature des autres pays. Toute tentative pour entraver le Contrôle International devrait être considérée comme une violation de cette convention.

5. Résumé

Le développement de l'énergie atomique ne constitue pas seulement un important apport à la puissance technologique et militaire des Etats-Unis, mais il crée aussi de graves problèmes politiques et économiques pour l'avenir de notre pays.

Il n'est pas possible que la bombe atomique reste une "arme secrète" à la disposition exclusive de notre pays pour plus de quelques années. Les faits scientifiques à base de sa construction sont bien connus des savants des autres pays. A moins que l'on ne puisse créer un contrôle effectif international des explosifs, la course aux armes atomiques commencera dès que le monde apprendra que nous possédons cette arme. En l'espace d'une dizaine d'années, les autres puissances peuvent avoir des bombes atomiques pesant moins d'une tonne et capable de détruire une surface urbaine de 1O miles carrés. Dans la guerre où nous conduirait vraisemblablement une telle course aux armements, les Etats-Unis, avec leurs concentrations d'industrie et de population seraient handicapés à l'égard de pays où population et industrie sont dispersés sur d'immenses territoires.

Nous croyons qu'en raison de ces considérations, l'utilisation pour une attaque surprise prématurée au Japon est à déconseiller. Si les Etats-Unis étaient les premiers à déclencher ce moyen de destruction aveugle sur l'humanité, ils perdraient le soutien de l'opinion publique du monde entier, ils précipiteraient la course aux armements et ils ruineraient les possibilités d'entente en vue d'un accord international pour le contrôle futur de telles armes.

On créerait un climat d'entente bien plus favorable à la conclusion d'un tel accord si on révélait pour la première fois au monde l'existence de la bombe atomique par une démonstration dans une région inhabitée dûment choisie.

Si on doit considérer que les chances d'aboutir à un contrôle effectif international des armes atomiques sont actuellement minimes, non seulement l'utilisation de ces armes contre le Japon, mais encore la simple démonstration prématurée pourraient être contraire aux intérêts de notre pays. L'ajournement de cette démonstration aurait dans ce cas l'avantage de retarder aussi longtemps que possible le départ de la course aux armes atomiques.

Si le gouvernement se décidait en faveur d'une prochaine démonstration des armes atomiques, il aurait alors à tenir compte de notre opinion publique et de celle des autres pays avant de se résoudre à utiliser ces armes contre le Japon. De cette façon, les autres nations pourraient assumer une part de responsabilité dans un si fatale décision.

Rédigé et signé par :

J.Franck	*D.Hugues*
L.Slizard	*T.Hogness*
E.Rabinowitch	*G. Seaborg*
C.J. Nickson	

Ce texte, présenté au Ministère de la Guerre le 11 Juin 1945, soit vingt cinq jours avant le premier essai d'Alamogordo et cinquante six jours avant Hiroshima fut le dernier cri lancé par la fraction de la communauté scientifique parfaitement avertie et responsable. Quand on parcourt ces lignes on y trouve, avant même que la démonstration de l'arme ne fut effectuée, plusieurs prophéties terribles. Primo la certitude de la prolifération rapide de l'arme nucléaire avec prédiction parfaite du temps nécessaire au développement de l'arme par les autres nations économiquement développées. Secundo la prédiction de la course aux armements et de l'état de paranoïa planétaire qui s'en suivrait.

Le rapport contient par contre une erreur fondamentale concernant la réaction de l'opinion publique internationale. Peu d'années après le premier emploi de l'arme le qualificatif d'atomique désignait la teneur d'un cocktail ou le sex appeal d'une actrice, tandis que le lieu d'une essai nucléaire dans le pacifique s'immortalisait en devenant la marque d'un costume de bain...

Compton, Fermi, Oppenheimer et Lawrence, les quatre cavaliers de l'Apocalypse, eurent communication de ce dossier. Pour tout commentaire ils dirent qu'ils ne se sentaient pas compétents pour décider si on devait ou non utiliser l'arme nucléaire. Certains exprimèrent leur scepticisme quant à l'efficacité, face à un ennemi aussi fanatique, d'une démonstration dans un lieu inhabité. On a dit que Truman n'avait pas réellement pris de décision au sujet de la bombe, mais qu'il avait simplement laissé le projet suivre son cours, sans s'y opposer. En fait le courrier privé de Truman fut déclassifié en 1979 et ceci permit d'éclairer ce point d'histoire. Le nouveau président ne fut pas à l'époque, comme le notait Groves dans ses mémoires "un enfant lancé dans un toboggan". Il semble au contraire qu'il ait très bien mesuré l'importance stratégique (et politique) de l'arme nucléaire. Dans la correspondance privée qu'il eut avec sa femme il mentionna très clairement que cette arme nouvelle pourrait être un moyen efficace de limiter l'expansion Soviétique en Asie.

Devenu président le 12 avril 1945 il fut avisé un mois plus tard par William Donovan, directeur de l'office de renseignement, du souhait des Japonais de négocier un cesser le feu, sous réserve que l'empereur ne serait pas mis sur la touche, c'est à dire "ne perdrait pas la face".

A la fin Juin la maison blanche fut saisie d'une nouvelle demande de négociation de la part du Japon, transmise par l'union Soviétique. Cette démarche avait été parallèlement interceptée par les services Américains, qui avaient décrypté le code secret Japonais.

De nombreuses démarches furent faites alors par différentes personnalités, y compris Einsenhover, préconisant une prise de contact avec les Japonais et un abandon du projet d'utilisation de l'arme nucléaire.

Le 17 Juillet les alliés décidèrent qu'ils n'accepteraient qu'une capitulation sans conditions, déclaration qui fut rendue publique le 25. Les Japonais ne saisirent alors pas cette perche, jugeant cette condition préalable inacceptable.

Plus rien ne pouvait désormais arrêter cette infernale machinerie, inventée par les hommes, mais qui venait ce jour là de leur échapper et poursuivrait désormais son existence propre, hors de portée de toute réflexion et de toute décision humaine.

Quand l'atome se banalise.

L'hôtesse vint servir le repas, me tirant de ma rêverie. Pendant que je revoyais en pensée tous les livres dans lesquels, jeune étudiant, j'avais découvert toute cette genèse du nucléaire, en particulier celui de Jungk, je me demandais comment tout cela avait être à ce point oublié et comment la science, après avoir un bref instant, le temps d'un éclair "plus clair que mille soleils", montré un visage si inquiétant, avait pu retrouver retrouver à ce point son aspect providentialiste et rassurant, chanté à longueur d'année par les poètes du Big Bang ou les capitaines des accélérateurs de particules. Comment l'atome avait pu se banaliser, s'aseptiser et se fonctionnariser à se point. Plusieurs années auparavant j'avais fait ma première visite dans un grand centre nucléaire Français. Le lieu m'avait impressionné par sa vastitude. A perte de vue on voyait des bâtiments aux formes simples, très dispersés, portant des noms empruntés à la musique ou à la mythologie : Rhapsodie, Pégase. Après avoir été contrôlés machinalement à l'entrée par des vigiles distraits nous avions subi l'exposé ennuyé et ennuyeux du chef des relations extérieures, qui ne devait pas être à sa première prestation du même type. Puis nous avions parcouru des enfilades de laboratoires. Salles froides, salles chaudes, salles blanches. Nulle fièvre en ces lieux, mais une sorte d'immense apathie, de vide, de routine, dans cet immense centre qui ressemblait au château de la belle au bois dormant.

Les ingénieurs, sollicités, se perdaient dans le détail de leur travail particulier. Ruptures de gaines, boites à gants, bras de manipulation, décontamination, échangeurs à sodium. J'avais l'impression de visiter les planètes du petit Prince avec tous ses habitants, le vaniteux, l'homme d'affaires, l'allumeur de réverbère.

La visite se termina dans un immense hall obscur, surmonté d'un gigantesque pont roulant. Au centre se trouvait un réacteur piscine, éclairé d'une lueur bleuâtre. En s'approchant prudemment du bord on pouvait voir les entrailles mêmes de la pile à uranium. Ce type de réacteur d'étude avait été utilisé après la guerre en utilisant l'eau à la fois comme barrière de protection contre les radiations et comme agent de refroidissement. Ainsi tous les organes essentiels du réacteur, les gaines contenant les piles de pastilles "d'éléments combustibles" et les barres de contrôle de cadmium, absorbeuses de neutrons, se trouvaient directement visibles, ainsi que le rayonnement bleuté émis, à quelques huit ou dix mètres sous la surface limpide et calme.

La lumière se propage à trois cent mille kilomètres par seconde dans le vide. Mais dans un matériau quelconque les absorptions et réémissions de photons par les atomes, non instantanées, freinent sa progression. La vitesse du message lumineux chute et le rapport entre la vitesse nominale et la vitesse effective s'appelle précisément l'indice de réfraction du milieu.

Dans le réacteur piscine des neutrons étaient émis à une vitesse supérieure à celle du flux lumineux et ceci créait ce qu'on appelait l'effet Tcherenkov. Tout objet présent dans le réacteur, immergé dans ce flux de neutrons, se comportait alors comme un obstacle, comme une maquette placée dans un courant supersonique et s'entourait de cônes à la surface desquels la lumière en quelque sorte s'accumulait, ayant tout à fait l'allure d'ondes de choc. C'était d'une beauté à en couper le souffle.

Je restais un long moment à contempler ce prodige, tel Arronax dans le Nautilus. Comment une chose aussi belle, à portée de main, pouvait-elle être aussi dangereuse ? Quiconque aurait eu la folie de plonger dans cette eau , invisible à force de limpidité, aurait aussitôt été brûlé à mort, irrémédiablement.

Maintenant les réacteurs ont définitivement baissé leurs jupes et ne montrent plus que des enfilades anodines de vannes, de cadrans et d'enregistreurs. Les réacteurs ont pris place dans nos paysages, dans nos villes et sur nos rivières, images de puissance, de confort et de sécurité confiante. Les bombes ne se montrent plus à visage découvert, elles explosent sans bruit, si discrètement, dans les entrailles de la terre. Les missiles ne sont que de jolies fusées du quatorze juillet, montant majestueusement vers la nuit spatiale, dont les flammes oranges saturent les écrans de nos téléviseurs et les images d'Hiroshima, perdues entre celles des attentats et de tremblement de terre, semblent appartenir à une autre planète.

A Livermore ou à Sandia il eut été déplacé, vain, d'évoquer ces choses du passé devant ces apprentis sorciers, Faust modernes, qui ont d'ailleurs totalement oublié qu'un jour, leurs pères vendirent leurs âmes.

Les derniers préparatifs.

A Los Alamos Alvarez conçut le dispositif qui devait permettre l'amorçage de la bombe, juste avant son lancement. Celle-ci était constituée de deux demi sphères qui, réunies brutalement à l'aide d'un explosif, devaient constituer la masse critique ("crit", selon l'argot de la Mesa). Louis Slotin fut chargé de déterminer cette masse avec le plus de précision possible. Il existait, bien sûr, des moyens théoriques d'y parvenir, mais il

était néanmoins nécessaire de s'assurer de la validité des calculs en se livrant à des expériences.

Slotin utilisait donc un montage très rustique où il faisait coulisser les deux petites hémisphères à l'aide d'un simple tournevis.

D'origine canadienne, c'était un homme très tonique qui avait toujours recherché l'excitation et l'aventure. Par goût des sensations fortes il s'était d'abord engagé dans les brigades internationales lors de la guerre civile espagnole, où il avait été servant d'un poste de DCA. Dès qu'avait éclatée la guerre il avait cherché à s'engager dans la RAF, mais avait été écarté en raison de sa myopie. Il avait donc finalement trouvé à Los Alamos une manière de satisfaire son goût pour les jeux dangereux et appelait cette opération de détermination de masse critique "taquiner la queue du dragon". Avec Frisch et Alvarez il mit au point les mécanismes internes des premières bombes. Ce dernier partit d'ailleurs dans l'atoll de Tinian en vue de procéder au montage ultime avant le lancement des engins opérationnels.

Pendant que les futurs pilotes du B29 Enola Gay s'entraînaient dans l'Utah les chercheurs avaient procédé au montage de la première bombe A, baptisée du nom blasphématoire de "trinity". Elle fut essayé le 16 juillet 1945 et les savants organisèrent des paris sur la puissance de l'explosion. On avait amené l'engin en pièces détachées le long d'une route portant le nom évocateur de "Jornada del Muerto" (le voyage de la mort). Le site était voisin d'une localité appelée "Sombre" (sombre), non loin d'Alamogordo. Là s'élevait dans le désert la haute tour métallique au sommet duquel on devait placer l'engin. Le temps était orageux. Dans les jours précédents on avait pendu à un câble, sous un portique, une bombe conventionnelle de forte puissance, à titre d'essai, une maquette bien modeste, en fait. La foudre était tombée dessus et l'avait faite exploser comme dans un dernier avertissement du ciel. Mais les savants, tout à leur affaire, n'en avaient cure.

A quinze kilomètres du point zéro ils essayaient leurs lunettes noires et s'enduisaient le visage d'une crème solaire pour éviter un bronzage intempestif du la prévisible émission de rayons ultraviolets. Dans les baraquements les haut-parleurs diffusaient de la musique douce. Il était cinq heures du matin. Dans une station de contrôle située à neuf kilomètres du point zéro Oppenheimer supputait les chances de succès ou d'échec, refaisant mentalement certains calculs dans sa tête. Enrico Fermi était penché sur les enregistreurs de pression, à bandes, les vérifiant une dernière fois. Quelques mois plus tôt il s'était moqué de collègues qui avaient tenté

de lui faire signer un document préconisant l'arrêt de la construction de la bombe en lâchant :

- Vous m'embêtez, c'est quand même de la belle physique, non ?

De l'aveu général personne ne pensait un instant aux destructions de vies humaines que cette bombe allait engendrer, et encore moins à l'Apocalypse.

Personne ne vit la lueur initiale qui aurait immédiatement aveuglé l'imprudent. Personne ne contempla le visage de cette gorgone surgie droit de l'enfer mais tous furent surpris de la forte lumière qui se reflétait sur les nuages et les montagnes environnantes. Oppenheimer, cramponné à un des piliers de la station de contrôle, se rappela à l'instant quelques phrases du livre sacré de l'Inde, le Bhagavadagîta :

Si le rayonnement de mille soleils
Irradiait dans cet instant le ciel
Dans toute sa splendeur
Apparaîtrait le Tout-Puissant.
Je suis la MORT
La fin de tous les temps.

Les scientifiques sont en principe athées par déformation professionnelle, mais en cette journée marquée d'une pierre noire la plupart rapportèrent ce qu'ils avaient vu en termes empruntés à la religion ou à la mythologie, non en termes scientifiques.

Au bout de trente secondes l'onde de choc toucha le bâtiment de contrôle comme un coup de tonnerre. Ceux qui étaient présents restèrent quelques heures en état de choc. On raconte que certains furent incapables de conduire leur voiture pour retourner à leur laboratoire. Mais ce sentiment de terreur disparut vite. Groves dut consoler un des savants, consterné par la destruction des appareils de mesure qu'il avait installés pour enregistrer la puissance de l'explosion.

- Enfin, de quoi vous plaigniez-vous ? Bien sûr, vous n'avez rien pu mesurer, mais si les appareils ont été détruits c'est que la puissance était suffisante, non ?

On plaisanta, on sabla le champagne, et le général Groves, responsable administratif et militaire de toute l'opération résuma l'avis général en disant :

- Finie la guerre ! Avec un ou deux de ces engins, le Japon est liquidé.

Le premier test sur du matériel humain.

La première bombe opérationnelle fut essayée moins d'un mois plus tard, le 6 août, sur la ville d'Hiroshima. Le premier objectif envisagé avait été la ville sainte de Kyoto au sujet de laquelle quelqu'un avait dit :

- Cette ville est habitée par des gens cultivés. Ils seront peut-être plus à même que d'autres de comprendre la signification de l'acte.

Mais Oppenheimer, arguant la destruction d'un patrimoine culturel inestimable, s'y était vivement opposé. On s'était donc fixé sur une ville importante qui, outre des arsenaux militaires, recélait une importante population civile, suffisamment dense.

Il existe évidemment peu de documents photographiques concernant les suites immédiates de l'explosion, mais un peintre d'estampes, qui était présent, en fit de nombreux croquis. On peut y voir des foules hagardes de gens nus et couverts de sang de la tête aux pieds. Un des effets du rayonnement était en effet de provoquer un fort afflux sanguin cutané. Les gens étaient aussi dévorés de soif en raison de l'intense déshydratation due aux brûlures. Une des dessins montre un bassin où des centaines de personnes étaient venues mourir après avoir tenté de s'abreuver. Tous les gens qui avaient reçu de plein fouet le rayonnement thermique portaient des brûlures laissant apparaître le squelette et moururent très rapidement. Ceux s'étaient trouvés derrière des vitres avaient le visage incrusté de milliers de débris de verre.

Un témoin raconte avoir vu un jeune enfant de trois ou quatre ans debout, appuyé contre une porte, immobile. Il l'avait hélé puis, comme il ne semblait pas entendre, s'était approché de lui. Quand il le toucha, il tomba. Il était déjà mort.

Tout cela était affreux, mais guère plus qu'à Yokohama ou à Tokyo dans les semaines précédentes. On a des photos des rues de Tokyo, à la suite des bombardements incendiaires, qui les montrent jonchées de milliers de cadavres atrocement brûlés. L'horreur du bombardement d'Hiroshima a parfois tendance à faire oublier celle de la guerre elle-même.

Quelques heures plus tard les Japonais se mirent et quête d'un des rares spécialistes du pays en matière de physique nucléaire, le professeur Yoshio Nishima. Les Japonais étaient loin d'être à la traîne en physique de pointe. En 1935 Yukawa n'avait-il pas reçu le prix Nobel pour sa découverte des forces intra-nucléaires. Nishina avait construit un petit cyclotron et il est parfaitement exact qu'il avait suggéré plusieurs années auparavant à l'état-major la possibilité de construire une bombe à uranium. Celui-ci s'en souvint et lui demanda s'il croyait à la nouvelle annoncée par la radio

Américaine selon laquelle une bombe atomique venait d'être lancée sur le pays. Il acquiesça vivement.

- Fort bien, lui dit Kawabe, le chef d'état-major, seriez-vous en mesure de construire une bombe atomique dans un délai de six mois ? Nous pourrions tenir jusque là.
-

Nishina répondit que six années ne suffiraient pas à construire et à mettre au point un tel engin et que de toute façon le Japon ne possédait pas un gramme d'uranium. Un peu décontenancé, Kawabe lui demanda quelle mesure de défense il préconisait.

- C'est simple, abattez tous les avions qui survolent le Japon !

Le haut commandement Japonais refusa de croire une chose pareille. Au moment où Nishina s'apprêtait à quitter Tokyo un ronronnement lointain révéla la présence d'un B 29 Américain survolant la ville à haute altitude, hors d'atteinte de la chasse Japonaise, d'ailleurs pratiquement absente. Il se dit que l'appareil s'apprêtait peut-être à lâcher une nouvelle bombe et son réflexe fut de prévenir les gens qui l'entouraient. Mais l'état-major lui avait donné l'ordre formel de garder le secret. Il songea alors à se mettre à l'abri, mais refusa finalement cette idée qui lui semblait déshonorante.

Le lendemain, en contemplant les ruines fumantes d'Hiroshima il confirma que seule une bombe à uranium avait pu causer de telles destructions. Certains officiers d'état-major avancèrent l'idée qu'une bombe emplie d'air liquide aurait pu être utilisée, mais Nishima haussa les épaules et s'en alla faire des mesures de radioactivité au point d'impact. Quelques semaines plus tard son corps se couvrait d'ampoules, conséquence du manque de précautions apportée à ces mesures.

En 1943 Staline s'était engagé auprès des Américains, sur leur demande, à déclarer la guerre au Japon dès que le troisième Reich se serait écroulé. A Tokyo certains politiciens de l'entourage de l'empereur pensaient que la guerre était perdue et cherchèrent bien avant les attaques nucléaires à négocier la paix. Des tentatives furent faites par l'intermédiaire de la Suède et de Moscou, avec qui les Japonais entretenaient toujours des relations diplomatiques. L'amiral Kantoro Suzuki, chef du nouveau gouvernement, se risqua à confier à son ambassadeur à Moscou un message pour Staline l'invitant à servir de médiateur.

Les Japonais espérait encore obtenir une paix négociée, mais le 26 Juillet 45 les chefs alliés rendirent publique la "Déclaration de Potsdam" où il était précisé que la seule issue envisageable devait être une capitulation

sans condition. Cette intransigeance alliée effraya les Japonais qui imaginaient l'invasion de leur territoire comme une suite de tueries, de viols et d'outrages contre la personne de l'empereur.

Le 8 août, deux jours après Hiroshima, Staline déclarait la guerre au Japon, suivant ainsi le plan stratégique qui avait été confirmé lors de la réunion de Potsdam, et envahissait la Mandchourie, ce vaste territoire situé entre la Russie et la Corée, geste qui n'était que la façon logique, pour les Soviétiques, d'approcher le territoire Nippon. Il est hautement probable que cette imminence d'une déclaration de guerre Russe ait décidé les Américains à finir cette guerre au plus vite, pour éviter un nouveau partage du butin et limiter les prétentions Soviétiques en Asie.

Après le bombardement d'Hiroshima certains militaires et hommes politiques Japonais souhaitaient encore poursuivre la lutte pour amener les alliés à envisager des conditions moins radicales. Mais le neuf août une seconde bombe s'abattit sur Nagasaki.

Les destructions d'Hiroshima et de Nagasaki entraînèrent la capitulation du Japon, qui crut que les Américains disposaient de tout un stock de bombes leur permettant de rayer de la carte une ville par jour, ce qui était faux.

Hahn apprend l'existence de la bombe.

Après l'effondrement du Reich, tous les atomistes Allemands qui avaient pu être raflés par les Alliés avaient été regroupés et internés dans une propriété Anglaise nommé Farm Hall et mis sous bonne garde. Cette nouvelle fit un effet considérable sur des savants comme Heinsenberg, Von Weizsäcker et Otto Hahn, inventeur de la fission. Après un moment de scepticisme, devant se rendre aux réalités, Hahn sombra dans une dépression et ses compagnons l'entourèrent, craignant qu'il ne se suicide. Tous l'entourèrent de leur sollicitude. Contrairement à ce que 'avait cru Hahn, Dieu n'avait strictement rien fait pour empêcher la naissance du monstre.

Le premier "accident de travail" des atomistes.

Un incident mit en contact direct les gens de Los Alamos avec les effets des rayonnements. Le 21 août 1945 un jeune physicien de vingt-six ans, Harry Daignan, provoqua accidentellement un début de réaction en chaîne en manipulant une petite quantité de matériau fissible et il eut la main droite fortement irradiée. Conduit à l'hôpital il ne remarqua rien sauf une

certaine insensibilité des doigts et des picotements, mais la main se mit à rougir et à enfler. Ses cheveux tombèrent et il mourut au bout de vingt quatre jours d'une leucémie foudroyante. Ainsi les chercheurs eurent-il l'occasion de contempler en direct la mort qu'ils venaient d'infliger à des centaines de milliers d'individus, à des dizaines de milliers de kilomètres de là.

Pendant ce temps-là le général Groves déclarait à la presse que "la mort par irradiation était tout à fait agréable". Mais Hiroshima et Nagasaki, comme du reste Yohohama et Tokyo, n'avaient sans doute été pour lui que des chiffres parmi d'autres chiffres.

Il existe en fait deux sortes de militaires. Ceux qui font effectivement les guerres et ceux qui les font faire par d'autres. La seconde guerre mondiale donna naissance à une nouvelle race d'individus, les ingénieurs militaires, capable de contribuer très efficacement à l'élimination physique de millions d'êtres sans avoir jamais entendu un coup de feu ou vu un cadavre.

Quand j'étais étudiant à Supaéro, école de technique d'aéronautique civile, beaucoup de nos enseignants étaient de ces techniciens en mort violente. L'un d'entre eux était le baron Hugues de l'Estoile, à l'accent de titi parisien malgré l'abondant sang bleu qui coulait dans ses veines. (Il devint par la suite l'un des principaux responsables Français des ventes d'armes à l'étranger). Un jour nous eûmes sous sa direction une épreuve écrite dont le sujet était un bombardement "stand off", par dessus l'épaule. Certains d'entre nous savaient déjà que cette technique était liée au largage de bombes atomiques par les avions. L'appareil passe d'abord à très basse altitude au dessus de son objectif, puis le pilote tire sur le manche et entame une large ressource. Pendant son ascension la bombe est larguée et retombe sur l'objectif dans une trajectoire parabolique. Parvenu au terme de cette figure d'acrobatie appelée renversement le pilote dégage de l'objectif tandis que la bombe explose.

Nous fûmes quelques étudiants à refuser de faire cette épreuve à la grande surprise de l'enseignant, prétextant que, appartenant à une école civile, ceci ne nous concernait pas.

Quant la seconde guerre mondiale fut terminée, l'armée Américaine, à travers le War Department et sous l'impulsion de Groves, tenta alors une main mise complète sur la chose nucléaire à travers un projet de loi, le "May-Johnson Bill" que l'on essaya de faire passer discrètement en profitant de cette euphorie de l'après-guerre et de la démobilisation, physique et morale, des personnes impliquées. Ce texte mettait toutes les techniques nucléaires, et leur développement ultérieur, y compris les réacteurs, sous le contrôle exclusif des militaires, avec priorité complète du développement des bombes sur celui de l'énergie. On sait que les réacteurs nucléaires peuvent être utilisés à transformer l'uranium 238, le plus

commun, en plutonium 238 (celui qui avait été utilisé dans la bombe de Nagasaki). Tout ce qui touchait à l'atome devait être considéré comme confidentiel défense, tout manquement entraînant une lourde peine de prison pour le coupable.

Mais Slizard, toujours lui, réagit et mobilisa pendant des mois une phalange de savants qui lutta pied à pied contre le projet, comme cela ne peut se faire qu'aux Etats-Unis. Ils eurent finalement gain de cause et un autre texte, la loi Mac-Mahon, fut adoptée qui articula le développement des recherche autour d'un modèle somme toute assez voisin de ce qui devint en France après la guerre le Commissariat à l'Energie Atomique. Ce mouvement entra dans l'histoire sous le nom de "Croisade des Savants".

Ceux-ci attendaient par ailleurs qu'aboutissent des négociations secrètes avec les Soviétiques concernant le contrôle souhaité du nucléaire à l'échelle planétaire.

Il apparaît clair que le mouvement des atomistes Américain eut son pendant en union Soviétique où les recherches étaient bien entendu déjà engagées. Kapitza, ancien collaborateur de Rutheford, lança un appel à ses collègues de l'ouest (ainsi qu'à ses collègues Soviétiques) en écrivant :

- Evoquer l'énergie atomique sous le seul rapport de la bombe est aussi absurde que de considérer seulement l'électricité comme moyen d'actionner la chaise électrique.

Il disparut aussitôt de la scène publique. Ce ne fut que longtemps après qu'on apprit qu'il était, comme Sakharov le fut plus tard, consigné sine die dans sa maison de Zwenigorod. Ceux qui n'étaient pas connus en occident, et qui refusèrent de s'atteler exclusivement à la construction des bombes furent purement et simplement déportés dans des camps par Staline.

Immédiatement après l'armistice, Oppenheimer était plus conscient qu'aucun autre des implications des armements nucléaires. Il savait pertinemment que les deux bombes A n'étaient que des simples pétards à côté de ce qui allait naître par la suite. Rappelons-nous qu'il avait été le premier à suggérer la solution thermonucléaire, c'est à dire à fusion. Il savait également que les Soviétiques roulaient pied au plancher vers la réalisation de leurs propres engins et il avait fait créer un réseau de surveillance d'éventuelles retombées radioactives. En bon gestionnaire prévoyant, il écrivit à cette époque à un de ses amis, le professeur Tolman, président d'une commission d'étude sur les questions atomiques) :

- L'actuelle supériorité de notre pays à l'égard des problèmes scientifiques et techniques posés par l'utilisation des réactions nucléaires à

la fabrication d'armes explosives est le résultat de quelques années d'un travail sans doute intensif, mais mal organisé. Nous ne pourrons sauvegarder cette hégémonie qu'en poursuivant sans relâche l'étude des aspects techniques et théoriques du problème. La présence de matériaux radioactifs et la participation d'ingénieurs et de savants qualifiés sont donc également indispensables. Nul gouvernement ne saurait remplir ce rôle de sauvegarde s'il se reposait sur les succès obtenus pendant la guerre.

En écrivant ces lignes il prenait résolument le contre-pied de tous ceux qui voulaient créer une commission internationale, divulguer les secrets de l'atome, et rendre la mesa se Los Alamos "aux coyotes du désert". En fait, quatre semaines après la fin de la guerre on creusait déjà les fondations d'une nouvelle usine atomique au pied de la chaîne du Sandia, où on allait désormais organiser la production massive de bombes.

Un nouvel atomiste était mort en manipulant l'atome, Louis Slotin. Même motif, même punition. En faisait des expériences sur la recherche de la masse critique afin d'accroître la puissance des bombes à fission, Slotin déplaça l'une des demi sphères d'uranium à l'aide d'un simple tournevis. Soudain l'engin lui échappa des mains et la masse d'uranium glissa dangereusement vers sa sœur jumelle. Une clarté bleuâtre envahit la pièce. Slotin sépara aussitôt des deux objets à mains nues et la lueur disparut aussitôt. Il ne ressentit aucune douleur, aucune sensation spéciale, mais il sut aussitôt qu'il était perdu. Il ricana.

- Les gars, j'ai gagné le gros lot.

Il était absolument inutile de courir ou de tenter quoi que ce soit . Slotin demanda aux collaborateurs présents dans la pièce de reprendre leur place au moment où s'était produit l'incident. Avec un mètre à ruban il mesura la distance qui les séparait du mécanisme et effectua au tableau un rapide calcul des doses que chacun avait reçues. Puis il décrocha lentement le téléphone et appela une voiture pour emmener tout le monde à l'hôpital. Il rangea ses dossiers, rédigea un dernier compte rendu et dit à ses collaborateurs, au moment de monter dans le véhicule :

- Vous vous en tirerez, mais pour moi, c'est terminé.

Neuf jours après mourait dans d'atroces souffrances celui qui avait déterminé la masse critique de la première bombe atomique et qui conservait avec fierté au milieu de ses souvenirs et fanions universitaires, au milieu de ses certificats scolaires et trophées de boxe ce qu'il considérait

comme la pièce maîtresse de sa collection : une copie du document attestant la livraison à l'armée de la partie interne de la première bombe atomique terminée.

Manipuler l'atome est une chose très dangereuse, même pour des spécialistes avertis. L'accident peut survenir au moment le plus inattendu car il peut être causé par une simple modification de la géométrie de l'expérience. Un jour un expérimentateur contemplait un autre dangereux montage d'étude de cette masse critique. Cette fois-ci les éléments avaient été fixés pour interdire tout mouvement intempestif mais une simple brique, objet banal, traînait sur la paillasse. Les chercheurs utilisent souvent ce matériau réfractaire pour caler des appareils ou effectuer une petite soudure. L'homme la prit et eut le geste machinal de la ranger derrière le montage. Elle fit aussitôt office de réflecteur de neutrons, à cause de sa richesse en éléments hydrogénés et la réaction en chaîne s'amorça. Lui aussi mourut quelques jours après.

Dans un centre de retraitement un ouvrier manipulait des déchets radioactifs qu'on avait transformés en liquide. Il eut simplement l'idée de joindre les contenus de deux bidons dans un récipient un peu plus grand. La encore il y eut début de criticité et l'homme perdit la vie.

Il existe un danger inhérent à l'activité scientifique. Les biologistes peuvent inhaler des produits toxiques ou contracter des cancers en manipulant des virus. J'ai rencontré des spécialistes des rayons X dont les mains étaient presque réduites au squelette. Des ouvriers montant un radar de puissance dans l'Alaska se trouvèrent soudain dans l'axe d'émission des micro ondes. Aucune sensation spéciale, mais là aussi mort quelques jours plus tard.

Au fond, c'était sans doute une très bonne chose que notre étudiant ait renoncé à son laser à cyanure, dans le temps. Je me souvenais d'une autre idée que quelqu'un avait eu, dans un autre laboratoire que j'avais fréquenté. A la recherche de substances lasantes, le directeur avait envisagé de nous lancer dans l'étude des lasers chimiques, fonctionnant par combustion d'hydrogène dans du fluor. Ces engins produisent alors des rayonnements capables de percer l'atmosphère dans un but qu'il est inutile de préciser. L'ennui est que la réaction produit de l'acide fluorhidrique FH. Il invita donc un chimiste d'un labo voisin pour lui demander quelles précautions spéciales on devrait prendre pour manipuler ce dangereux produit, qui attaquait même le verre. L'autre nous fit un cours sur les propriétés de l'acide fluorhydrique. Mais, détail que tout le monde remarqua : il lui manquait une phalange qui avait été brûlée par une simple goutte du produit...

L'atome, ailleurs.

Dans l'avion qui approchait de Paris, en me remémorant toute cette histoire, cette genèse des armes nucléaires, je pensais à la sous estimation courante chez des gens non avertis, et en particulier des politiques ou des militaires, des possibilités de la science Soviétique, et ultérieurement de la science chinoise, comme si le monstre communiste se devait de rester une créature brutale et primitive, incapable de réalisations d'envergure.

Je me souvenais de ma première visite à l'Institut Krutchatov [25] (l'Oppenheimer Russe) dans les années 70. Notre groupe avait été emmené en car pour visiter les réalisations Soviétiques en matière de magnétohydrodynamique, de MHD. Nous découvrîmes des installations importantes, mais d'apparence vétuste. Les halls d'essai étaient mal éclairés, les vitres à petits carreaux étaient sales et la rouille souvent visible. Mon jeune collègue Vladimir Golubev, que j'avais connu à Paris, nous guidait à travers ces locaux selon un dédale de couloirs poussiéreux et d'échelles de fer branlantes. Les représentants de l'ouest, en particulier les Américains, de gaussaient ouvertement de cette totale absence de "design" dans les installations. Je fus intéressé par la soufflerie à ondes de choc construite par Golubev et qui était la réplique de celle que j'avais construit à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille. J'avais donc sous les yeux l'équivalent exact des recherches que nous menions à l'ouest avec des moyens modestes. C'était une sorte de canon de six mètres de long truffé de capteurs, de fils et d'électrodes, destiné à produire des rafales gazeuses de brève durée, à des températures de dix mille degrés.

A Marseille mon technicien et ami, l'actif Barthélémy, avait eu à cœur de peindre l'ensemble de belles couleurs orange et blanche ("sinon, tu comprends, ça marque mal.."). L'appareil de Golubev était grossièrement barbouillé d'une peinture grise de mauvaise qualité, dont on voyait les traits de pinceau. Dans un coin se trouvaient les oscilloscopes permettant d'enregistrer les paramètres électromagnétiques pendant les essais. Extérieurement ils ressemblaient aux téléphones de campagne utilisés pendant la guerre. Les boutons étaient en bakélite marron et les châssis, de couleur kaki, étaient peints à la main. Mais, renseignements pris, ils avaient exactement les mêmes performances que les superbes et coûteux Tektronix flambant neuf qui ornaient mon laboratoire. Leur "temps de montée", leur caractéristique essentielle, était même bien inférieur.

Dans les expériences que nous menions nous avions eu à réaliser des bobinages, des solénoïdes, dans lesquels passaient des courants de plus de cinquante mille ampères. On sait qu'un solénoïde réagit à son propre champ

[25] Kurtchatov géra, pour les soviétiques, le développement de la bombe A.

magnétique, ce qui tend à écarter leurs spires et à les faire éclater. Au début nos solénoïdes explosèrent et nous dûmes les renforcer à l'aide d'un volumineux habillage fait de fibre de verre et de résine expoxy. A de tels niveaux de courant ces bobinages de cuivre rouge n'avaient pas une résistance mécanique propre suffisante pour résister à l'éclatement. Je remarquais que Golubev utilisait des solénoïdes non renforcés.

- Tu travailles avec les mêmes champs magnétiques que moi. Comment fais-tu pour que tes bobines ne t'éclatent pas à la figure à chaque essai ? Je ne comprends pas.

Vladimir sourit malicieusement et désigna une machine qui semblait sortir tout droit du musée des Arts et Métiers.

- J'ai récupéré cet appareil qui permettait jadis de tendre les câbles et je l'utilise pour étirer mon ruban de cuivre avant de le bobiner. Tu sais que le courant ne passe que pendant un temps très bref, de l'ordre de quelques millièmes de seconde. Ainsi ce qui tend à briser les bobines n'est pas une force constante, mais une impulsion de brève durée. Quand on étire le cuivre au delà de sa limite d'élasticité, ça le "recuit".

- Oui, mais cela diminue sa solidité, non ?

- Vis à vis d'une force constante, oui. Mais en changeant ainsi sa structure microscopique on le rend du même coup moins "fragile". Le cuivre recuit est bien sûr moins résistant quand on le soumet à une force constante, mais il résiste mieux aux chocs.

C'était extrêmement astucieux et j'en pris bonne note. En même temps j'essayais d'attirer l'attention d'un collègue Allemand sur cette ingénieuse et économique solution. Mais il ne me crut pas un instant lorsque je lui déclarais que cet antique bloc de rouille servant à étirer le cuivre était la partie la plus intéressante de tout le dispositif. Il est vrai que les laboratoires Allemands, comme ceux de Gärching, étaient remarquablement luxueux et propres. Dans ces locaux on aurait pu, comme disait ma mère "manger par terre".

On se souvient des dispositifs évoqués par Gérald Yonas à Sandia et qui se référaient à des expériences menées dans les années cinquante par Andréi Sakharov. Nul doute que ces montages devaient avoir un air de famille avec le capharnaüm de mon ami Golubev.

Dans l'immense palais de la science Soviétique où se tenait le colloque, et qui ressemblait à une sorte de hideux gâteau d'anniversaire marron, les ascenseurs tombaient en panne, les écouteurs dans les salles de conférence grésillaient, mais cela n'était qu'une apparence trompeuse, une sorte de camouflage naturel de l'excellence de la recherche Soviétique, renforcé par la tendance naturelles des occidentaux à prendre leurs désirs pour des réalités.

Des années plus tard je visitais à Moscou l'immense hall où étaient présentées les réalisations du régime en matière spatiale. Ce fut pour moi un véritable choc et je ne pus m'empêcher de manifester une irrépressible hilarité. devant moi, sur une table, se trouvait l'une des premières sondes spatiales envoyée en haute altitude. Les appareillages électroniques, à base d'antiques tubes à vide, étaient abrités sous un capotage d'aluminium. L'ouvrier qui avait façonné cette coiffe à partir d'une mince tôle plane avait visiblement eu des problèmes. Il avait su créer une forme à peu près sphérique, mais le périmètre de cette coupole était apparu, l'opération terminée, supérieur à celui du support (en bois) des instruments, sur lequel elle était censée s'adapter. Plutôt que de refaire la pièce il avait préféré contraindre cette coiffe à s'adapter en disposant des vis en dépit du bon sens et en créant d'affreux plis. Précisons qu'il ne s'agissait pas d'une maquette mais d'un authentique modèle de vol.

Un peu plus loin trônait la célèbre capsule de Gagarine. Un mannequin de plastique avait pris sa place, revêtu d'une combinaison de vol en mauvais nylon orange. Il portait des brodequins à lacets et l'aménagement intérieur général était des plus rustiques. Fixé à la paroi, je remarquais un meuble en contre-plaqué muni d'un tiroir et grossièrement peint au vernis. Mais ce qui m'amusa le plus fut le rideau destiné à masquer la fenêtre et qui n'était qu'un simple bout de tissu imprimé, acheté sans doute au Goum (le célèbre supermarché de Moscou) et enfilé sur deux tringles à l'aide de deux ourlets passablement effilochés.

Dans le parc le visiteur peut toujours voir la célèbre fusée de Korolev, Semiorka, dressée vers le ciel. Elle est fixée, comme au temps des premiers vols, sur un wagon de chemin de fer standard aux lourdes roues d'acier. On sait qu'après la guerre les Américains avaient lancé des études sur des moteurs fusées géants F1 qui équipèrent plus tard l'immense fusée Saturn des vols lunaires. Ceux-ci posaient de terribles problèmes d'homogénéité de combustion et possédait des "divergents" assez vastes pour contenir une automobile. Il fallut de longues années pour les mettre laborieusement au point. A l'époque les Soviétiques avaient développé des moteurs beaucoup plus modestes dont les "coquetiers" avaient un diamètre de sortie inférieur

au mètre. L'idée géniale de Korolev fut de mettre ensemble vingt éléments semblables, ce qui stupéfia les occidentaux. Semiorka était ainsi plus trapue et donc infiniment moins sensible aux dangereuses vibrations transversales au moment du lancé. Mais ces moteurs d'apparence rustique avaient aussi une "impulsion spécifique", c'est à dire une vitesse d'éjection des gaz, bien supérieure aux modèles occidentaux.

Dans la stratégie Soviétique on retrouve toujours cette constante : se débrouiller avec les moyens du bord. Ils sont habitués depuis toujours à une certaine pénurie technique, à la différence des Américains, qu'il doivent donc compenser en recourant plus intensivement à leur imagination. Et les Russes sont un peuple fantastiquement imaginatif. Derrière chaque scientifique il y a toujours le moujik astucieux, habitué à improviser.

Je regardais de plus près les moteurs de la fusée de Korolev. Les divergents des tuyères étaient de simples tôles d'inox roulées et soudées selon un cône, ce qui n'est pourtant pas l'optimum en matière de rendement propulsif. Je constatais que le cordon de soudure n'avait même pas été surfacé et poli, ce qui devait créer une turbulence locale. Mais, au fond, n‘était-ce pas mieux ainsi ? En polissant le cordon de soudure, en améliorant l‘écoulement interne dans la tuyère, les ingénieurs l'auraient fragilisée.

Une critique classique, en occident, concernant la technoscience Russe, et avec laquelle on nous rabat les oreilles, concerne cette fiabilité dont les Américains sont si fiers. Mais la brave Semiorka, loin d'être déclassée après plus de trente années de bons et loyaux services, continue inlassablement de mettre ses charges sur orbite, tel un camion de l'espace, alors que, sauf erreur, les Américains semblent avoir quelques problèmes en la matière...

Même sous estimation constante en matière d'aéronautique. Là encore, périodiquement, les Américains connaissent des réveils pénibles, puis se rendorment, rassurés d'avoir découvert quelque faille dans les appareils Russes. Ainsi en 1970 les Soviétiques mirent-ils en service un lourd intercepteur tout temps, le MIG-25 Foxbat, qui à l'époque pulvérisa tous les records d'altitude, de vitesse ascensionnelle et de vitesse tout court. Cette machine aux formes très épurées atteignait.. 3380 kilomètres à l'heure, ce qui lui permit de survoler Israël en 1971 sans être le moins du monde inquiété par la chasse ou par les missiles. Les spécialistes de l'OTAN reconnurent là le meilleur intercepteur du monde, mais ils se rassurèrent après avoir constaté que l'électronique de l'appareil, livré au Japon en 1976 par le pilote Bélenko, était basée sur des tubes à vide et non des transistors. Mais dix ans plus tard les Américains réalisèrent que ceci rendait l'appareil

insensible au puissant effet électromagnétique (electromagnetic pulse ou EMP), du à l'explosion de bombes H en haute altitude..

Comme me disait un jour un ingénieur à Moscou :

- C'est rustique, c'est lourd, mais ça marche..

Dans les jours qui suivirent, dans le Tupolev qui me ramenait de Moscou, mon attention fut attirée par la béance du revêtement de plastique entourant un des hublots de l'appareil. Ayant été ingénieur de l'aéronautique je savais que les avions de ligne étaient soumis à des révisions périodiques dont certaines impliquaient un déshabillage complet de la cabine. Cet appareil, d'un modèle assez ancien, avait sans doute subi cet examen approfondi, mais l'ouvrier qui avait remonté cet encadrement de hublot avait eu des difficultés. A l'endroit où le plastique était décollé il n'avait pas pu reposer de rivet car les trous n'étaient plus en face. Il avait alors bravement tortillé un bout de fil de fer à la pince et recouvert le tout. Ma foi, une solution en vaut une autre..

Les Chinois sont comme les Russes. Je me souvenais d'un colloque de MHD qui s'était tenu à Boston, au célèbre Massachusset Institute of Technology. Pour la première fois les Chinois avaient souhaité participer à ce genre de réunion internationale et étaient arrivés, flottant dans des costumes gris identiques, valise en carton à la main. Je tombais à l'aéroport sur un de ces spécialistes Chinois, qui n'était jamais sorti de son pays, et qui manque de se faire écraser en contemplant les buildings qui l'entouraient.

Lors de la conférence, les Américains (et les Russes !) découvrirent avec stupeur que la Chine menait depuis dix ans un effort très soutenu dans ce domaine. Ils avaient suivi la même démarche, construit des bancs d'essai aux performances comparables et couvraient tous les aspects du problème.

Lors de la conférence le porte parole de la délégation Chinoise présenta des diapositives. L'installation MHD principale, située près de Nankin, ressemblait à une usine de ciment. Toits de tôle ondulée, fenêtres à petits carreaux très dix-neuvième siècle, murs de parpaings.

A côté de moi un spécialiste Américain éructait :

- Bon sang, nous avons des satellites d'observation qui quadrillent toute la planète et nous n'avons pas été fichus de déceler leur activité en MHD. C'est incroyable, non ?

En fait, les satellites Américains, comme les plus belles filles du monde, ne peuvent pas donner plus que ce qu'elles voient. Quant aux spécialistes Américains, penchés sur leurs clichés, ils cherchent à longueur d'année des

installations semblables à ce qu'on trouve en occident. Tout le monde sait qu'un laboratoire de pointe est avant tout une suite de bâtiments aux formes géométriques très dépouillées, associée à un immense parking automobile. En Chine, seul le nombre de bicyclette constitue une indication fiable. Ceci dit les Chinois ont quand même réussi à posséder les bombes A et H relativement rapidement, puis à se doter des vecteurs ad hoc (dont la célèbre fusée "longue marche"). Ils excellent également dans le domaine des lasers et possèdent une équipe de physiciens théoriciens de tout premier plan.

En 1945 Groves, sous-estimant totalement l'aptitude des Russes à entrer dans le jeu nucléaire, pensait que les Soviétiques mettraient au moins soixante années pour fabriquer leur première bombe atomique. Pourtant une rapide enquête aurait pu l'éclairer aisément.

Dès que fut connue en 1939 la possibilité d'extraire de l'énergie à partir de l'uranium les Soviétiques s'attaquèrent au problème avec la même attention que leurs collègues occidentaux. Kurtchatov, qui allait devenir l'Oppenheimer Russe, donnait la même année une explication théorique mentionnant la possibilité d'une réaction en chaîne. En Avril 1940 l'Académie des Sciences de Moscou annonçait dans son bulletin mensuel la création d'un "comité pour l'uranium", dans lequel se trouvaient des scientifiques de premier plan comme Flerov et Petrschak, qui avaient en fait découvert les premiers, lors d'expériences menées dans un couloir désaffecté du métro de la capitale, la fission spontanée de cet élément.

Dans le numéro de noël 1940 le journal Isvestia consacrait une page à la question de l'uranium 235 dans lequel on pouvait lire : " L'humanité va découvrir une nouvelle source d'énergie qui dépassera des millions de fois toutes les possibilités antérieures. Le pouvoir de l'homme va entrer dans une ère nouvelle".

En octobre 1941, Piotr Kapitza, bien connu pour ses travaux sur les champs magnétiques ultra-forts, donnait une interview qui fut reprise par de nombreux quotidiens et où il disait :

- Selon les calculs théoriques il est possible d'envisager une bombe atomique dont la puissance permettrait de détruire d'un coup une ville d'un million d'habitants.

L'annonce des explosions d'Hiroshima et de Nagasaki ne fut donc pas une surprise pour les Soviétiques, qui avaient d'ailleurs été informés des développements du projet Mannathan par l'espion Klaus Fuchs, qui fut démasqué et arrêté en 1950. Dès 1943 ils avaient lancé leur propre programme de construction d'engins nucléaires. En fait, s'il y eut effectivement, à l'ouest comme à l'est, des mouvements, tendant au contrôle planétaire du nucléaire à travers un organisme international, ils ne

furent le fait que de groupes de savants. Les gouvernements et les états-majors des deux blocs ne l'entendaient pas du tout ce cette oreille et se lancèrent sans un battement de cil dans la course aux armements.

Le public était remarquablement à côté du problème, contrairement à ce que prévoyait le rapport Franck. En 1946 eut lieu l'essai nucléaire sous-marin, près de l'atoll de Bikini, qui permettait à la Navy de prendre sa revanche sur l'armée de terre, maître d'œuvre des premiers engins.

On se demanda à l'époque si, en portant l'eau des océans à une température aussi élevée, on ne risquait pas de provoquer une cascade de réactions incontrôlables dans ce nouveau milieu. Cela valait d'être examiné et la Navy confia à un atomiste, le professeur Breit, le soin d'examiner ce détail. Sollicité par ce "délicat problème de physique" il accepta de se détourner un moment de ses recherches pour effectuer un savant calcul et donner un avis d'expert. Mais il rassura ces marins.

- Aucun risque, vous pouvez y aller sans arrière pensées.

La bombe de Bikini produisit un magnifique champignon de vapeur d'eau du plus bel effet.

L'effet "Cassandre".

Loin des champs de bataille l'arme nucléaire devint simplement un symbole de la puissance Américaine et le monstre se banalisa. Quarante années plus tard le nom du lieu est encore célèbre et connu de tous, à la différence qu'il désigne un maillot de bain particulièrement sexy, qui figure d'ailleurs, signe des temps, sous cette dénomination dans le petit Larousse.

Me mot atomique quitta vite toute connotation négative pour devenir synonyme de force et de modernité. L'arme atomique était au fond semblable à un dragon qui aurait dormi pendant des millénaires qui, à Hiroshima, avait démontré sa férocité implacable. Loin des hommes, il semblait "domestiqué", synonyme de protection et de sécurité. Tout le drame est dans cette fabuleuse inconscience. Les hommes croient naïvement qu'ils peuvent décider de leur destin, alors qu'en fait ils ne sont que des pions prisonniers d'un jeu qui les dépasse et dont ils ignorent les règles.

Que devenait Einstein, le "père" de l'énergie atomique, dans tout cela ? Il avait créé "l'Emergency Comity of Atomic Scientists" qui était un groupe de savants éminents s'étant donnée pour tâche d'instruire le public sur le danger nucléaire. Mais, en 1947, lors d‘une interview donnée à un organe de presse étranger, Einstein avouait sa déception et son découragement :

- Le public a été éclairé sur les dangers de la guerre atomique, mais il n‘a rien entrepris pour les combattre, il a même fait tout son possible pour écarter cet avertissement de son esprit.

Einstein découvrait "l'effet Cassandre".

En cette époque d'immédiat après guerre, Oppie n'était déjà plus un savant comme les autres. La mutation s'est opérée. Il représentait un état de transition entre l'homme de science tel qu'il apparaissait à Göttingen avant la guerre et le "politique", futur gestionnaire du savoir scientifique et technique. Toute l'ambivalence de son personnage se manifestait maintenant. Intellectuel conscient, penseur, il était aussi l'homme du pouvoir, prenant plaisir à désigner les hommes politiques en vue, qui le consultaient sans cesse, par leurs prénoms. Oppenheimer profitait également à fond de sa notoriété. L'une de ses secrétaires avait par exemple pour unique tâche de collecter et de classer tous les articles et coupures de presse le concernant.

Pourtant il décida soudain de quitter la direction du centre de Los Alamos pour retourner enseigner à Berkeley.

- Je ne comprends pas, lui dit Edward Teller. Il y a trois mois vous disiez qu'il était essentiel de poursuivre l'effort entrepris à Los Alamos, et voilà que vous quittez le navire..

L'armée prend le pouvoir dans les sciences.

Groves était également assez contrarié. Mais les choses tournèrent finalement bien pour les militaires parce qu'ils surent exploiter la situation avec intelligence. Après l'échec du May-Johnson Bill ils réussirent à transformer leur essai en emprisonnant les scientifiques dans leurs filets. Les uns furent contraints, quand cela était possible, de collaborer, sous peine de devoir abandonner leur profession. Aux autres ils dirent :

- Nous sommes prêts à maintenir vos subventions. Vous n'aurez pas à fermer un seul de vos laboratoires, ni à congédier votre personnel. Nous ne vous demandons même pas de travailler à des interventions que nous puissions utiliser immédiatement. Vous pourrez poursuivre vos recherches fondamentales. Nous avons intérêt à voir se développer une activité scientifique florissante. Au siècle où nous vivons, la force d'une nation ne se mesure pas seulement à ses arsenaux, mais à ses laboratoires. Poursuivez tranquillement votre mission pacifique.

Tout cela était fort habile et fonctionna parfaitement en instaurant une situation de totale dépendance. La recherche militaire avait maintenant besoin d'un vaste ensemble d'études diversifiées et il était facile aux chercheurs de se concentrer sur leurs recherches sans envisager l'ensemble du problème et sa véritable finalité. Une attitude classique consistait en une simple abdication de toute responsabilité :

- Je n'ai pas d'inquiétude. Le gouvernement prendra ses précautions. Et pourquoi me tourmenterais-je d'une choses à laquelle je ne peux rien ?

Mais par dessus tout les militaires jouaient sur la fascination de la recherche sur les chercheurs. L'un des artisans de la bombe d'Hiroshima résumait cela en disant :

- Je redoutais l'emploi de cette nouvelle bombe. J'espérais qu'on ne l'utiliserait pas et je tremblais à la pensée des dégâts qu'elle pourrait causer. Et pourtant, en toute sincérité, je brûlais de savoir si elle justifierait les espoirs qu'on avait mis en elle, en un mot si elle "fonctionnerait". Pensées effrayantes, je l'avoue, mais irrésistibles.

Oppenheimer avait été le premier à imaginer, avant même que l'on ait songé à construire la bombe A, que celle-ci puisse être utilisée comme détonateur pour des réactions de fusion. A la différence des armes à fission, dont la puissance était limitée par la finitude de la masse critique, la bombe à fusion, surnommée "Super" par les atomistes, était un *open ended weapon*, une arme sans limite, qui pouvait être facilement mille fois plus puissante que la bombe A.

La bombe H fut pour Edward Teller ce que la bombe A avait été pour Oppie. Comme Oppenheimer Teller rêvait d'attacher son nom à une réalisation d'envergure et se fit immédiatement le champion de ce nouveau projet qu'il appelait affectueusement "my baby", mon bébé.

Après le départ d'Oppenheimer de Los Alamos, Teller prit de plus en plus de pouvoir dans la mesa. Jamais, dans l'après guerre, celui qui avait signé la première lettre de Slizard en 1939, visant à stopper les recherches sur la fission, ne cessa de militer pour le développement des armes nucléaires de tous ordres. Lorsqu'on lui proposa un accroissement de ses responsabilités dans les projets nucléaires, il répondit :

- OK, mais sous deux conditions. Ou on développe intensivement le projet de bombe à fusion, ou on me garantit un minimum de douze essais de bombes A par an.

Teller est finalement l'inventeur de la thèse de la dissuasion. Il fut le premier à dire que si on créait des bombes monstrueuses cela empêcherait leur utilisation.

Le présent lui pour le moment donne raison, mais cela durera-t-il éternellement ? En poussant plus loin des raisonnements de ce type ne pourrait-on pas dire par exemple que plus une nation est petite et plus elle a a priori d'ennemis potentiels ? En conséquence les pays qui devraient disposer du plus fort stock d'armement devraient ainsi être le Lichtenstein et la république de San Marin.

Mais le 23 septembre 1949 le président Truman annonçait dans un bref communiqué qu'une explosion atomique avait eu lieu en union Soviétique. Ceci engendra une flambée d'inquiétude dans les milieux scientifiques Américains. L'histoire ne se répète jamais, elle bégaye, c'est bien connu. L'Amérique se retrouva en ce début des années cinquante dans la même situation où elle s'était trouvée dix ans plus tôt lorsqu'elle craignait que l'Allemagne nazie ne fut sur le chemin de la bombe A.

Hans Bethe, chef de service de Teller à Los Alamos, pendant le "projet", qui avait le premier découvert que le soleil n'était qu'un immense réacteur tirant son énergie de la fusion thermonucléaire, joua cette fois le rôle de Slizard. Devenu momentanément le chef de la lutte contre la construction de la bombe H, il écrivit :

- Il serait presque impossible aujourd'hui d'effacer la bombe atomique de notre programme d'armement, car la plupart de nos plans stratégiques reposent sur elle. Je ne voudrais pas voir la même chose se produire avec la bombe H".

Oppenheimer refusa en octobre 1949 de collaborer à la bombe à hydrogène. Mais par la suite, Bethe et un groupe de savants adoptèrent vis à vis du projet d'engin thermonucléaire une position différente. Ils adressèrent au président Truman une lettre disant :

- Nous demandons au gouvernement des Etats-Unis de déclarer solennellement que nous n'utiliserons jamais cette bombe les premiers. La seule circonstance susceptible de nous contraindre à l'employer serait que nous eussions à subir nous même, ou nos alliés, une attaque par la même bombe. Le seul moyen qui nous permette de justifier la réalisation de la bombe à hydrogène, c'est d'interdire à jamais son emploi.

Autrement dit : "nous voulons bien construire cette bombe, mais qu'on nous donne des garanties qu'on ne s'en servira jamais.."

Personne, bien entendu, ne prit cet engagement et Bethe poursuivit une démarche semblable à celle de Slizard. En se jetant dans son étude il espéra ainsi découvrir que sa réalisation était impossible. En 1954 il devait écrire :

- Je dois dire que mes soucis profonds ne m'ont jamais quitté. je n'ai pas encore résolu le problème de ma collaboration à la bombe H et je garde le sentiment que j'ai agi dans l'erreur. Mais, hélas, j'ai agi ainsi.

En Juin 1950 le déclenchement de la guerre de Corée entraîna une nouvelle migration patriotique des savants vers les centres de recherche militaire. Cependant l'opération semblait se heurter à des difficultés techniques difficiles à surmonter. Les calculs, réalisés à l'aide du premier ordinateur, l'ENIAC, conçu par Von Neumann, et réalisés par Teller, Fermi et Feynman montraient que la température atteinte lors de l'explosion d'une bombe A au voisinage d'un mélange de fusion risquait de ne pas être suffisante. Un essai réalisé en mai 1950 sur l'atoll d'Eniwetok et baptisé Greenhouse, c'est à dire la serre, confirma cette impression négative. L'hydrogène lourd, refroidi à très basse température et mis au contact d'une charge de fission, ne s'enflamma pas, ce qui mit Teller était au désespoir.

C'est alors qu'Ulam, un jeune collaborateur de Teller, suggéra d'utiliser une coquille métallique en guise de four pour refocaliser le rayonnement X émis par la bombe (formule déjà évoquée plus haut). Au même moment, en union Soviétique, Sakharov et Tamm avaient la même idée. En Juin 1951 cette idée outsider fut débattue devant un groupe de savants à l'Institute for advanced studies de Princeton. Oppenheimer était de ceux-ci. Un témoin rapporte que celui-ci partagea l'enthousiasme de ses collègues vis à vis de l'idée, qu'il qualifia de "technically sweet" (un vrai plaisir technique). Fermi, qui était entre temps sorti de ses états d'âme concernant la Super, se joignit à cet enthousiasme général.

Il en va ainsi de tous ces savants. Leur conscience morale est bien fragile dès que se profile une possibilité de réaliser une expérience passionnante qui balaye tous les scrupules comme des feuilles mortes.

L'étude de la nouvelle bombe se fit à un rythme d'enfer et dans un climat de passion, aidé par le nouvel ordinateur créé par Von Neumann et baptisé MANIAC, c'est à dire Mathematical Analyzer Numerical Integrator and Computer.

Mais Maniac en Anglais veut également dire fou.

Mike.

Teller convainquit les officiels d'implanter ces recherches non à Los Alamos, mais dans un nouveau sanctuaire le Lawrence Livermore Laboratory, celui-là même que je venais de visiter huit jours plus tôt.

La bombe, baptisée "Mike", fut construite à Livermore, sous la direction de Lawrence. Comme d'habitude les Américains donnèrent des tas de surnoms à ses différents composants. Ainsi l'enveloppe protectrice qui l'abritait fut-elle baptisée la "Kaaba", nom de l'édifice qui contient la pierre sacrée de l'Islam.

Elle fut mise à feu le premier novembre 1952 sur l'île d'Elugelab, dans l'atoll d'Eniwetok. Les spectateurs durent cette fois s'éloigner à soixante dix kilomètres de là. La puissance fut de trois mégatonnes, bien plus que ce que MANIAC avait prévu. Elle créa un cratère de deux kilomètres de diamètre et de soixante mètres de profondeur. Quand le champignon de sept kilomètres de diamètre se fut dissipé on constata que l'îlot avait tout simplement disparu et qu'il allait désormais falloir modifier la carte de la région.

Teller n'assista pas au tir, ou plutôt il le suivit à des milliers de kilomètres de là, penché sur un sismographe ultra sensible de l'université de Berkeley, ce qui démontra que l'ont pouvait parfaitement détecter tous les tirs de produisant n'importe où dans le monde, au ras du sol, à l'aide de cet appareil, et même d'évaluer leur puissance. Voici comment il raconta lui-même l'expérience telle qu'il la vécut :

- Le moment prévu pour le "shoot" était venu. Il ne se passa rien et rien ne pouvait se passer en vérité. Il fallu attendre un quart d'heure environ pour que le choc produit au fond du bassin du pacifique atteigne la côté californienne. Je brûlais d'impatience. Toutes les minutes le sismographe enregistreur avait une nette vibration qui servait à marquer le temps. Puis vint le signal auquel devait succéder le choc de l'explosion. Il me semblait effectivement que le moment était venu : le point lumineux menait une danse effrénée et irrégulière. Peut-être était-ce le mouvement du crayon que je tenais à la main comme repère ? J'attendis encore plusieurs minutes pour être sûr que tous les chocs avaient été enregistrés. Ensuite on enleva le film pour le développer. J'étais presque convaincu d'avoir été l'objet d'une illusion. Ce que j'avais vu n'était peut-être que le mouvement de ma propre main et non le signal de l'explosion de la bombe à hydrogène ? Puis la

trace apparut sur la plaque photographique. Elle était claire et grande et on ne pouvait s'y tromper. "Mike" avait réussi et j'étais fou de joie.

Très satisfaits de ce premier essai de leur bombe à hydrogène lourd les Américains envisagèrent de passer à des systèmes opérationnels. En effet, pour se présenter dans un état suffisamment dense le deutérium et le tritium de la charge devaient se présenter sous forme liquide, donc être refroidis à très basse température, ce qui avait fait surnommer ce premier engin, de soixante tonnes, le frigidaire. Il était donc exclu de charger à bord d'avions, et a fortiori de missiles, des bombes à deutérium-tritium. La suite logique était de passer à un mélange de deux hydrures de Lithium, permettant de fixer les deux isotopes de l'hydrogène lourd sous forme solide : le deutérure de Lithium et le Tritiure de Lithium, combinaisons chimiques de ^{6}Li et de ^{2}H ou de ^{3}H (voir annexe 2). Le choix de l'hydrogène lourd avait été dicté par le fait que la température de réaction nucléaire produisant un noyau d'hélium et un neutron était la plus basse possible.

Mais le 8 août 1953 les Russes coiffèrent les Américains au poteau en faisant exploser une bombe à fusion utilisant directement l'hydrure de lithium, calculée par Sakharov et Tamm sans ordinateur ! Ceci mit cette fois les scientifiques Américains en état de choc. Que les Russes arrivent à rattraper les Américains en peu d'années était déja inquiétant, mais qu'ils les dépassâssent était inadmissible. A Livermore et à Sandia on força les feux.

Les Américains possédaient bien sûr des bombardiers à réaction capable d'apporter des charges nucléaires en territoire Soviétique mais l'intégration finale dans un système d'armes passait par le missile intercontinental, inventé par le physicien nazi Von Braun qui travaillait maintenant aux Etats-Unis. Ici se situe un épisode assez morbide et fascinant à la fois.

Ces missiles étaient guidés par des centrales à inertie comme on en trouve maintenant dans tous les longs courriers (le Boeing 474 en possède deux). A l'époque ces premières centrales inertielles, relativement rustiques, assuraient aux engins, en fin de course balistique, une précision de un pour cent, ce qui faisait cent kilomètres à dix mille kilomètres. Pour créer des dommages suffisants à une telle distance il fallait donc envisager des bombes qui soient de véritables monstres, la puissance compensant l'imprécision de l'impact.

Les bombes à fusion avaient aussi des inconvénients : elles étaient trop propres. Les bombes au bore hydrogène par exemple ne produisaient que des noyaux d'hélium, même pas de neutrons, ou si peu. Elles n'agissaient donc principalement que par les effets thermiques et par le souffle. Que la bombe tombe au creux d'une vallée faisant écran, ou qu'une couverture

nuageuse absorbe la chaleur et ces effets pouvaient être complètement annihilés. L'idée de voir l'arme tributaire de conditions météorologiques était terriblement vexante.

A l'époque Von Neumann se mourrait d'un cancer incurable dans un hôpital, mais, du fond de son lit de douleur, entouré d'une forêt de tuyaux assurant momentanément sa survie, il continuait à réfléchir au problème. Soudain la solution lui apparut et il appela au plus vite ses chers collaborateurs de toujours, Teller, Fermi et tous les autres et leur dit :

- J'ai trouvé la solution. Une bombe A sert de détonateur pour une charge par exemple à l'hydrure de lithium. Mais au lieu de mettre un réflecteur d'uranium appauvri U238 relativement mince il faut au contraire épaissir cette enveloppe. Ainsi les neutrons de fusion émis entraînera sa transmutation en plutonium Pu239 qui fissionnera immédiatement. Comme l'uranium 238 est non fissible, on peut en mettre autant qu'on en veut et on obtient ainsi une super bombe à fission, productrice d'une quantité absolument phénoménale de déchets mortels. Comme ça, si la bombe n'atteint pas exactement son but, ou si la météo n'est pas bonne ce jour là, ça n'est pas grave, car ces retombées couvriront, j'ai fait le calcul, un bon millier de kilomètres carrés.

Cette idée était celle d'une bombe à trois étages fission-fusion-fission (bombe "FFF"). On notera au passage que cette transformation de l'uranium 238 en plutonium 239 est réalisée dans ce qu'on appelle les "breeders" ous surgénérateurs à neutrons rapides. Ce système permet, à partir d'un produit fissile de base comme l'uranium 235 de fabriquer de très grandes quantités de Pu 239 , fissile, mais n'existant pas dans la nature à cause de sa "période" trop faible. Tous les pays qui optèrent ensuite pour cette filière, soi-disant pour des raisons énergétiques, le firent en vérité pour obtenir un matériau de construction de bombes plus facile qu'en "distillant" l'uranium naturel par séparation isotopique, lequel contient 98 % d'u238 et seulement 2% d'u235 (le seul qui soit fissile).

Comme l'idée d'Ulam, cette nouvelle suggestion géniale de Von Neumann enthousiasma les savants et on le remercia chaudement d'avoir laissé à l'humanité une telle chose, juste avant son passage dans l'au-delà.

Cette bombe, d'une puissance de 22 mégatonnes, fut essayée le premier mars 1954. Mais, ce jour là, un vent marin soufflait. Un navire de pêche Japonais, le Dragon du Bonheur numéro cinq, croisait à quelques deux cent kilomètres de l'explosion, c'est à dire bien au delà du "périmètre de sécurité" fixé par les autorités Américaines. Quelques heures après une sorte de neige sale tomba sur le pont du bateau et les marins, intrigués, s'employèrent à la rejeter à la mer à mains nues. Deux semaines plus tard ils

abordaient dans le port de Yaizu, atteint d'un mal qu'ils ne comprirent pas. L'un des membres de l'équipage, le radiotélégraphiste Kuboyama, mourut quelques mois plus tard. Tous ses compagnons depuis cette date, achèvent de pourrir dans des hôpitaux Japonais, étant rapidement devenus de véritables épaves humaines.

L'affaire inquiéta les occidentaux. On savait que les jet streams de la haute atmosphère pouvaient entraîner des poussières à de très grandes distances, et même à l'autre bout de la Terre. Que ces retombées tuent quelques jaunes, passe encore, mais qu'elles aillent altérer la santé de citoyens Américains, voilà qui n'était plus admissible.

Cette affaire se situa au moment où le chef d'Etat-Major Général des armées Américaines, l'Amiral Radford, venait de proposer au haut commandement une participation Américaine à la guerre du Vietnàm,où les Français semblaient en bien mauvaise posture, leurs troupes étant encerclées à Dien Bien Phu, à travers un bombardement par quelques bombes "tactiques".

Le projet fut abandonné, d'autant plus que l'on commençait à retrouver du strontium radioactif, générateur de cancers, dans les huiles de graissage d'avions indiens et dans les champs Australiens.

Comme dans l'affaire de Tchernobyl les militaires Américains se dépêchèrent de publier des communiqués rassurants. L'amiral Strauss, responsable de ces essais dans le Pacifique, envoya des experts aux quatre coins de la planète faire des prélèvements sur les quantités de radioéléments émis par les bombes fixés par les plantes et les hommes. Cette commission d'enquête portait le nom poétique de Sunshine[26], c'est à dire rayon de soleil. La commission rendit heureusement des conclusions très optimistes et les experts affirmèrent que ces retombées à très grande distance restaient très en dessous du seuil supportable par tout un chacun. Mais le célèbre biologiste Sturtevant répliqua sèchement :

- On est inévitablement amené à conclure que les bombes déjà éclatées auront un jour pour résultat la naissance d'un grand nombre d'individus anormaux. Je regrette qu'un fonctionnaire aussi haut placé puisse affirmer que des petites doses de radiations ne comportent pas de risque biologique.

Un autre biologiste, qui refusa de signer sa déclaration par peur d'être révoqué, montra que si on continuait les essais à ce rythme, dans dix ans la dose de radiostrontium par habitant serait sur l'ensemble de la Terre supérieure au seuil reconnu comme dangereux.

Ces déclarations mirent Teller en rage, lui qui était partisan de poursuivre les essais quelles qu'en puissent être les conséquences. La planète avait trouvé son Folamour.

---

[26] Eclat du soleil.

Les scientifiques étaient décidément bien indisciplinés. Il était temps d'effectuer un rappel à l'ordre. Oppenheimer était une cible idéale. Objet de vives jalousies, il allait de ville en ville en laissant un sillage sémillant. Pendant qu'il utilisait son éloquence légendaire et son charme à son profit, le contrôle et l'élaboration des armes nucléaires lui échappait de plus en plus. Autour de Teller, l'inconditionnel, s'était formé un noyau dur qui ne demandait qu'à prendre le pouvoir.

Oppenheimer se rendit en Europe durant l'été 1953 et il ne manqua pas d'aller rendre visite à son vieil ami Chevalier qui, ne parvenant plus à trouver de travail aux USA, avait du quitter le pays.

En France ses difficultés avaient d'ailleurs continué, par exemple à travers les tracasseries que lui faisait l'ambassade Américaine pour prolonger son visa, attitude qu'il ne comprenait absolument pas. Ironie du sort, dans ces situations, c'est vers Oppenheimer qu'il se tournait, en lui demandant d'intervenir. Oppie promettait de faire quelque chose, mais bien sûr ne faisait rien, ce qui ne l'empêcha pas cet été là d'aller loger dans l'appartement du couple Chevalier, sur la butte Montmartre, où il fut accueilli chaleureusement. Certaines personnes ont vraiment les couilles en acier inoxydable.

Chevalier, exclu de toute activité universitaire, avait trouvé un modeste emploi de traducteur. Lorsqu'il apprit la venue prochaine de son ami, il annula sa participation à une conférence en Italie pour pouvoir être le premier à l'accueillir à sa descente d'avion et ensemble ils sablèrent le champagne en évoquant le bon vieux temps.

Profitant de cette absence de plusieurs mois les durs restés au pays préparèrent leur complot. Ils trouvèrent pour ce faire une oreille complaisante et une aide puissante auprès des services secrets. Pendant la guerre ce qui allait devenir plus tard la CIA avait pris de plus en plus d'importance dans la vie Américaine, en particulier après l'affaire de l'espion Fuchs. Ce scientifique de grande valeur, sous le contrôle constant du Kremlin, avait en effet pu infiltrer totalement le dispositif Américain depuis le début du projet Mannathan. Jouant parfaitement son rôle de "taupe scientifique" il avait participé à des réunions au plus haut niveau juste avant son arrestation, y compris celles où avaient été définis les grands traits du projet concernant la bombe à hydrogène.

Malgré sa diplomatie coutumière Oppenheimer restait pour son entourage quelqu'un de distant et d'insaisissable. On se souvient comment il avait commencé par refuser de répondre aux premiers interrogatoires de 1943 en accueillant l'enquêteur Pash avec condescendance. Il s'agissait maintenant pour les politiques et les services secrets, en train de devenir une puissance à part entière, de casser du scientifique pour intimider tous

ces "crackpots", ces "pots fêlés" et leur faire admettre définitivement un contrôle constant et total de leur vie publique et privée, en obtenant d'eux un engagement sans faille, épuré de tout état d'âme. L'affaire Oppenheimer allait permettre de faire un exemple.

Oppie mis sur le banc de touche.

A son retour des Etats-Unis Oppenheimer fut complètement cueilli à froid par l'attaque lancée contre lui par ses collègues et les services de renseignements. Il trouva chez lui une lettre qui le stupéfia, comprenant vingt quatre griefs, et lui enjoignant de démissionner immédiatement de toute responsabilité officielle pour éviter un scandale. Mais c'eût été admettre une réelle culpabilité, ce qu'il n'éprouvait nullement, et il refusa. En attendant le procès, qui dura trois mois, sa "clearance", c'est à dire son accès aux projets, lui fut retirée.

A cette époque du début de la guerre froide une simple mollesse vis à vis des projets d'armements était considérée comme suspecte. Les collègues d'Oppie lui apportèrent cependant leur sympathie, plus par esprit de corps que par souci de justice. Par ailleurs ce qui arrivait à Oppenheimer pouvait très bien devenir leur lot, mais beaucoup trouvaient assez singulier qu'un homme volant habituellement au devant des désirs des militaires et des politiques et dont la souplesse était légendaire se retrouvât ainsi au banc des accusés.

On peut voir dans ce procès deux choses. Primo un besoin de condamnation définitive de toute indépendance des scientifiques vis à vis du pouvoir militaire et politique, secondo une sorte d'exorcisme psychodramatique dont la nation Américaine avait besoin, les accusateurs utilisant Oppie pour se décharger de leur culpabilité inconsciente.

A la surprise générale il ne se défendit pas. Lui qui possédait mieux que personne le don de la parole se montra maladroit, absent. En repensant à cet épisode, je me souvenais d'un vieux film Français sorti pendant la guerre et qui s'intitulait La Main du Diable. Le thème était le suivant : Un certain nombre de personnages rencontraient, dans leur vie, le diable. Ils avaient tous des métiers manuels : musicien, chirurgien, peintre, etc..

Le diable leur offrait, en échange de leur âme, une dextérité extraordinaire, grâce à laquelle ils pouvaient aspirer à de hautes destinées. Dans cette version moderne de Faust, au dernier moment ils réalisaient leur dangereuse erreur et, en rompant le contrat, perdaient leur main. Oppenheimer, lui, avait perdu sa voix.

Il y a toujours un côté acteur chez un scientifique, qui commence sa carrière sur les planches des estrades des universités. Oppenheimer prit sans difficulté ce nouveau rôle de martyr qu'on lui imposait et il l'assuma. Il avait été le messie de l'atome, entouré de ses douze disciples. Maintenant ceux-ci le trahissaient les uns après les autres, à commencer par Teller à qui avait donné le rôle de Judas.

Certains témoins appelés à la barre furent également l'objet d'accusations secondaires. La question unique, lancinante, se résumait à "acceptez-vous, oui ou non, de continuer à servir votre pays, avez-vous été fidèle au gouvernement des Etats-Unis ?", ce qui faussait d'entrée le débat. La question aurait du être "avez-vous été fidèles à l'humanité ?".

La perversion de la science apparaissait chaque jour plus clairement. En 1949 Lawrence avait ainsi tenté d'impliquer un de ses collègues, Conant, un ancien de Los Alamos, dans un projet de dispersion de poussières radioactives sur les populations civiles. Saturé, Conant avait répondu :

- Je ne veux plus entendre parler de cette affaire, j'ai fait suffisamment mon devoir pendant la guerre.

Témoin à charge, Alvarez, l'homme qui avait de ses mains assemblé les derniers éléments de la bombe d'Hiroshima et pris place dans l'Enola Gay lors de son macabre voyage, fustigea cette attitude comme étant un "signe de fatigue, de vieillesse et de décrépitude".

Sur un divan de cuir Oppenheimer avait pris le visage d'un empereur romain et répondait distraitement aux questions posées. André Malraux, qui l'avait personnellement connu, ainsi que Chevalier d'ailleurs, réagit parait-il à la lecture du procès verbal d'audience. Ne comprenant pas son attitude passive et résignée il se serait exclamé :

- Enfin, qu'attend-t-il pour leur dire "messieurs, la bombe, c'est moi !

En vérité qu'aurait pu faire Oppie ? Ce procès n'était pas celui d'un homme mais celui d'une société qui se voyait entrer dans un âge angoissant et redoutable.

Tout le monde avait besoin d'un coupable et le fait que l'accusation soit parfaitement inconsistante n'avait rien à voir à l'affaire, ce qui rapprochait ce procès des grands psychodrames Soviétiques ou de procès de sorcellerie du moyen-âge. Sa simple position d'accusé et son réel passé de sympathisant communiste le condamnaient pratiquement d'avance. Il devenait la cible de deux craintes Américaines majeures : celle de l'atome et celle des Russes. Par ailleurs le projet Mannathan avait été conduit, orchestré par un homme seul et centré sur un but unique : la construction

d'une bombe à fission. Maintenant la recherche à but militaire commençait à se déployer largement. Le royaume était devenu trop vaste.

Oppenheimer endossa donc ce personnage tragique, faute de pouvoir faire autrement. Il fut condamné et désormais exclu de tout accès aux secrets scientifiques. Il ne lui restait plus qu'à prendre son bâton de pèlerin et à aller de place en place, avec son beau visage émacié, expliquer que lui et ses pareils "avaient fait le travail du diable" (Alors qu'on sur plus tard qu'il avait signé de sa main un papier autorisant que l'on fit des injections de plutonium à des jeunes recrues Américaines, ce qui le place, sur ce plan, au niveau du monstre Allemand, le docteur Mengele).

Mais un de ses anciens étudiants, un scientifique connu, exprimait ainsi son scepticisme :

- Je crains qu'il ne joue là un nouveau rôle de son grand répertoire. Par la force des choses il est actuellement le martyr et le saint, mais, vienne l'occasion, il se remettra à marcher avec Washington !

Oppenheimer mourut d'un cancer à Princeton, (université Américaine qui vit également les derniers jours d'Einstein), en 1967, au moment du désengagement Américain au Vietnam, dans une solitude complète. Une de mes amies, qui était là-bas à cette époque, me raconta qu'on l'y traitait pratiquement en pestiféré. Singulier destin pour un homme qui avait sacrifié son âme à son ambition.

En atterrissant à Roissy je tenais à la main le livre d'Emilio Segré, prix Nobel, ancien de la mesa, que j'avais acheté là-bas. Un des phrase de ce livre pourra surprendre le lecteur et je ne peux pas m'empêcher de la citer tant elle est révélatrice de choses totalement ignorées du grand public

"Le laboratoire et la ville de Los Alamos, tels qu'ils étaient pendant la guerre, n'existent plus. Ils ont été remplacés par une ville plus ou moins conventionnelle où architectes et urbanistes ont détruit sans pitié la singulière beauté du site. Los Alamos vit dans la mémoire de bien des premiers participants comme le souvenir d'une jeunesse unique et d'une période romantique de leur vie."

L'EUROPE HORS DU COUP

Après mon retour en France je passais quelques jours à digérer le décalage horaire, à flâner et à mettre de l'ordre dans mes notes et dans les différents documents que j'avais rapportés, puis je m'attaquais à la rédaction de mon papier. Etant donné le volume des informations collectées (il y avait en particulier les premières photos couleur des lasers de Livermore, cadeau royal de l'attaché de presse du labo) je jugeais préférable de faire deux articles et je les présentais à Cousin.

En sortant de l'ascenseur je retrouvais l'ambiance familière de Science et Vie, ou j'avais depuis 1974 publié de nombreux articles,et sa structure linéaire étirée tout au long d'un couloir qui débutait à la rédaction et se terminait dans une salle où les maquettistes composaient les numéros.

Un des premiers bureaux sur la gauche était occupé par un des journalistes permanents, Renaud de la Taille, descendant d'une grande famille, et collectionneur d'armes à feu. Je ne m'entendais guère avec lui, nous étions trop différents. Je me souvenais qu'il avait publié un ou deux ans plus tôt un article étonnant où une illustration montrait les différents domaines des sciences comme des îlots autour desquels la mer était en train de se retirer. Selon l'auteur de l'article ceci signifiait que des ponts apparaissaient entre les différents domaines des sciences. Il pronostiquait dans un avenir proche un assèchement total, une unification de l'ensemble et un complètement final de la connaissance.

Bizarre, en revenant de ce voyage j'avais plutôt l'impression que la mer était en train de monter. Plus cela allait et moins je comprenais se sens de la science et le comportement de ceux qui la vivaient.

Cousin lut l'article en chaussant ses petites lunettes pliantes de presbyte, en écaille.

- Bon, très bien, on va voir tout cela.

Mais les articles furent totalement rewrité par une jeune journaliste récemment engagée. Visiblement personne ne crut un mot de tout ce que j'avais raconté. Il en sortit quelque chose d'assez incolore, réduisant les expériences sur les plasmas aux deux approches à la mode, les laser et les bouteilles magnétiques. Tout ce qui avait trait aux futures armes à faisceaux avait sauté. Il n'en restait plus la moindre trace. Les belles photos en couleur des lasers de Livermore ne furent même pas publiées.

Je n'eus guère l'occasion de protester. Quelques jours plus tard un stupide accident dans mon laboratoire me mit hors service pour une année.

Il m'était arrivé d'avoir quelques ennuis avec les hautes tensions. La façon dont nous travaillions, l'encombrement du labo exigu et la vétusté de machines hors d'âge constituaient un risque permanent. Je me souvenais d'un jour où, ayant pris une sérieuse décharge dans la main gauche, j'avais contemplé mon pouce orné d'un trou noirâtre par lequel s'échappait une légère fumée. Une autre fois mon ami Maurice avait ramassé une bonne secousse de cinq mille volts qui l'avait laissé le cul par terre, hébété pendant plusieurs minutes.

Mais jamais je n'aurais pu imaginer qu'un lourd bobinage d'un quart de tonne, brisant son élingue, ait pu choir un jour en me brisant les reins. C'était pourtant ce qui était arrivé et cet incident me transforma en être horizontal pendant de longs mois, puis en individu mi-homme, mi-triton, passant la moitié de ses journées dans les piscines. Avec le temps qui passait je finissais par observer avec attention mon épiderme, m'attendant à y voir apparaître des écailles.

Je passais évidement de bien mauvais moments après cet accident[27]. On imagine mal comme le monde se rétrécit quand on est cloué sur un lit. D'un naturel assez remuant, je ne pouvais ni bouger ni m'asseoir et les être humains étaient devenus pour moi "perpendiculaires". Le plafond était comme un mur, que je contemplais jour après jour. A cette époque heureusement naissaient les premières calculatrices programmables. On m'en offrit une et je pus ainsi m'évader en travaillant du fond de mon lit.

Quand je me mis à remarcher de nouveau, je me souviens que j'avais le vertige d'être "si haut". Maintenant tout cela n'est plus qu'un vilain souvenir, une de ces tuiles qui vous tombent dessus sans crier gare une fois dans votre vie. Bien sûr je dus abandonner à regret les virées en Land Rover au Kenya et le parachutisme à ouverture retardée. Par ailleurs, ne pouvant absolument plus mener cette existence de garçon de café, sans cesse debout, qu'est le travail d'expérimentateur, je devins de plus en plus théoricien. Au fond, j'avais de la chance, les nouveaux ordinateurs arrivaient en vagues et permettaient du fond d'une chambre de tenter de passionnantes "expériences numériques". Je devins informaticien.

Je repensais à ce périple Américain et à tout ce que j'avais entrevu. Vues de la France les informations glanées à Livermore et à Sandia semblaient quelque peu irréelles. Nos lasers locaux semblaient ridicules à côté des monstres Américains et il n'y avait rien, ici, en matière de canons à électrons. L'armée Française entassait paisiblement ses mégatonnes au fond des containers de ses sous-marins ou dans les silos du plateau d'Albion, en conservant la classique stratégie de la dissuasion nucléaire.

---

[27] Pension du CNRS (invalidité à 8%) : 540 F par trimestre.

En cette année 1977, qui se souciait, en France des systèmes à énergie dirigée et de leur possible utilisation comme armes ? Le laser, il est vrai, n'avait pas vingt ans d'âge. Lorsque j'interrogeais, de loin en loin, des collègues qui étaient de la partie, ils me répondaient invariablement :

- Mon vieux, tu lis trop d'ouvrages de science-fiction !

La course aux "vecteurs".

A cette époque des revues Américaines, comme Aviation Week and Space Technology, spécialisée dans des lâchés dosés d'informations à caractère stratégique, traduisaient, sous plume de son déracteur en chef Clarence Robinson, répercutant les propos du major G.Keegan, chef des services secrets de l'Air Force, les inquiétudes du Pentagnone vis-à-vis de percées qui auraient été réalisées par les Soviétiques dans le domaine de ce qu'on allait appeller plus tard les armes à énergie dirigée. Face à cette nouvelle menace des rouges l'opinion publique et les scientifiques restaient partagés. S'agissait-il d'une nouvelle menace, bien réelle, ou d'un intox émanant du Pentagone, soucieux de créer un climat d'angoisse pour mieux alimenter son budget. Avant de revenir sur cette question, revenons un peu sur le passé**.**

En 1957 les Américains furent, dit-on, complètement pris au dépourvu par la percée Soviétique, laquelle avait été réalisée avec des moyens globalement inférieurs. Lorsque la nouvelle de la première mise en orbite du Spoutnik fut connue, Einsenhover, chef de l'exécutif, affirma que la signification stratégique des réalisations Soviétiques était insuffisante pour justifier une révision profonde des programmes de recherche et de développement dans le domaine des missiles. L'Amérique avait des projets en cours, jugés solides, qui visaient à mettre au point des vecteurs de bombes atomique, telles les fusées Redstone (à poudre) et Atlas (à propergol liquide), et là devait se porter l'effort. Il voulut mettre fin à la "vague d'hystérie" soulevée par cette affaire en précisant que ceci "n'avait pas augmenté ses inquiétudes d'un iota".

Bon, un objet manufacturé en Union Soviétique, gros comme une orange, survole plusieurs fois par jour le territoire Américain, et alors, la belle affaire ?

Einsenhover pensait simplement que le retentissement des exploits spatiaux serait de brève durée. Il sous estimait en tout cas totalement l'importance psychologiques de telles actions, en particulier sur les pays en

voie de développement, ce qui fut immédiatement exploité par l'astucieux Kroutchev.

Il faut ajouter qu'Eisenhover était très conscient de la montée de la course aux armements et tentait se s'y opposer. En 1953 il avait participé à un mouvement "Atom for Peace" qui avait tenté un contrôle du développement de l'industrie nucléaire, sans obtenir plus de succès que le plan Barrush de 1946, autre tentative du même style.

En 1957 la communauté scientifique Américaine n'était guère fascinée par l'espace et ne voyait pas le moindre intérêt à mettre un astronaute en orbite. Einsenhover avait nommé James Killian à la présidence du President Scientific Advisory Council (groupe chargé de conseiller la présidence en matière scientifique), avec mission de réaliser une évaluation à court et à long terme de ces questions spatiales. Celui-ci résumait sa position en disant :

- Les Soviétiques ont utilisé leur technologie comme moyen de propagande. Ils ont présenté leurs réalisations spectaculaires comme des preuves de puissance, mais à long terme leurs choix coûteux en faveur du spatial de suffiront pas à maintenir cette image. Seuls des efforts équilibrés dans tous les domaines de la science et de la technologie donneront à terme des résultats. Je ne crois pas que nous devrions nous satisfaire de la seconde place, mais nous ne devons pas pour autant entrer dans une course au prestige avec l'URSS. Il nous faut poursuivre nos propres objectifs. L'avenir des Etats-Unis sera-t-il favorisé davantage par les milliards de dollars investis dans l'éducation ou dans l'espace ?

Cela rappelait un peu l'attitude des militaires Français à la veille de la guerre de 14-18, concernant l'emploi de la mitrailleuse. La stratégie Française de l'époque était avant tout basée sur le nombre des fantassins participant à une attaque, l'arme finale étant... la baïonnette. La consommation infernale de munitions liée à l'emploi de l'arme automatique, qui nécessitait à elle seule autant de balles que celles constituant la dotation de cinq cent soldats, rendait pour nos experts l'engin peu crédible.

Les Américains avaient eux aussi leur stratégie, militaire et scientifique, et n'entendaient pas en changer, sous prétexte que l'opinion béait d'admiration devant ces gadgets circumterrestres. Au delà de cet aveuglement se lisait l'éternelle sous-estimation du potentiel technico-scientifique et de l'imagination des Soviétiques, attitude qui rappelle celle des Russes vis à vis des Japonais, avant 1905, ou celle de Hitler vis à vis des Soviétiques en décembre 1942. Deux cultures totalement différentes étaient confrontées, l'une ayant une perception totalement erronée de l'autre.

Spoutnik pesait une vingtaine de kilos. Il aurait pu être lancé par une fusée relativement modeste et à l'époque jamais les Américains n'auraient imaginé que derrière ce premier satellite se profilait un lanceur fantastique, Semiorka, mis en chantier dès 1953, issu de l'imagination du génial Korolev, et dont ils étaient loin de posséder l'équivalent.

Les Américains savaient bien que les Soviétiques avaient récupéré, lors de l'invasion de l'Allemagne nazie, un certain nombre de spécialistes hautement qualifiés, du niveau du célèbre Von Braun, lequel avait rejoint les USA en 1946, avec cent vingt collaborateurs et des monceaux de matériel récupéré. Les Russes avaient mis la main dans les usines du Hartz, sur des documents qu'ils exploitèrent, aidés pour cela par les deux cent techniciens de Pennemünde désireux de poursuivre leurs travaux sur les fusées. Comme les Américains ils remontèrent des V2 et les essayèrent, mais dès 1948 les équipes Soviétiques s'isolèrent de ces conseillers de la première heure et développèrent désormais leurs propres projets. En 1947 leur technique égalait celle des Allemands.

La situation géographique de l'Union Soviétique joua aussi énormément. Ne disposant pas, comme les Américains, d'un chapelet de bases avancées en Europe ou en Asie, ils durent d'emblée envisager des "vecteurs" intercontinentaux, puissants, capables d'attaquer leur ennemi potentiel via le pôle.

En Union Soviétique il exista dès le départ des liens étroits entre l'équipe de l'académicien Kurtchatov, maître d'œuvre de la bombe A Russe et celle de Korolev, "constructeur principal" et responsable du projet de lanceur lourd. A l'inverse les Américains progressaient en ordre dispersé , chaque arme ayant ses propres projets, dans une situation qui tenait plus de la concurrence que de la collaboration.

Haute de trente mètres, trapue (dix mètres de diamètre à la base !), la fusée de Korolev, Semiorka, pesait trois cent tonnes au décollage et développait une poussée de cinq cent tonnes. Elle était ainsi trois fois plus lourde que l'Atlas, en cours d'étude aux Etats-Unis, et qui ne devint opérationnelle que quelques années plus tard.

Cette solution présentait de grands avantages au point de vue de la solidité. Quatre "boosters" identiques flanquaient la fusée principale et se détachaient après avoir rempli leur fonction, qui était d'aider la fusée à sortir le plus vite possible des basses couches atmosphériques. Les Américains avaient opté pour un empilement d'étages, qui posait de sérieux problèmes de vibration au décollage.

Tous les éléments Soviétiques étaient basés sur un inique moteur de vingt cinq tonnes de poussée, le RD-107, multiplié pour la circonstance en vingt cinq exemplaires. Ceux qui ont l'âge de s'en souvenir penseront aux

spéculations qui coururent à l'époque. On se demandait si les Soviétiques n'avaient pas quelque carburant miracle, ou toute autre chose du même genre. En fait ils n'avaient fait qu'utiliser astucieusement un moteur relativement simple, mais qui fonctionnait fort bien.

Au moment où la conquête de l'espace allait débuter les Américains avaient effectivement un projet de mise en orbite d'une charge scientifique, à l'occasion de l'année géophysique internationale : le Vanguard et bien entendu tout cela avait été annoncé dans la presse et décrit de A à Z. Ils étaient d'ailleurs naïvement convaincus qu'ils seraient les premiers à placer un objet en orbite circumterrestre. Les Soviétiques n'eurent guère de mal à les coiffer au poteau pour cette première, ce qui plongea les yankees dans la confusion la plus totale.

Après Spoutnik, l'Amérique demanda au célèbre docteur Von Braun de négocier l'envoi d'un homme dans l'espace. Il ne s'agissait pas d'une véritable mise en orbite, mais d'un simple saut de puce hors de l'atmosphère terrestre. La fusée Atlas, capable de mettre en orbite basse 1300 kg et prévue pour transporter des charges nucléaires, pouvait se prêter à l'opération[28]. Mais c'était quand même un tour de force de loger dans une aussi faible charge utile un homme, une capsule assurant sa survie, son bouclier thermique pour la phase de rentrée, ses dispositifs de contrôle et de transmission radio. Le devis de poids était tellement serré que les astronautes durent batailler pour avoir droit à un hublot et à des commandes manuelles afin d'être un peu plus qu'un simple bombe humaine (bien leur en prit : un des vols Mercury se serait terminé en catastrophe si l'homme n'avait pas été là pour pallier aux défaillances de la machine).

Le projet Américain étant comme d'habitude annoncé à son de trompe, les Russes forcèrent les feux pour leur souffler cette première, ce qui leur était facile étant donné les capacité d'emport de leur lanceur. Il s'en fallut cependant de peu que les Américains ne réussissent les premiers. Au dernier moment Von Braun demanda un vol de confirmation supplémentaire avec une capsule vide et trois semaines plus tard Gagarine, Apollon des temps modernes, s'élançait sur son char de feu pour faire le tour de la Terre.

Cinq jours plus tard le coup de main de la baie des cochons, commandité par les Américains, échouait lamentablement.

Je me souviens avoir visité les lieux du débarquement des émigrés Cubains, lors d'une campagne de chasse sous-marine dans cette baie du sud

[28] Mais comme les Américains connurent des ennuis sans nom avec Atlas, c'est finalement juché sur une fusée Militaire, Redstone, tel le baron de Munchaüsen sur son boulet, qu'Allan Sheppard fit son premier vol spatial.

de Cuba, une des plus poissonneuses qui soient. Les émigrés (surnommés par les Cubains les guzanos, ce qui veut dire ver de terre) avaient été amenés d'un pays d'Amérique centrale, après avoir été intensivement entraînés en Floride. L'idée était de couper l'île en deux, puis de tenter de soulever la population.

Les Américains espéraient que le commando, composé de quelques centaines d'hommes , pourrait atteindre la côte nord et tenir quelques jours, ce qui aurait suffi pour justifier une intervention armée pour "venir en aide à la contre-révolution Cubaine". Là encore on trouve une démonstration de l'incroyable inefficacité des services de renseignement Américains qui ont une tendance constante à prendre leurs désirs pour des réalités. Ils pensaient que ce petit groupe d'homme résolus, appuyé par quelques avions, n'aurait guère de difficulté à atteindre l'axe routier servant d'épine dorsale à l'île et longeant la côte nord. On estimait que la population de l'île, en majorité analphabète, allait se comporter passivement. En fait le corps expéditionnaire se heurta à une résistance immédiate et extrêmement vive. Des camions chargés d'hommes sommairement armés (parfois même de simples lances), mais prêts à mourir pour la nouvelle révolution Cubaine, qui avait débarrassé leurs villes de la mafia et leurs filles de la prostitution, déferlèrent de la Havane en empruntant l'autoroute dont le péage servait auparavant à la femme du dictateur Batista à s'acheter des toilettes.

Les émigrés Cubains furent stoppés dans les marais et capturés un à un dans leurs jours qui suivirent. Castro acheva de ridiculiser les Américains en les échangeant par la suite contre des médicaments et des tracteurs...

Kennedy avait attendu fébrilement le résultat de l'opération toute la nuit. Ce second coup du sort, s'ajoutant au vol triomphal du Soviétique, exigeait un redorage de blason immédiat. Ainsi naquit le projet Américain de conquête de l'astre sélène.

Cette fantastique opération de prestige resta sans lendemain mais elle eut des retombées technologiques innombrables dont la plus importante se situe dans le domaine de l'informatique miniaturisée. Sans le projet Appolo les micro ordinateurs n'existeraient sans doute pas encore et on a d'ailleurs calculé que chaque dollar investi dans le projet en avait au moins rapporté déjà trois, ne serait-ce qu'à cause de ce boom des micro computers.

Kroutchev avait fait de cette conquête spatiale un fantastique instrument de propagande, destiné à prouver la supériorité militaire des Soviétiques et à impressionner le monde entier, en particulier les pays du tiers monde. Il annonça que son pays possédait des milliers de fusées prêtes à fondre sur les Etats-Unis, porteuses d'armes thermonucléaires, ce qui à l'époque était largement exagéré. Mais ceci inquiéta fort le Pentagone et engendra un développement intensif des satellites-espions.

Cette surveillance serrée de la planète ne fut pas sans retombées positives. On s'aperçut que grâce à ces engins on pouvait faire une meilleure météorologie, détecter des ressources en minerais, guider les navires, retransmettre à grande échelle des programmes de télévision et synthétiser des médicaments et des alliages impossibles à obtenir dans un laboratoire soumis à la pesanteur terrestre. L'espace, synonyme de défenses effrénées et inutiles, devenait à la surprise générale, rentable.

La véritable "raison suffisante" de l'astronautique.

Il restait à doter les fusées d'un système de guidage précis. Les fusées Allemande de la seconde guerre mondiale avait des systèmes primitifs, basés sur des gyroscopes. On les dota d'abord de systèmes inertiels, semblables à ceux qui pilotent nos actuels liners. En 1957 l'erreur circulaire probable était de huit kilomètres. Elle était de 400 mètres en 1970. Aujourd'hui elle est inférieure à cent mètres.

Quand vous prenez place à bord d'un 747, le pilote se contente d'afficher sur l'ordinateur de bord les coordonnées du point de destination, après un calage précis de la centrale inertielle sur les coordonnées locales, basé sur des données fournies par des radio-balises, après le décollage. La machine se charge du reste et emmène sa charge humaine à quatre mille kilomètres avec une précision de moins de deux kilomètres. Jadis le "navigateur" de l'avion faisait le point. Rappelez-vous ces bulles de plexiglas qui faisaient saille sur le dessus des avions, et qui permettaient à l'homme de pointer le soleil avec un vulgaire sextant, comme du temps de la marine à voile. Il y a belle lurette qu'elles ont disparu et l'avion moderne recale sa centrale inertielle automatiquement en utilisant les données fournies par les radiobalises. En vue du terrain l'ordinateur "repasse la main au pilote", qui gère alors son "tour de piste" et son atterrissage. On lui laisse cette tâche pour qu'il ne sombre pas totalement dans la dépression, mais en vérité la technique pourrait très bien se charger de l'ensemble, l'avion pouvait être guidé jusqu'au contact avec le sol par un "faisceau Hertzien", sorte de rail électromagnétique invisible qui se dresse à l'entrée de piste. On est loin du temps de Mermoz et de Guillaumet.

Plus la précision est faible, plus la charge emportée doit être élevée, car son efficacité décroît en raison inverse du carré de la distance entre le point d'impact et la cible. Les fusées Pershing furent ainsi munies d'un radar qui, en phase terminale, traçait une carte très précise du site visé. Cette carte, "digitalisée", était ensuite comparée à une carte préalablement dressée par

les satellites d'observation et mémorisée dans le calculateur de bord. Le dernier étage du missile pouvait alors modifier sa trajectoire pour frapper sa cible avec un précision de quelques dizaines de mètres. D'où le concept de "frappe chirurgicale".

Un dispositif analogue équipa les missiles de croisière. Mais comme ces machines, volant à quelques mètres du sol, étaient susceptibles de rencontrer des obstacles imprévus, on les rendit "intelligentes", pour leur donner la possibilité de changer d'itinéraire par elles-mêmes. Plus lents que les missiles, mais précis, ces diaboliques engins pouvaient frapper à des milliers de kilomètres de distance, toujours par identification radar, une cible d'un mètre de diamètre ! Leur efficacité a été largement démontrée lors de la guerre du golfe, ou le grand public découvrit ces étranges bassets aériens, tirés à partir de navire de surface ou de sous-marins.

Ce guidage des missiles, plus encore que la robotique, représente l'essentiel de l'effort fait en matière de reconnaissance de formes et de stratégie décisionnelle. Si un jour nous survivons à l'holocauste général, les femmes de ménage électriques qui briqueront les meubles dans les appartements des terriens à hauts revenus seront des produits directement issus de ce type de recherche.

Jusqu'à l'effondrement de l'Empire un vieux fantasme entraînait les Occidentaux à croire que les Soviétiques ne pouvaient que le copier.. C'est ce qui fait croire aux petits franchouillards que le constructeur du Tupolev s'est servi des plans du Concorde pour concevoir son transport supersonique. Ce qu'on ignore c'est qu'à un stade donné de la technologie aéronautique, tous les avions se mettent plus ou moins à se ressembler. Si d'autres pays que l'URSS, la France et l'Angleterre, avaient voulu se doter d'un transport civil à Mach 2, il y aurait eu pléthore d'appareils de ce type, l'aile "gothique" étant la mieux adaptée à ce type de croisière, étant donné sa forte portance à l'atterrissage et sa bonne pénétration en supersonique.

On remarquera au passage que les Soviétiques, avec leur Mig 25 Foxbat, qui croisait allègrement à Mach trois, et était considéré à l'époque par les spécialistes de l'OTAN comme le meilleur intercepteur du monde. C'était quand même pas trop mal pour des soi-disant plagiaires.

Ce qui a tué l'effort Soviétique dans le domaine militaire, ça n'est ni l'insuffisance scientifique, ni l'insuffisance technologique (que les Russes compensaient par des astuces bien supérieures à celles de Occidentaux), c'est la faiblesse de leur économie.

En 1950 l'espion Klaus Fuchs fut arrêté à Londres et accusé d'avoir fourni à l'Est les secrets de la bombe atomique. Fuchs était réellement un espion, mais s'il n'avait pas joué son rôle, les Soviétiques seraient de toute

manière parvenus au résultat qu'ils visaient. Pourquoi ne pas rappeler aussi en passant l'avance Soviétique de 1953 au sujet de la bombe à fusion "sèche", évoquée plus haut.

Mais fort était le désir de minimiser les capacités de l'adversaire potentiel, dans un but de rassurance.

Les plans succesifs de désarmement.

Il y eut, à la suite de la proposition de 1953 d'Eisenhover (atom for peace) et qui préconisait un contrôle planétaire réel de l'activité nucléaire, plusieurs propositions Américaines de "gel" des armements stratégiques. En 1964 les Américains proposèrent, sous le gouvernement Johnson, une destruction partielle des stocks d'engins à fission. Les Américains auraient ainsi détruit 60 tonnes d'uranium et de plutonium et les Russes 40 . Par destruction il faut entendre dénaturation de l'isotope fissile U235 en le diluant dans l'isotope non fissile U238, ous forme d'un alliage des deux, de manière à en faire du carburant pour les réacteurs civils. Proposition généreuse...

Mais celle-ci était léonine, et les Soviétiques la refusèrent, la jugeant insuffisante, ce qui permit aux occidentaux de rendre l'URSS une fois de plus responsable de la course aux armements. En effet la quantité de matière fissile détenue par chaque grande puissance est difficilement appréciable (par rapport au parc de missiles). C'est une donnée couverte par le secret militaire. Il est vraisemblable qu'à l'époque où cette proposition fut formulée par les Américains, leur stock était bien plus important que celui des Soviétiques (cette destruction de 60 tonnes n'était en fait qu'une fraction minime du stock yankee) et cette dénaturation, en l'absence d'un contrôle réel des arsenaux nucléaires in situ, n'aurait pas eu le même effet chez chacun. Par ailleurs les stocks Américains étaient déjà majoritairement sous forme de plutonium, difficile à dénaturer de manière définitive à cause de possibilités de récupération ultérieure par des procédés simplement chimiques.[29]

De grandes propositions pacifistes furent lancées à intervalles réguliers d'un côté ou de l'autre. Conçues pour être inacceptables, c'étaient en fait des manœuvres purement politiques, destinées à impressionner les opinions internationales. Lorsque l'un des grands proposait une "réduction" , c'est toujours parce qu'il espérait y trouver son compte.

---

[29] Dans les débris du bloc Sociétique gît, ici et là, un stock de plutonium de cent cinquante tonnes, impossible à "dénaturer", qui représente une menace collossale de dissémination de l'arme thermonucléaire à travers le monde.

Ces problèmes sont devenus aujourd'hui obsolètes, après l'effondrement brutal de l'Empire Soviétique. Mais il n'est pas mauvais de rappeler ce point d'histoire. Aujourd'hui, stratégiquement parlant, les Américains sont devenus les maîtres du monde, à un point que le grand public est loin de supposer et qu'on précisera par la suite. Le partenaire traditionnel a disparu, s'est effondré, et Clint Eastwood reste comme un imbécile, avec en main, de quoi détruire la planète.

Le paroxysme de MAD.

MAD veut dire "mutual assured destruction", destruction mutuelle assurée. C'était la clef de voûte du système de la dissuasion. Jusqu'à l'effondrement de l'empire Soviétique nous avons vécu sous le signe constant de mad (mot qui en Anglais signifie fou).

Une armada de missiles intercontinentaux, tapis dans des silos ou se promenant sur des véhicules autotractés, complétés par des missiles emportés à bord de sous-marins indétectables étaient là pour assurer la sécurité de notre planète, à coup de milliards de dollars et de milliards de roubles.

Mais qui devait décider des gestes à faire ? Les présidents des deux super-puissance ? Sur quelle base ?

De part et d'autre les deux grands avaient déployé un système de surveillance étroite fondé sur d'énormes radars installés aux confins de la Sibérie, dans le grand Nord Canadien ou dans des avions du style "Awacks". Une attaque serait nécessairement passée par le pôle, chemin le plus court . Une attaque massive de missiles se serait concrétisée par l'apparition de multiples taches sur les écrans radars.

Temps de vol des missiles tirés à partir des bases continentales : 20 mintes.

Mais l'attaque la plus dangereuse pouvait provenir des sous-marins tapis à quelque distance des eaux continentales. Là, le temps de vol tombait à quatre minutes !

Alors ? Le départ des missiles est enregistré. Le préposé au radar tente de joindre le président, qui ce jour-là joue au golf (comme Roosevel le jour où les Japonais déclenchèrent leur attaque sur Pearl Harbour) ou cuve sa vodka. Celui-ci se précipite sur son téléphone-ordinateur, cherche dans sa

poche le numéro de code secret sans lequel l'ordre mortel ne peut être donné. Tout cela en quatre minutes ?

- Pas sérieux, dit un jour Garwin, expert du Pentagone. La solution est de confier tout cela à un ordinateur.

Folamour, plus que jamais. Selon Garwin, l'ordre final devait être donné par une machine, garante de la sécurité planétaire...

Schématisons : Le système de surveillance serait alors couplé à un ordinateur central, qui analyserait les données et déciderait s'il s'agirait bien de missiles, ou d'un phénomène aérologique, voire d'une migration de mouettes. Quand le seuil de probabilité est estimé suffisant, la machine déclencherait toute la bordée d'un coup.

Pourquoi *toutes* les fusées ? Pour la bonne raison que la chose à neutraliser en priorité seraient les bases de lancement, les sous-marins dont on a estimé la position, les silos, etc.

Par ailleurs il serait nécessaire de lancer tous les missiles disponibles avant que ceux de l'adversaire n'aient atteint leur but, ne serait-ce que pour protéger cette capacité de riposte. Si un missile frappe un silo, même s'il ne détruit pas tous les engins, il met le système de défense HS pour un paquet d'heures. En effet les explosions thermonucléaires dans le sol, outre qu'elle ont un effet sismique, assez limité d'ailleurs puisque les silos sont protégés contre ces chocs, expédie dans la stratosphère des millions de tonnes de débris divers, poussières, cailloux, roches. Impossible de tirer les "missiles défensifs" à travers un tel plafond de pierraille. Donc c'est tout ou rien.

Garwin intitula ce projet "La Réponse sur Attaque".

Les programmeurs se mirent à l'ouvrage. L'ordinateur, c'est bien connu, est le meilleur ami de l'homme. Mais jetez un œil aux anecdotes ci-après.

Lors du vol de la navette Américaine qui emportait Patrick Baudry il avait été prévu de faire un essai de tir d'un laser de faible puissance à partir d'une station située aux îles Hawaï en prenant le véhicule spatial pour cible, ceci dans le but de voir si on pouvait pointer valablement pointer sur une cible de dimensions modestes à quelques 500 kilomètres de distance.

Premier passage, rien...

Les techniciens furent très déçus. Soudain quelqu'un s'aperçut que les calculs avaient été programmés en pieds au lieu de l'être en mètres. L'affaire, rapportée au journal de vingt heures, fit sourire les Français, mais se rend-t-on compte de la gravité d'histoires de ce genre et des

conséquences que pourraient avoir de telles erreurs dans une programmation stratégique à l'échelle de la planète ?

Dans un passé plus ancien on se rappellera que la capsule Gemini V manqua le point d'atterrissage prévu de 150 kilomètres tout simplement parce que le programmeur qui avait conçu le suivi de son vol circumlunaire avait tout simplement oublié de tenir compte du mouvement de la Terre autour du soleil. Tout cela peut paraître tout à fait extraordinaire, mais cela n'est que la stricte vérité.

On pourrait écrire un ouvrage entier décrivant toutes les bévues des machines. Un autre exemple : pendant la guerre des Malouines la défense du Sheffield était en principe assurée par un ordinateur assez sophistiqué assurant toutes les surveillances d'actes hostiles et les conduites de tir des différentes batteries tirant obus ou missiles. Soudain un radar de bord détecta la venue d'un objet se déplaçant à neuf cent kilomètres à l'heure, droit sur le bâtiment, au ras des flots. Il s'agissait bien évidement d'un des missiles Exocets vendus par la France aux Argentins.

Les radars de bord recevaient également les signaux émis par cet engin autodirecteur, guidé par son radar de bord. Ces signaux, transmis à l'ordinateur furent identifiés comme provenant d'un engin "ami". Rassuré l'ordinateur ne broncha pas et le missile frappa le destroyer de plein fouet sans qu'aucun geste de défense n'ait été esquissé.

S'agissant de défense spatiale, le Pentagone ne compte plus, depuis vingt ans, les fausses alertes déclenchés par des facteurs divers comme les éruptions solaires ou simplement le disfonctionnement d'un composant. Le 3 juin 1980 le commandement de l'espace aérien nord Américain prévint les différentes bases stratégiques et la présidence qu'une attaque de missiles menaçait les Etats-Unis. Or il s'avèra que ce message n'était du qu'à la défectuosité d'un circuit, qui engendrait des signaux incorrects. Que se serait-il passé si ce message avait été automatiquement dirigé vers l'ordinateur chargé de déclencher les représailles ? Ce sont évidement des choses qu'on ne crie pas sur tous les toits.

Imaginons d'ailleurs, dans un pilotage complet du système de défense par ordinateur qu'un gros météorite frappe la terre en trajectoire rasante et explosant en un millier de fragments s'éparpillant sur une large surface. Comment l'ordinateur pourrait-il faire la différence entre ces fragments et des têtes nucléaires ?

L'inconvénient de tels systèmes de défense c'est qu'ils sont impossibles à tester en situation réelle. On se leurre d'ailleurs totalement sur les performances des complexes de détection. On entend couramment dire que

la surveillance radar de la banlieue terrestre est sans faille et le moindre débris en orbite, fut-il gros comme un œuf de pigeon, est instantanément identifié et suivi jour après jour. Aucun objet ne pourrait donc se joindre au ballet spatial sans être immédiatement repéré et pris en chasse. Alors comment se fait-il, lors d'une des missions de la Navette, qui prévoyait l'injection d'un gros satellite de télécommunication, celui-ci ait été perdu pendant plusieurs heures ?

Les erreurs dues aux ordinateurs peuvent être beaucoup plus subtiles. En fait il existe trois sortes de logiques : celle des stratèges, celle des hommes et celle des ordinateurs. Il s'agit à chaque fois de trois mondes complètement différents. L'exemple ci-après va nous permettre de découvrir le logique des ordinateurs.

Il y a quelques années je roulais sur l'axe Aix-Marseille. Soudain nous fûmes stoppés par un accident. Une DS noire avait heurté un bus à l'arrêt. Son conducteur, un voyageur de commerce, avait voulu doubler et s'était trouvé coincé par les véhicules arrivant en sens inverse. A tout prendre il avait préféré, en éclair, percuter un véhicule à l'arrêt plutôt que des voitures allant à sa rencontre cent kilomètres à l'heure.

Sous le choc, malgré sa ceinture de sécurité, il était parti en avant et sa tête avait heurté le rétroviseur. Je sortis de mon véhicule pour lui porter secours. Sa blessure n'était pas très grave et il semblait simplement sonné. Il me posa quelques questions :

- Où suis-je ?
- Sur la route d'Aix-Marseille.
- J'allais vite ?
- Encore assez si j'en juge par l'état de votre voiture.
- Quelle heure est-il ?
- Il doit être un peu moins de quatre heures.

Durant ce dialogue il avait eu un certain nombre d'expressions, fronçant les sourcils, hochant la tête. Il y eut un moment de silence puis il dit de nouveau :

- Où suis-je ?

Je répondis de la même façon. Alors, avec la même expression qu'il avait eue quelques secondes auparavant il continua :

- J'allais vite ?

J'eus la présence d'esprit de lui répondre exactement de la même manière. Nous vécûmes donc ce dialogue deux fois, identiquement, à la manière d'acteurs répétant une scène.

Que s'était-il passé ? Le traumatisme crânien subi par ce brave voyageur de commerce dérégla sans doute un court instant sa, ou ses horloges biologiques, un peu comme un choc peut faire sauter la tête d'une platine pour microsillons.

Il y a quelques années les Américains s'apprêtaient pour un des premiers tirs de la navette spatiale. Au moment où tous les voyants étaient "go", le système informatique annula l'ordre de lancement définitivement. Pourtant tout avait l'air en ordre techniquement. On fit descendre les astronautes, on vidangea l'engin et on se mit à questionner les quatre ordinateurs de bord contrôlant le vol.

Dans les engins spatiaux le problème de fiabilité est crucial. Si les avions de ligne n'avaient qu'un seul pilote, la compagnie ferait sans doute des économies mais les accidents seraient plus nombreux. L'histoire de l'aviation compte en effet plusieurs cas d'infarctus en vol, ou autres choses du même genre. Il eut même, comme au Japon, quelques cas de folie subite ou de désespoir sentimental suicidaire. En mettant deux pilotes dans un avion on estime que la probabilité que les deux aient un infarctus ou deviennent subitement fous au même moment est suffisamment faible. En réfléchissant, la machine humaine est quelque chose de remarquablement fiable sur des durées très importantes.

Dans les engins spatiaux on multiplie les ordinateurs. La Navette en possédait quatre. Les trois premiers étaient rigoureusement identiques. On s'était dit que si l'un des ordinateurs devenait soudain défectueux, ceci apparaîtrait par contraste avec le comportement des deux autres. Mais il restait la possibilité d'une erreur de programmation. On avait donc adjoint un quatrième ordinateur, complètement différent des trois autres par ses composants et sa programmation. Les deux programmes avaient d'ailleurs été conçus par deux équipes différentes.

Or, lorsque l'ordre de lancement fut donné, du fait que les deux ensembles n'avaient pas le même microprocesseur, donc pas la même horloge interne, il se créa un léger écart de quelques microsecondes dans leur "perception du temps". Les capteurs situés un peu partout dans la Navette fournissaient aux ordinateurs des informations sur tous les paramètres du vol : pressions, températures, etc. Puis ces ordinateurs échangeaient celles-ci entre eux à titre de contrôle.

L'écart temporel entre le quatrième ordinateur et les trois premiers fit que celui-ci devint convaincu que la Navette rééditait un vol déjà fait, mais ne parvenait pas à en trouver trace dans ses mémoires. Sans passion mais

quand même déconcerté par cette "impression de déjà vu", il avait tout arrêté.

Quand on voit ce qui peut arriver à l'échelle de cette simple Navette et qu'on projette le problème à celle d'une armada qui comporterait plusieurs milliers d'unités du même style, par ailleurs impossible à tester en vraie grandeur, on se demande quelles chances un programme gérant la bataille de l'espace, comportant au minimum un million de lignes de "code", aurait de tourner correctement.

Si tant est qu'un tel logiciel puisse être créé et qu'il veuille bien fonctionner, il faudrait tenir compte de la distorsion des messages (due à l'intense actions armes EMP[30]), qui devraient donc se propager dans des milieux extrêmement perturbés. On a aussi évoqué la possibilité d'un sabotage possible de tels logiciels par des espions, ou l'action de virus. C'est parfaitement envisageable. Le temps de recherche d'une erreur de conception dans un logiciel varie exponentiellement en fonction de sa longueur, à telle enseigne que lorsqu'un système important présente des symptômes névrotiques légers on préfère souvent s'en accommoder plutôt que de s'embarquer dans une longue et coûteuse "psychanalyse", étant donné le risque de créer alors.. de nouvelles erreurs !

La guerre moderne souffre d'un défaut qui va en s'aggravant : elle devient trop compliquée, comme un jeu d'échec qui comporterait de plus en plus de pièces sujettes à des règles de plus en plus déconcertantes.

Avec MAD le monde avait découvert la logique de l'absurde : dépenser une fortune en outils de destruction pour maintenir la paix. Derrière MAD, puis Starwars, qui devait également être doté d'un tel système de "gestion", se profilait l'ultime sottise des hommes : confier le destin de la planète à un ordinateur, véritable Folamour des temps à venir.

L'évolution des techniques militaires a entraîné de considérable progrès en matière de robotique, de reconnaissance de forme et d'intelligence artificielle. Malheureusement, dans ce dernier domaine, on a à peine atteint le seuil de la bêtise.

Confier la défense à un ordinateur serait équivalent à confier un 745 Magnum à un enfant de cinq ans.

---

[30] Electromagnetic pulse : système où les effets électromagnétiques d'un engin thermonucléaire sont utilisés systématiquement pour perturber l'électronique adverse. Voir annexe 5

Starwars.

Comme si les choses n'étaient pas aussi compliquées, de nouvelles données scientifiques allaient relancer la question de la stratégie planétaire de manière hallucinante. Dans cette fin des années soixante-dix des rumeurs commencèrent à circuler, concernant la possibilité de l'existence de projets nouveaux, liés à des progrès réalisés en matière de lasers et de canons à électrons. En France, les spécialistes accueillirent ces nouvelles avec un sourire amusé. Je le souviens en particulier d'experts militaires qui avaient déclaré sur un plateau de télévision :

- Une guerre dans l'espace, à coup de lasers ? Vous n'y pensez pas ! Les missiles et les ogives sont des cibles minuscules, dont la dimension est de l'ordre du mètre. Viser de telles cibles à des distances de plusieurs milliers de kilomètres, cela représente une précision d'un microradian. Autant viser une tête d'épingle à un kilomètre !

Avec un fusil, certes, c'est problématique. Mais militaires ne sont pas astronomes. Ce que ces olibrius ignoraient c'est que le premier télescope venu, implanté au sol, a des capacités de visée déjà supérieures, sinon on ne pourrait pas faire d'astronomie.

A l'Institut des Hautes Etudes de la Défense Nationale, les nouvelles continuaient d'arriver, que les experts accueillaient avec incrédulité. On pouvait lire, pêle-mêle, ques des satellites Américains, spécialisés dans l'observation du sol, dans la gamme de l'infrarouge (pour détecter les départs de fusées) aurait été aveuglés par des tirs laser émanant de stations basées sur le territoire Soviétique. D'autres parlaient de mystérieuses stations de tir orbitales, alimentées par des générateurs MHD à explosifs (celles que j'avais étudiées à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille dans les années soixante-dix), équipées d'un "canon à protons". Le nom de Vélikhov apparaissait dans les colonnes d'Aviation Week, ce qui était pour moi un indice suffisant pour prendre cette affaire au sérieux.

Le major G.Keegan, chef des services secrets de l'Air Force, poussait des cris d'alarme, à la manière des oies du Capitole, pour alerter l'opinion publique Américaine. A l'entendre les Soviétiques auraient été en train de développer des types d'armes entièrement nouvelles, lasers hyper-puissants et canons à particules. Il prétendait qu'on pourrait un jour détruire en plein vol des avions, ou même des satellites ou des missiles, avec de tels systèmes, ce qui faisait sourire les physiciens Américains et grincer la CIA, dont les services de renseignement étaient en quelque sorte concurrents de ceux de l'Air Force.

Une opinion ne reçoit que ce qu'elle veut bien entendre et cela vaut aussi pour les milieux scientifiques, politiques ou militaires. Les innovations en matière militaire sont rarement des secrets absolus. Il y a toujours à la base un travail de laboratoire ou une percée technique, qui pendant un moment reste accessible. On l'a vu pour la fission, comme ce fut vrai pour la mitrailleuse, dont la puissance de feu équivalait à cinq cent soldats, ou pour le radar.

Mais il existe un stade où l'innovation en est à ses balbutiements et où seule une poignée de spécialistes parfaitement au courant peut évaluer l'ampleur et la divergence possible de ses performances. Cela avait été, bien sûr, poussé à l'extrême avec l'invention d'Otto Hahn, la fission, où le saut énergétique était complètement fou. Mais que pouvait-on dire des lasers ?

On a vu plus haut que la bombe atomique découlait logiquement de la "chimie des noyaux". Le laser est issu de travaux effectués par Einstein sur les mécanismes d'absorption et d'émission de lumière par la matière. Le premier laser (mot qui veut dire Light Amplifier by Stimulated Emission of Radiation, ou amplificateur de lumière par émission stimulée de radiation) fonctionna en 1960 aux Etats-Unis, mais il ne faut pas oublier qu'antérieurement les Soviétiques Bassov et Prokhorov en avaient jeté, avec le Français Kastler, les bases théoriques.

Comment fonctionne un laser

Il y a quelques années je faisais une course dans la vallée de Chamonix. La journée s'avançait et nous étions en train de redescendre, c'est à dire qu'on était en début d'après midi : En haute montagne, on se lève en pleine nuit, on attaque la marche d'approche dans les séracs en s'éclairant à la lampe frontale, et on se lance dans les parois aux premières lueurs de l'aube. En effet l'alternance de gel nocturne et de fonte diurne de l'eau infiltrée dans les roches a tendance à les faire éclater. Lorsque l'eau gèle, la nuit, la roche se fend puisque la glace occupe un volume plus important que l'eau à l'état liquide, mais reste collée à la paroi. Ca n'est qu'en plein midi, si on a le malheur d'être encore en pleine action, que les blocs se détachent et vous tombent dessus à trois cent kilomètres à l'heure, avec un bruit évoquant un tissu qui se défroisse.

La neige a aussi de nombreuses structures différentes. Elle peut se présenter sous forme d'une masse assez compacte, ou au contraire ressembler à du gros sel, avec passage d'un état à l'autre sans transition par simple élévation de la température.

Nous contemplions la vallée inondée de soleil lorsque nous vîmes, loin devant nous, sur l'autre versant, une majestueuse coulée blanche et

vaporeuse. Quelques secondes plus tard un sourd grondement envahissait toute la vallée. Aussitôt une seconde avalanche se produisit, puis une autre, visiblement déclenchées par la première.

Imaginons que nous soyons maintenant dans une vallée très encaissée, fermée aux deux extrémités par deux parois, deux murs abrupts, l'un d'entre eux étant fendu d'un étroit passage, d'une gorge étroite. Sur le flancs montagneux, de nombreuses masses de neige sont accrochées, en équilibre très instable. Ces balcons étaient pentus, la chute des masses neigeuses qu'ils supportent est inéluctable.

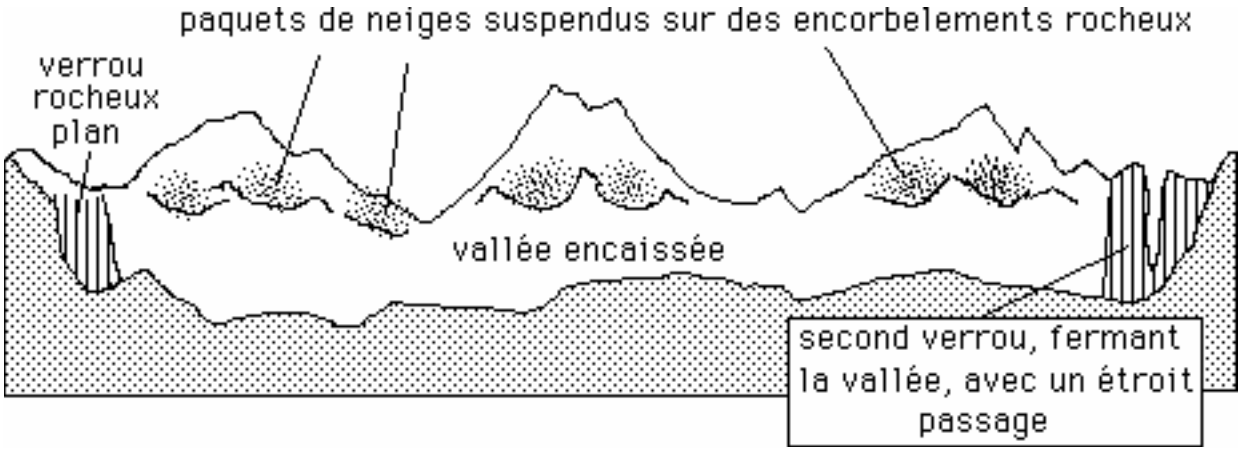
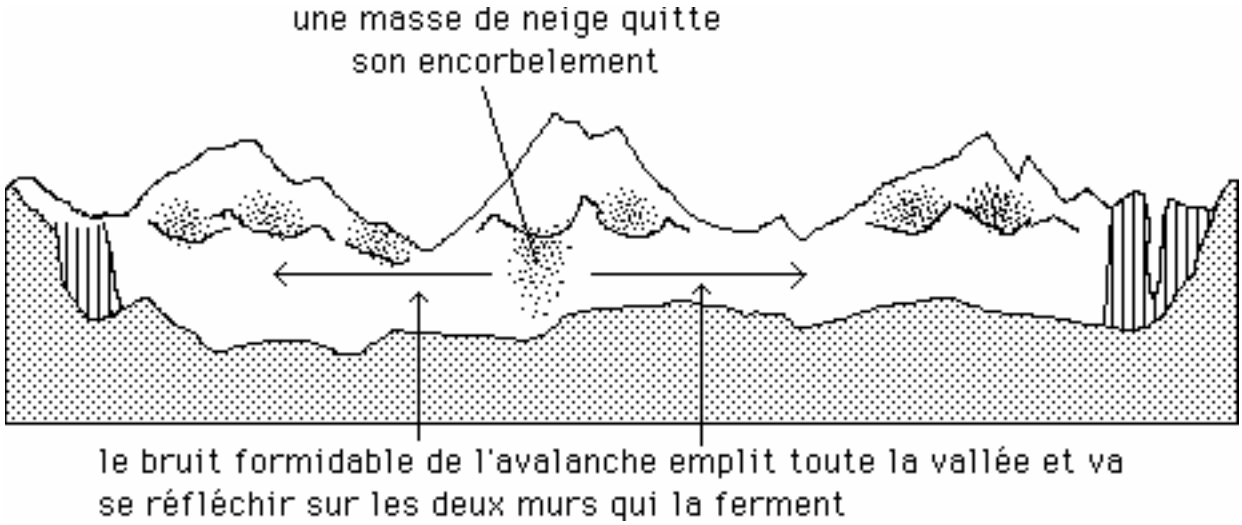


Image analogique d'un laser, avec sa "cavité résonante.

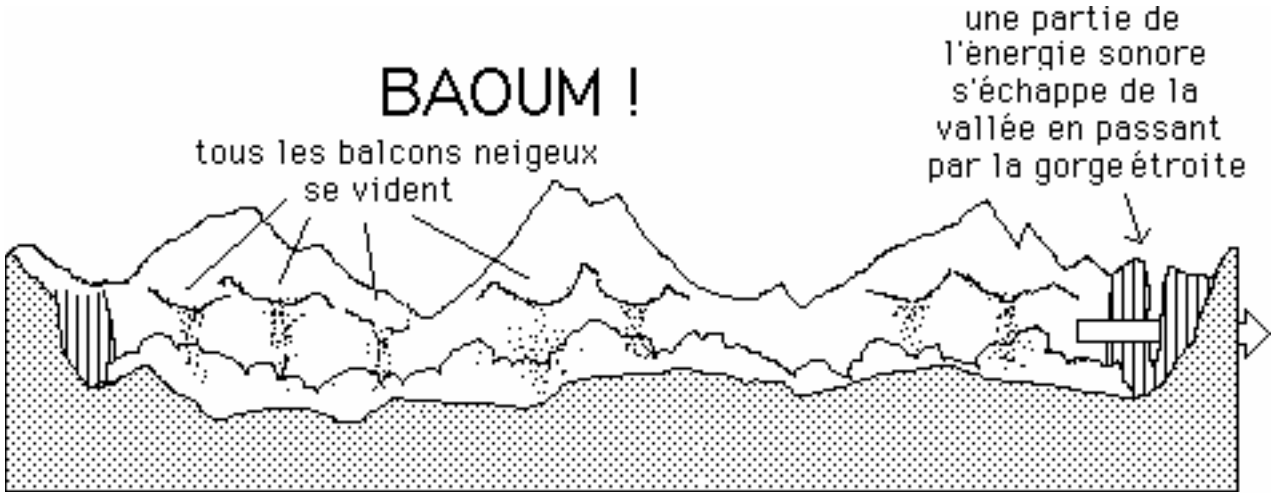
Soudain l'une d'elle dévale son couloir d'avalanche en émettant un grondement formidable. L'ébranlement sonore se propage à travers la vallée et se réfléchit sur les murailles qui la barrent.



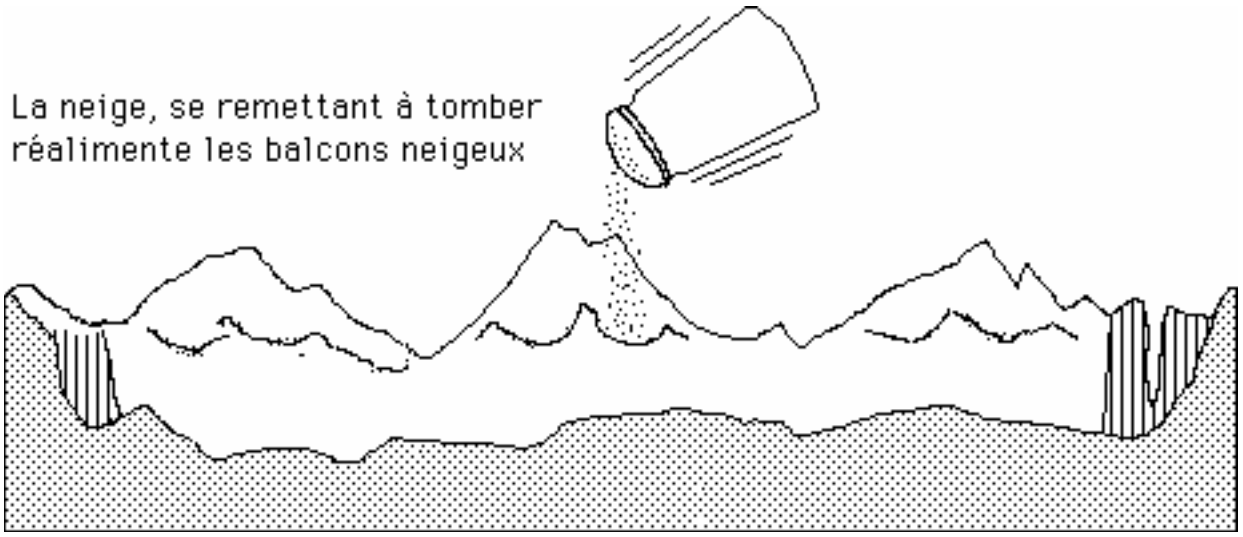
Une avalanche se produit, au hasard. Le bruit émis va déclencher la chute de toutes les masses neigeuses qui sont en équilibre précaire. Le

fait que l'onde sonore se réfléchisse sur les deux verrous accentue l'effet.

Cette onde sonore fait ainsi plusieurs allers-retours en rebondissant sur ces deux barrières et sur son chemin déclenche toutes les autres masses neigeuses qui dégringolent à leur tour. Cependant une partie de cette puissance sonore, nourrie des avalanches successives, parvient à s'échapper par la gorge.



Toutes les avalanches se trouvent déclenchées. A l'intérieur, l'onde sonore rebondit d'un verrou à l'autre, mais une partie de l'énergie parvient à s'échapper par l'étroite gorge, sur la droite.



Rechargement du système. Les chutes de neige remplissent de nouveau les balcons, prêt pour une nouvelle série d'avalanches.

Notre vallée s'est comportée comme un laser. Remplaçons les masses neigeuses par des atomes ou des molécules, gorgées d'énergie par un

procédé quelconque, et enfermés dans une enceinte cylindrique. Remplaçons les barrières rocheuses par des miroirs parfaitement parallèles fermant le cylindre.

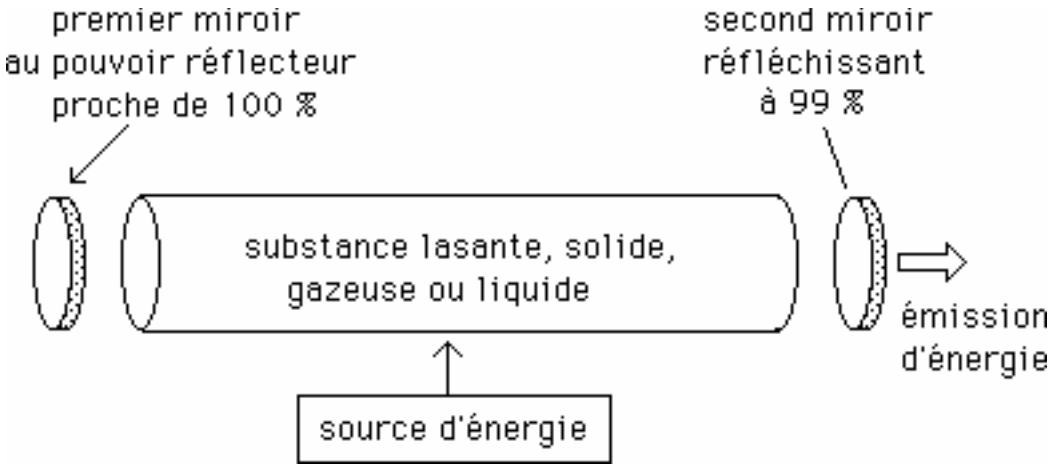


Schéma d'un laser. L'ensemble substance lasante-miroirs, forme ce qu'on appelle une cavité résonante, qui est en fait un four à rayonnement. La semi-perméabilité du miroir de droite permet à une partie de l'énergie de s'échapper.

L'un d'eux a un pouvoir réfléchissant proche de l'unité alors que l'autre ne réfléchit le rayonnement qu'à quatre vingt dix neuf pour cent. Tous les atomes sont instables, dans cet état excité qui possède une certaine durée de vie. Soudain un des atomes, au hasard, relâche son excèdent d'énergie sous forme d'un ébranlement électromagnétique, c'est à dire d'une onde lumineuse. Celle-ci va faire de rapides allers-retours entre les deux miroirs et sur son passage déclenchera de nouveaux apports d'énergie sous forme de rayonnement.

Le miroir qui possède un pouvoir réfléchissant partiel laissera échapper une partie de l'énergie piégée dans la cavité, qui pourra être exploitée à l'extérieur.

Les atomes ou les molécules peuvent-ils appartenir à un milieu gazeux et si oui, quelle différence existe-t-il alors entre ce dispositif et un simple tube au néon, également siège d'excitations et de désexcitations d'atomes ?

Il existe des lasers basés sur des solides et sur des gaz. Mais un tube au néon de bureau ne lase pas. Ici l‘apport d'énergie est du au passage du courant électrique dans le tube. Les électrons libres du gaz, aspiré par le champ électrique créé par les électrodes filent comme des guêpes et heurtent les atomes en leur communiquant une certaine énergie. Dans ce cas précis ce sont les électrons planétaires de l'atome de néon qui changent

alors d'orbite. On appelle cela une transition électronique. Des couches basses, ils passent vers des orbites plus lointaines. Au bout d'un cent millionième de seconde ces électrons tendent à retourner sur leur orbite de départ. L'excès d'énergie est évacué sous forme de rayonnement. En se désexcitant, l'atome de néon émet un *quantum* d'énergie, un photon.

Mais dans le tube au néon ce phénomène de désexcitation se produit n'importe où et n'importe quand.

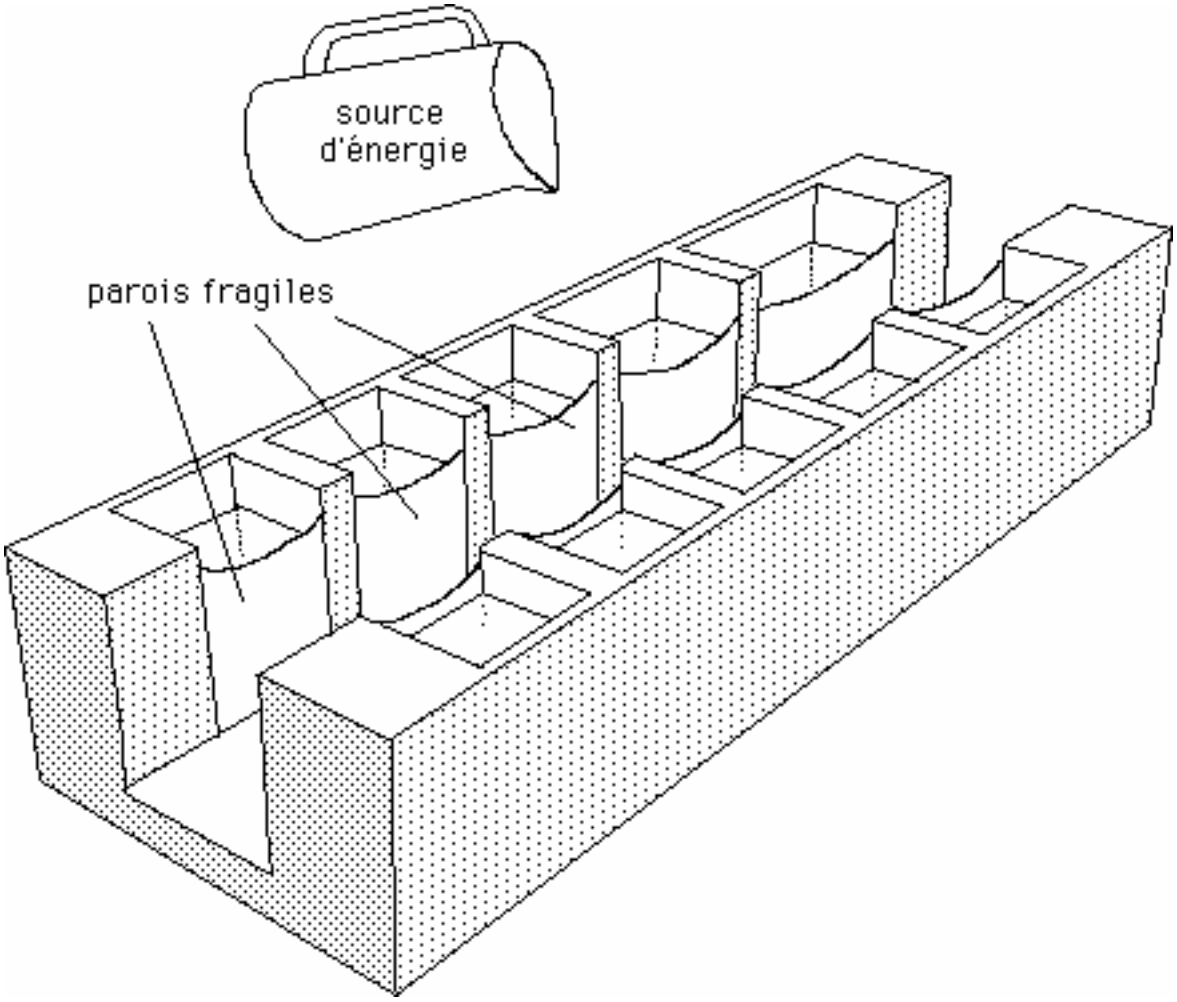
Dans le schéma ci-dessus, vous reconnaissez les lasers de Livermore, où la substance lasante était le néodyme, présent à l'état de traces dans le verre. La source d'énergie était alors la lumière émise par une puissante batterie de tubes au xénon, ceinturant chaque bloc de verre et réalisant, avant chaque tir, ce qu'on appelle un "pompage optique".Le rayonnement émis chargeait en énergie les atomes de néodyme.

Il existe une foule de types de lasers. Les plus courants sont des laser à gaz, hélium-néon. Les lasers militaires-types fonctionnent avec du gaz carbonique, qui est excité électriquement. Mais les sources d'énergie peuvent être de toutes natures, y compris chimiques (laser au fluor). On connaît un nombre infini de substances qui peuvent laser. Pour ce faire il faut que leurs composants soient susceptibles de retenir l'énergie, sous une forme quelconque, pendant un temps suffisamment long, de l'ordre d'un millième de seconde[31]. Cela permet alors de déclencher les avalanches toutes ensemble. On a vu, dans le montage de Livermore, que c'était un petit laser, le "trigger", la "détente", qui déclenchait le processus. Le laser suivant relâchant son énergie, servait à son tour de trigger pour le laser aval, et ainsi de suite, jusqu'aux deux derniers lasers de cette double chaîne, gorgés d'énergie, qui produisaient l'essentiel du rayonnement dirigé vers la cible.

Un autre type de laser : les superradiants.

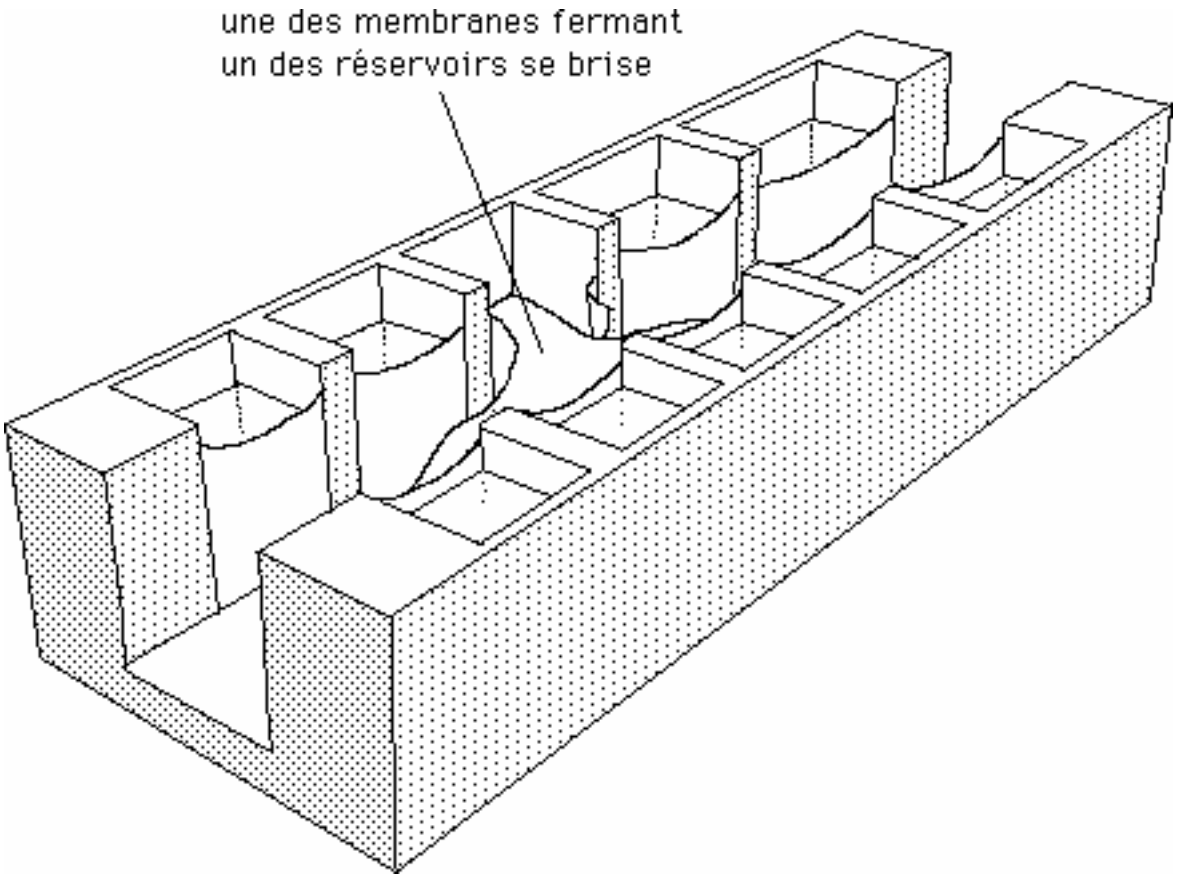
Envisageons maintenant une autre image. Soit un canal sur le bord duquel se trouvent des retenues d'eau dont les portes-écluses sont fragiles.

[31] La durée de vie-type d'un "état excité" est de l'ordre d'un cent millionième de seconde. Les atomes ou les molécules qui "lasent" possèdent des états métastable, où le rejet d'énergie peut déclenché (de même que l'onde sonore peut déclencher une avalanche)



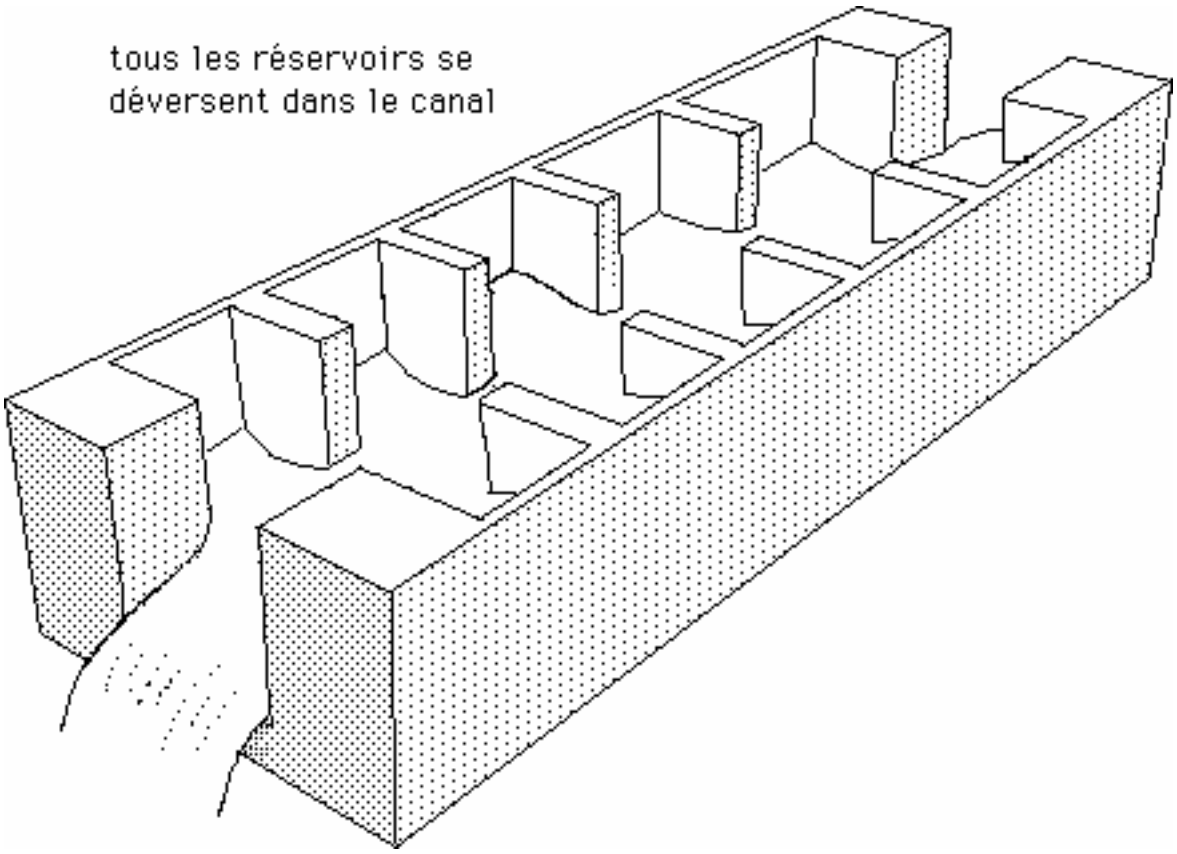
Modèle de laser à superradiance

Au départ le canal est vide.



Un des "atomes" du système relâche soudain son énergie. Celle-ci déferle dans le canal.

Mais l'une des retenues d'eau se brise et une vague parcourt celui-ci. Au passage elle brise les autres retenues qui relâchent à leur tout leur contenu. Intuitivement on se dit que les masses d'eau libérées viendront grossir, en phase avec elle, la vague initiale.



Phénomène de superradiance. L'onde initiale, émise par un atome, se trouve renforcée l'énergie des autres atomes, qu'elle libère sur son passage.

Ces lasers-là n'ont pas besoin de miroir, de "four à lumière", interne. On les appelle "superradiants". Pour qu'ils puissent fonctionner il est bon que les atomes soient gorgés d'une énergie très importante. Comme on le verra plus loin, les lasers alimentés en énergie par une explosion nucléaire satisfont cette condition.

Le laser, à miroir ou superradiant, représente une manière extrêmement brutale de relâcher une énergie donnée. Imaginons en effet des gens qui voudraient briser une planche. Dans un premier temps ils montent sur des échelles et sautent à pieds joints sur celle-ci sans aucune discipline. La planche vibre mais ne rompt pas. Maintenant si ces gens acceptent de rester en haut des échelles et d'attendre un signal pour sauter tous ensemble, l'effet sera bien supérieur, et la planche cédera.

C'est cela qui fait que le laser est une des plus grandes découvertes de notre époque. La concentration du phénomène dans le temps et l'espace (dispersivité très réduite) en fait un outil scientifique, industriel et militaire dont les limites sont loin d'être atteintes.

Nos premiers lasers de 1966, dans mon premier laboratoire, étaient des dispositifs extrêmement rustiques : de simples tubes en verre d'une cinquantaine de centimètres de long et d'un centimètre de diamètre, fermés par deux petits miroirs dont on pouvait ajuster le parallélisme à l'aide d'une simple vis. Une pompe séculaire et poussive permettait d'y créer d'abord un vide modeste, puis nous les remplissions d'argon. Deux électrodes, disposées latéralement, permettaient de créer la décharge excitatrice, accompagnée d'une lueur diffuse de couleur rose.

Lorsque les miroirs étaient convenablement réglés, le miracle s'accomplissait et le rayon magique apparaissait. Ces laser développaient quelques fraction de watt et on en interrompait aisément le faisceau avec le doigt ou une simple feuille de papier. Bien sûr, à l'époque nous aurions eu du mal à imaginer que ces puissances puissent être, quinze ans plus tard seulement, multipliées par un million de millions de fois. Il est vrai qu'une graine peut donner un arbre. Le laser est prométhéen et en théorie sa puissance ne connaît pas de limite, à condition qu'on sache le nourrir convenablement.

Scepticisme en France.

Pendant que des nouvelles continuaient d'émerger, dans les revues, en cette fin des années soixante-dix, les chercheurs Français haussaient les épaules comme des fonctionnaires de mairie dérangés dans leur travail. Beaucoup disaient :

- Et la source d'énergie ? As-tu pensé à la formidable source d'énergie qu'il faudrait pour alimenter de machines ? Un laser à l'hydrogène fluor consomme une quantité appréciable de mélange, à la seconde. Pour alimenter une station spatiale de combat, basées sur des lasers chimiques, il faudrait mettre sur orbite de véritables armadas de citernes. Compte le nombre de mises en orbite qui seraient nécessaires pour satelliser tout cela...

Les lasers de Livermore n'impressionnaient personne. Avec un rendement de deux pour cent et un lourd impedimenta énergétique, l'utilisation de telles machines dans l'espace, telles quelles, équivalait à mettre sur orbite une petite centrale nucléaire. Mais en y réfléchissant de plus près, condamner a priori le laser orbital était comme nier la possibilité de créer une machine volante à l'aide de cylindres, de pistons et de bielles, en contemplant les premières locomotives à vapeur.

Lorsque des articles étaient parus dans différentes revues d'Europe en 1939, évoquant les possibilité de la réaction en chaîne (qui n'est pas d'ailleurs sans présenter une certaine analogie avec l'effet laser), ceux-ci n'était pas passés inaperçus. Ils avaient été lus par des scientifiques, mais la plupart avaient simplement refusé d'y croire. Il est des messages qu'on ne perçoit pas. Imaginez que vous mettiez dans une forêt une pancarte avec la mention : attention, dinosaure à cinquante mètre ! Je doute que les gens y prêtent beaucoup d'attention, car on considère le dinosaure comme une espèce éteinte depuis des dizaines de millions d'années.

Dans ces années soixante-dix, en Europe, le laser était enfermé par les chercheurs dans une sorte de champ aux frontières technologiques bien définies, et personne ne se souciait de jeter un œil au-delà, vers le futur.

Cette myopie scientifique est une constante. J'étais étudiant en mathématiques supérieures au Lycée Condorcet lorsque le premier Spoutnik fut mis sur orbite par les Soviétiques. Le jour même je discutais avec mon professeur de physique en pronostiquant l'envoi proche d'un homme dans l'espace et l'existence future de stations orbitales habitées. Sa réponse fut la suivante :

- Moi je n'y crois pas du tout. Mettre un petit équipement scientifique en orbite, passe encore, mais est-ce que vous imaginez les fusées qui seraient nécessaires pour réaliser de telles opérations ? Ce serait de véritables monstres. Non, c'est totalement irréaliste.

A cette époque, à l'ouest, les fusées telles qu'on pouvait les voir dans les livres ou les revues étaient encore des engins d'un mètre de diamètre tout au plus. Mon professeur ignorait, comme tout le monde, que les Russes avaient déjà changé d'échelle.

Il y a toujours à toutes les époques, des gens qui peuvent être des ingénieurs pleins de bon sens, et qui vous démontrent, crayon en main, que les plus lourds que l'air ne peuvent pas voler, que le cœur s'arrête passé cent kilomètres à l'heure, qu'on ne pourra jamais convertir directement de la matière en énergie, ni franchir les distances interstellaires.

Finalement, paradoxalement, et dans tous les domaines, lorsque quelqu'un vous dit "non, cela, c'est de la science fiction ! " cela devrait être au contraire assez confortant, puisque depuis des décennies la SF trouve le moyen de prédire assez bien l'avenir.

Cette science fiction ne nous montre-t-elle pas des véritables croiseurs de l'espace, propulsés par l'énergie nucléaire, armés de rayons désintégrateurs et faisant feu par tous leurs sabords. La vision est peut-être un peu naïve, mais l'accroissement constant des tonnages orbitaux va dans ce sens.

Notre ancien étudiant brouillon de l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille, Bernard Fontaine, qui avait un jour voulu construire son laser au cyanure, ne croyait pas non plus aux lasers spatiaux. Pourtant, dans mon ancien laboratoire, il était progressivement passé à d'autres types de lasers, dit à excimères (fluorure de Xénon). On peut créer à l'aide d'une décharge électrique des composés instables de fluorure de xénon ou de krypton, corps qu'on appelle des excimères (mot provenant de la contraction de excitated polymers, polymères excités) Le xénon et le krypton est sont des gaz rares, en principe chimiquement inertes. On sait que les atomes, dans les molécules, le lient entre elles en mettant en commun les électrons de leurs couches externes,le lien maximal étant obtenu lorsque cette mise en commun atteignait le nombre huit, correspondant à une loi de saturation de cette orbite. Le xénon et le krypton, sortes de vieux garçons de la table de Mendéléiev, possédant huit électrons sur leur couche périphérique, étaient en principe indifférents à toute combinaison moléculaire sauf si on leur forçait un peu la main en les bombardant à l'aide d'électrons supplémentaires.

A l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille, les chercheurs faisaient balbutier des laser à fluorure de xénon. Les halls s'étaient au fil des années peuplés de grosses sources d'énergie qui devaient être semblables, à une échelle évidement infiniment moindre, à ce que l'on devait trouver dans le sanctuaire de Yonas, à Sandia.

Ces lasers à excimères avaient une caractéristique essentielle : leur rayon pouvait plus aisément percer l'atmosphère, y compris par temps couvert. Ainsi il ne fallait pas s'étonner de voir ce laboratoire CNRS fonctionner désormais avec de fortes subventions de la DRET (Direction des études et recherches techniques, organisme finançant les recherches à but militaire).

Mes anciens collègues n'avaient pas changé. Aucun d'eux n'avait le regard inquiétant d'un docteur Mabuse, loin s'en faut, mais les locaux s'étaient adjoint une bizarre tour de béton gris, implantée à quelques dizaines de mètres des bâtiments principaux. Cet objet sans fenêtres, au dessin très futuriste, faisait trois mètres de haut et était fermé par une lourde porte d'acier noir. Renseignement pris il recélait un miroir dont le but était de réfléchir et d'orienter les faisceaux lasers pour des tirs à grande distance, sur des cibles distantes de plusieurs kilomètres, implantées dans la garigue environnante.

- Oh, tu sais, on ne s'en est pas encore servi...
-

Ce nouveau centre avait été implanté dans le campus de Luminy, véritable fief universitaire de gauche. Je demandais à Fontaine :

- Ca ne t'embête pas parfois de travailler sur ces choses-là ?
- Vois-tu, j'ai résolu une fois pour toutes la question en me disant qu'on utiliserait jamais ces engins.

C'était évidement une solution.

La conscience morale des chercheurs peut sembler bien élastique. En fait elle est devenue simplement absente et ma question avait du lui paraître bien incongrue.

Inglesakis, qui était également un ancien de la MHD Française, travaillait également sur ces lasers. A l'époque je cherchais à promouvoir un certain type de propulseur électromagnétique. Je me souviens d'une conversation qui m'avait beaucoup frappé. Georges était certainement l'homme le plus paisible que je connaisse, le genre de type dont on aurait dit qu'il n'aurait pas fait de mal à une mouche. Lorsque nous discutions de mon projet il me dit soudain :

- Tu sais, ce type de propulseur est lourd et consomme pas mal d'énergie, mais il pourrait peut-être convenir pour une torpille thermonucléaire. Tu devrais proposer cela aux militaires. Ca pourrait peut-être les intéresser.

L'étonnante pudeur des scientrifiques qui travaillennt pour le compte de l'armée.

Depuis la guerre, l'industrie de la mort violente s'est complètement banalisée. Mais peut-être en a-t-il toujours été ainsi. Los Alamos contenait peut-être une majorité d'Inglesakis. C'est même très probable.Si on excepte quelques excités mégalomanes, du style Oppenheimer (que je comparerais personnellement au médecin Allemand Mengele, étant donné qu'il a cautionné de sa main l'acte consistant à injecter du plutonium à de jeunes G.I.) les bombes A et H ont très probablement été conçues par une armée de "braves types".

Cette absence de dimension morale est un trait dominant de l'activité technico-scientifique. Des années plus tard, en 1979, je visitais un centre de recherche de l'armée, situé dans l'ancien fort d'Arcueil, près de Paris. Un personnage assez trouble, Gilbert Payan, déjà évoqué dans mes précédents livres[32], m'y avait emmené dans l'espoir de me voir me décider à collaborer avec ces braves gens. J'y trouvais de puissants lasers à gaz carbonique. L'entrée était bien gardée. Je me souviens que pour accéder aux laboratoires on devait présenter une carte magnétique devant une machine commandant l'ouverture des portes. Les habitués sortaient distraitement la leur en

[32] Enquête sur les OVNIS, Albin Michel.

l'agitant devant une sorte de plaque grise, ce qui entraînait l'ouverture de l'huis. J'eus moins de succès qu'eux et la mienne refusa de remplir son rôle de sésame. Agacé, le cerbère qui venait de me confier la carte sortit de son box vitré en me jetant un regard noir, mais, rien à faire, il fallut m'en donner une autre qu'il dut manipuler lui-même. A croire que la machine était plus perspicace que l'homme.

A l'intérieur d'un grand hall se trouvait un cyclope de métal sombre. Derrière une vitre épaisse on pouvait voir luire ses entrailles bleutées. De jeunes ingénieurs de l'armement s'affairaient autour de lui. On me montra des plaques d'acier épaisses de plusieurs centimètres, trouées comme de vulgaires passoires.

- Nous faisons de la découpe de tôles.

Etrange endroit pour développer un système de découpe aussi dispendieux. Je lui fis remarquer qu'il ne devait pas faire bon se trouver dans l'axe de ce "outil", mais l'ingénieur me regarda avec une sorte de stupeur gênée, comme si ma question lui avait paru extrêmement déplacée.

De nos jours on a un peu honte de la mort que l'on pourrait provoquer. Personne n'attaque, tout le monde se défend, c'est bien connu. D'où ce nom de Ministère de la Défense. A l'extrême limite une attaque ne pourrait un jour n'être qu'une sorte de défense préventive.

Les chasseurs sont beaux et racés, les missiles sveltes et élégants, comme des fusées de fête foraine, les chars sont puissants et maniables. Je suppose que si les fusils n'existaient pas on les étudieraient sous la forme de lance rivets.

Aucun de ces ingénieurs militaires n'a jamais vu, ni ne verra peut-être jamais un corps brûlé ou un crâne éclaté. Ce sont des choses que l'on voit d'ailleurs rarement, sauf accidentellement sur les autoroutes. Dans les reportages télévisés on cache le sang des victimes. Montrer ces choses ne serait pas convenable et risquerait d'exacerber quelque mauvais instinct.

Dans leurs laboratoires, les ingénieurs en mort violente sont décidément des gens bien paisibles.

QUAND FOLAMOUR REVIENT

Un jour le diable parcourut la Terre en tous sens à la recherche d'une âme. Hitler avait été un très bon coup, malheureusement cet idiot, à cause de son antisémitisme primaire, n'avait pas voulu s'intéresser à l'arme nucléaire.

Oppenheimer avait tenté d'échapper au dernier moment au Malin, préférant, tel un Faust moderne, tenter un salut problématique et sans gloire à travers un pénible purgatoire.

Sakharov avait été pour Lucifer une très grosse déception. Sujet extrêmement brillant, capable des pires choses, il avait brutalement changé de camp en 1967. On disait même qu'il était en train de devenir une sorte de saint, pensée qui mettait le diable dans tous ses états. Pensif, morose, il arpentait un jour son bureau, quand sa secrétaire l'appela :

- Maître, j'ai un appel de l'extérieur, sur la ligne "science".
- Ah, qui est-ce ?
- C'est Edward Teller...

Celui-ci avait été consterné lors de la signature en 1963 du traité interdisant les expériences nucléaires dans l'atmosphère, la mer et l'espace. Privé de ces intéressantes expériences de plein air, revigorantes en diable, il s'était rabattu sur des expériences souterraines, mettant en jeu des engins hélas des dizaines de fois moins puissants. Les nations du monde avaient commencé à protester, après l'affaire de Bikini.

- Allez faire cela ailleurs !

Que quelques pêcheurs Japonais en subissent les conséquences, voilà qui n'était qu'un moindre mal, un prêté pour un rendu, en quelque sorte. Mais voilà, les vents emportaient ces intéressants produits de réaction à des dizaines de milliers de kilomètres. Ils pouvaient ainsi gâter les blés ukrainiens, ou, pire, empoisonner ceux du Minesota. Alors on s'était rabattu sur l'underground, mais, comme on dit, c'était mieux que rien.

Teller estimait qu'il restait nombre d'informations essentielles à collecter sur les bombes et qu'à Hiroshima et Nagasaki on avait fait qu'effleurer les sujet. De plus, comme on avait refusé d'utiliser l'arme nucléaire en Corée et au Vietnam, ce qui l'avait consterné, on avait raté deux excellentes occasions de collecter d'intéressantes données exploitables en cas de conflit planétaire.

Pendant la guerre du Vietnam le président Nixon avait créé la commission Jason, regroupant des scientifiques de très haut niveau, dont le

but était d'envisager les applications possibles de toute nouvelle découverte scientifique à la Défense (et non à l'attaque, cela va sans dire).

Teller avait été un des premiers à rejoindre le groupe avec enthousiasme. Les discussion y étaient fort intéressantes. Un jour par exemple le professeur Gell-Mann, prix Nobel de physique et inventeur des quarks, subparticules censées être les éléments constitutifs du proton, démontra mathématiquement qu'il était beaucoup plus rentable , dans une guerre comme le Vietnam, *de blesser les gens que de les tuer* .

Un mort c'est un mort, on l'enterre et c'est tout. Mais un blessé, particulièrement un infirme, devient un poids coûteux pour le pays auquel il appartient. Suivant les conseils du professeur Gell-Man on inventa donc les bombes à billes, puis ultérieurement des bombes projetant à très grande vitesse des fragment minuscules en matière plastique, capable de se loger dans une moelle épinière. La nouveauté résidait dans le fait que ces débris, microscopiques, ne pouvaient plus être décelés à la radio, à l'opposé des éclats de grenade.

Les chimistes et les biologistes apportèrent également des contributions extrêmement intéressantes. Délaissant l'Ypérite et autres produits trop dangereux à manipuler, ils créèrent (à l'Est comme à l'Ouest) une remarquable panoplie de produits abrutissants, incapacitants, invalidants, baptisés (pudiquement, comme toujours) "défoliants".

Dans un autre ordre d'idée, s'agissant de cette tâche pénible, mais indispensable, qu'est la collecte du renseignement, on mit au point des techniques plus élaborées que l'affreuse "gégène", une simple injection de turbocurarina conduisant par exemple au même résultat, sans laisser la moindre trace sur l'individu ainsi questionné.

Dans les expériences souterraines, comme on ne pouvait plus monter en puissance (celle-ci était limitée à cent kilotonnes, dix fois Hiroshima), on sophistiqua les engins. On créa la bombe à neutrons, ou bombe à radiations renforcées (voir annexe 4). C'était un engin où l'on s'arrangeait pour produire 80 % de l'énergie sous forme de neutrons, capable alors de traverser des blindages de chars et de transformer leurs occupants en passoires sans qu'ils s'en aperçoivent sur le moment. L'irradiation nucléaire étant indolore. On tuait ainsi les hommes, mais on pouvait ensuite récupérer le matériel et le recycler, ce qui limitait ce stupide gâchis inhérent à toutes les guerres.

Contrairement à ce qu'avait cru le général Groves, les Soviétiques étaient entrés très rapidement dans le club nucléaire, accroissant ainsi dangereusement, et de manière "totalement irresponsable", l'insécurité planétaire. Comme ces idiots s'étaient de plus dotés de missiles

intercontinentaux, d'une portée permettant des tirs transpolaires, il devenait nécessaire de trouver la parade, c'est à dire une arme antimissile.

La première idée qui vint à l'esprit de Teller fut d'envoyer à la rencontre des ogives attaquantes d'autres missiles porteurs de bombes atomiques. Il n'était évidement pas indiqué de faire détoner leur charge dans les basses couches, à cause des effets néfastes que subirait celui qui les lancerait. Mais Teller savait qu'une bombe engendrait un puissant rayonnement électromagnétique, capable de dérégler le système de mise à feu des engins ennemis, en les empêchant de fonctionner, ou en provoquant leur explosion en haute altitude, ce qui était un moindre mal.

On créa donc des missiles anti-missiles, sortes d'énorme moteur emportant une charge minuscule à cent kilomètres d'altitude en trente secondes.

Les dernières explosions nucléaires en haute altitude avaient mis en évidence un fait nouveau, l'effet EMP (electromagnetic pulse, voir annexe 5). Les couches supérieures de l'atmosphère terrestre recevaient, dans les dix premiers milliardièmes de seconde de l'explosion, une violente dégelée de rayons gamma qui ionisaient l'air des hautes couches en provoquant des très violents orages électromagnétiques, qui perturbèrent à l'époque pendant des heures les communication radio.

Au fond, tout cela aurait été prévisible. Le soleil bombarde quotidiennement l'atmosphère terrestre de rayonnements et particules diverses qui arrachent eux aussi des électrons des molécules d'air. On appelle d'ailleurs la couche supérieure atmosphérique "l'ionosphère". La nuit le phénomène s'atténue et la réception est meilleure, parce que le soleil s'en prend à l'autre hémisphère.

La bombe jouait donc avec l'atmosphère terrestre, comme un autre soleil. Au grand regret de Teller on avait jamais pu expérimenter pleinement cet intéressant aspect des choses, en vraie grandeur, c'est à dire avec des engins de dix mégatonnes, mais les calculs et les expériences souterraines montrèrent qu'on pouvait espérer créer au sol des impulsions de champ électriques supérieures à celles de la foudre, capables de griller instantanément ordinateurs, postes de radio, radars et plus généralement tout ce qui utilisait, de près ou de loin, l'électronique.

La portée de cette arme, énorme, n'était en fait limitée que la courbure de la Terre. Quelques bombes bien placées, explosant à cent kilomètres d'altitude, pouvaient ainsi détruire les systèmes nerveux de pays grands comme les Etats-Unis ou l'Union Soviétique.

En 1979, après l'invasion de l'Afghanistan, les Américains refusèrent de ratifier les accords SALT II, qui interdisaient le développement des armes anti missiles, ce qui laissait les mains libres aux chauds partisans de la

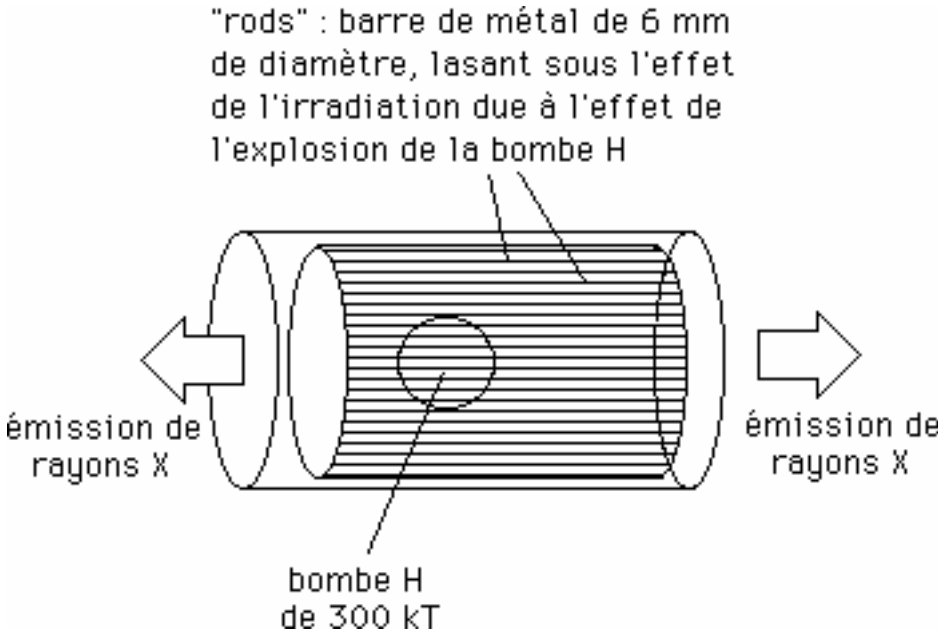
Guerre des Etoiles. Teller remonta les manches et chercha comment apporter une contribution personnelle à la hauteur de ce projet grandiose.

Le 23 juillet 1981 un nouvel article d'Aviation Week rendit compte de des résultats de ses efforts.

On avait d'abord envisagé de pomper, à l'aide de l'énergie dégagée par une bombe atomique, des lasers à eximères, produisant un rayonnement ultraviolet, donc capable de percer la couche atmosphérique. Mais les calculs indiquèrent que différentes comme l'aluminium ou le lithium, violemment insolées par le rayonnement X émis par la bombe, pouvaient en engranger une partie et le restituer de manière "*superradiante* ". Dans ce type de laser, comme on l'a vu plus haut, il n'y a pas de "*cavité résonante* ", ni de miroirs aux extrémités. Dans un premier temps les atomes se gorgent d'énergie, à la manière dont la neige s'accumule le longs des couloirs d'avalanche d'une vallée. Puis un des balcons neigeux cède et tout suit d'un coup.

Les scientifiques du Lawrence Livermore Laboratory rendirent donc compte d'expériences faites sur un système très simple dans lequel une mini bombe, grosse comme un ballon d'enfant, avait été entourée d'un ensemble de fines tiges métalliques, d'à peine trente centimètres de long. Au premier essai rien n'avait été obtenu car les systèmes d'enregistrement n'avaient pas fonctionné, mais au second on mesura une émission laser, dans une longueur d'onde d'un millième de micron, de 400 térawatts. Quatre cent millions de millions de watts, la puissance d'un miroir solaire ayant un diamètre de six cent kilomètres.

L'impulsion durant quelques milliardièmes de seconde la cible recevait une énergie de cent mille joule, proche de celle d'un obus. Le très grand nombre de tiges, des rods, permettait un large arrosage (dispersion sur un diamètre de 400 m à 4000 kilomètres) : système de la chevrotine.



L'idée de grand-papa Teller : la chevrotine à rayons X à source d'énergie thermonucléaire. Taille : celle d'une "boite d'ananas"

Le système reçut le nom de code Dauphin. L'article précisait que l'engin était si petit : de la taille d'une petite boite d'ananas, qu'il était possible d'en loger dans la soute de la Navette[33] un nombre suffisant pour stopper une attaque nucléaire massive d'un millier de missiles. Notons au passage que l'un des intérêts de ce type de rayonnement est d'être absorbé à cent pour cent par les alliages d'aluminum utilisés pour construire les corps des boosters des fusées, alors qu'une virole de fusée, polie comme un vrai miroir, pouvait réfléchir plus de 95 % d'une énergie émise dans les longueurs d'onde infrarouge, visibles ou ultraviolettes.

Dans sa revue, Aviation Week, Robinson précisait qu'un tel gadget allait pouvoir peser dans la balance vis à vis des menaces Soviétiques. L'obstacle majeur soulevé par un défense basée sur des lasers chimiques (projet Talon Gold, stations de 5 à 25 mégawatts équipées de lasers hydrogène-fluor) était la fantastique masse de carburant qu'il allait falloir mettre en orbite, près de six mille tonnes ! Le recours au nucléaire une fois de plus entraînait un changement à la fois qualitatif (dans les puissances instantanées, cent millions de fois plus élevées) et quantitatif (un seul de ces gadgets à source d'énergie nucléaire pouvait recéler une énergie équivalente à l'ensemble du carburant à mettre en orbite, soit six kilotonnes).

[33] Ne nous y trompons pas. La Navette spatiale estavant tout un projet militaire.

Teller, qui avait alors dépassé soixante quinze ans et souffrait d'un cancer, avait fait de son mieux pour laisser à l'humanité, avant de passer l'arme à gauche, un enfant de vieux terriblement dangereux et turbulent.

Bien sûr, le rendement laser de ces premières expériences devait être excessivement faible, de l'ordre d'un milliardième, mais peu importait dans la mesure où on disposait d'une énergie aussi abondante sous un volume et un poids aussi modestes (et rien ne s'opposait à ce que ce rendement ne puisse pas être ultérieurement amélioré).

D'aucuns auraient pu s'étonner en se demandant comment il devait être possible de loger dans un aussi petit engin les systèmes de détection et de pointage. Mais en réfléchissant on pouvait toujours se dire que l'engin porteur, plus important, pouvait se charger de ce travail et, après avoir semé ses œufs dans le vide spatial, leur donner à distance les ordres de pointage adéquats.

Le parapluie spatial à lasers chimiques était peu discret. Il fallait déployer des engins ayant la taille de camions citernes, munis de grand miroirs paraboliques a priori assez vulnérables. Installer à demeure un tel arsenal pouvait accroître dangereusement la tension. Par contre il était possible de loger les engins largueurs de "boites d'ananas" dans des sous-marins embusqués près des côtes ennemies. Il est vrai que les Américains disposaient depuis peu de véritables léviathans de cent quatre vingt mètres de long et de seize mètres de large, les sous-marins Ohio et Trident (les Soviétiques avaient des engins de même tonnage, les Typhon, capables de tirer leurs missiles à travers les glaces du pôle, dont on a pu voir tout récemment les premières images).

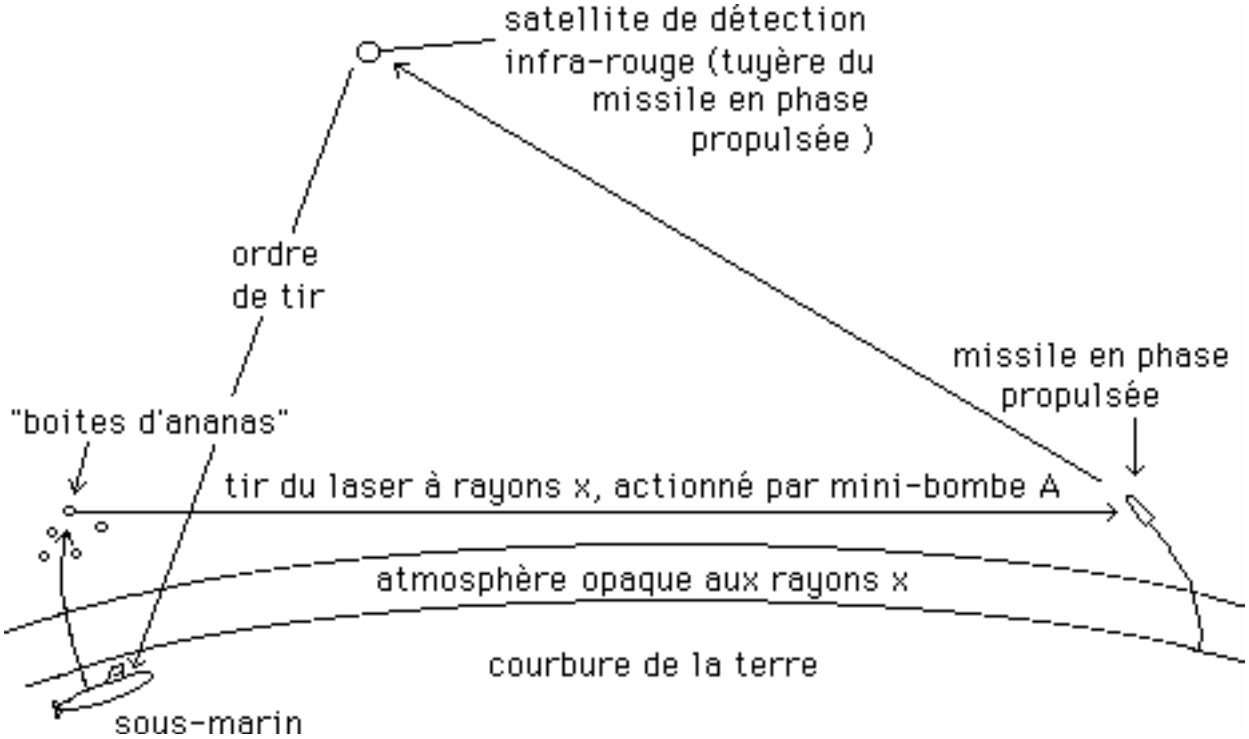
L'article reprenait le thème des lasers à eximères pompés par bombe atomique, mais sans mentionner de résultats probants en la matière. Ailleurs on évoquait une possibilité fantastique bien que totalement hypothétique, celle des "grasers" ou lasers à rayons gammas.

En théorie on peut faire laser n'importe quoi, des solides, des liquides, des gaz, des molécules, des atomes, et pourquoi pas des noyaux. La physique des hautes énergie étudiait les états excités des noyaux et on avait montré que l'on pouvait faire vibrer ceux-ci de plusieurs façons différentes. Un tel noyau contient de l'énergie, donc il était a priori capable de relâcher celle-ci par superradiance, comme les atomes d'aluminium ou de lithium des escopettes de grand-papa Teller. Un laser à rayons gammas constituerait une arme redoutable car, en agissant directement sur la charge fissile il pourrait la faire détoner par "photofission". Ceci dit apparemment

personne ne voyait comment faire laser ces noyaux, du moins pour le moment.

Je repensais à cette conversation avec Yonas, à Sandia, cinq ans plus tôt. Cela se confirmait, un sacré truc était sorti de cette fichue boite de Pandore nommée Science.

Ces papiers soulevèrent une nouvelle polémique entre scientifiques Américains. Les objections fusèrent, comme pour le projet de lasers chimiques. Teller proposait une mise en place des lasers à rayons X, des fameux "Dolphin", juste au moment où les satellites de surveillance Américains décèleraient les départs de la bordée des mille missiles Soviétiques (stratégie baptisée "Pop Up"). Même en tirant ces engins à partir de sous-marins situés le plus près possible des côtes Soviétiques il leur fallait atteindre une altitude minimale pour être à portée de tir. Les rayons X ne se prêtaient pas, comme les rayons émis par les lasers chimiques, à une réflexion par un système de miroirs (de trente mètres de diamètre) déjà en place sur des satellites. Or la durée de la phase propulsée des missiles était de quelques deux cent secondes, ce qui les amenait à une altitude de 140 kilomètres. En supposant que la détection fut instantanée et que les sous-marins tirassent leur missiles porteurs dz "boites d'ananas" dans le peu de secondes qui suivaient et qu'ils atteignent au prix d'accélérations fantastiques, comparables à celles des premiers missiles anti-missiles, une altitude suffisante pour être à portée de tir, il n'existait qu'une "fenêtre" assez faible en temps pour porter un coup au but. Si le missile était à une altitude inférieure à 80 kilomètres, l'atmosphère le protégeait. L'interception devait donc être réalisée quand l'engin ennemi était à une altitude comprise entre 80 et 140 kilomètres, c'est à dire pendant les quelques dizaines de secondes où sa trajectoire était encore repérable.



Représentation schématique de la stratégie "pop up" de Teller. Le missile ennemi est repéré grâce à la puissante émission d'infrarouge de sa tuyère, surant sa courte phase propulsée. Celle-ci est détecté par un satellite de surveillance. L'ordre de tir est donné automatiquement à un sous-marin, qui tire une fusée porteuse des "boites d'ananas". Celle-ci s'oriente et tirent sur le missile à 4000 km de distance. Le faisceau de rayons x doit tangenter la couche supérieure de l'atmosphère terrestre (80 km d'altitude). L'air absorbe les x-rays. Ce tir doit être effectué avant que le propulseur ne s'éteigne, sinon le missile cesse d'être repérable.

D'autres objectaient que si les Russes modifiaient leurs missiles en les dotant de propulseurs plus puissants (et en allégeant leur charge utile) il leur serait possible de raccourcir cette phase propulsée à 100 ou même 80 secondes. Ils entreraient alors en phase balistique à des altitudes plus basses. Donc la "boite d'ananas" devrait être catapultée à une altitude encore plus grande pour avoir des chances d'apercevoir le Soviétique derrière l'horizon avant que son moteur ne s'éteigne.

Mais Teller balayait ces objections d'un revers de main, en disant :

- Si les frères Wright étaient venus vous proposer leur machine, vous l'auriez refusée en objectant qu'elle n'était pas capable d'emporter des charges lourdes à vitesse supersonique.

Ces nouveaux articles d'Aviation Week suscitèrent des haussements d'épaules chez la plupart des scientifiques Français. Je me rappelle avoir à l'époque être retourné à l'Institut de Mécanique des fluides de Marseille. Inglesakis s'affairait sur son laser à gaz carbonique, mais cette machine impressionnante aurait été bien incapable de percer des tôles. Même chose pour le laser à eximères de Fontaine, couvé par la DRET comme un enfant qui vient de naître, mais bien chétif en regard des monstres Américains et Soviétiques. Lorsque je leur parlais de lasers pompés par des bombes atomiques ils sourirent.

- Tout cela est loin d'être prouvé, disait Fontaine.

A y regarder de près les lasers Français semblaient plus adaptés au soudage des plombages dentaires ou à la gravure des microprocesseurs qu'à une utilisation militaire.

La grande presse, en 1977, se moquait encore éperdument de tout cela. La galaxie de Gutemberg a ses règles, ses modes, et j'ai mis longtemps à le comprendre. Quand un sujet n'est pas "dans le vent", rien à faire.

Lorsque Reagan remplaça Carter, Teller entreprit aussitôt de lui faire épouser ses idées grandioses de défense spatiale tous azimuts. Il sut employer des mots simples, adaptés aux possibilités intellectuelles de cet ancien acteur de westerns. De toute manière, Reagan était pour un accroissement de l'arsenal des Etats-Unis et son investiture allait être le signe d'une reprise phénoménale de la course aux armements du côté Américain, au milieu de laquelle le développement des armes à énergie dirigée promettait de représenter un sacré pactole pour le lobby militaro industriel.

Qui avait lancé cela le premier ? les Russes ? Fallait-il les rendre responsables de cette relance ? Etait-elle évitable ? A mon avis le débat est sans intérêt. On était seulement parvenu à une sorte de point critique où ces systèmes à énergie dirigée ne pouvaient qu'apparaître. Ils étaient d'ailleurs en germe dans les deux pays les plus développés technologiquement au monde. Il ne restait qu'à déclencher l'éternelle conversion du progrès techno scientifique en armements, phénomène qui précède en général toute application civile.

Aujourd'hui le programme Starwar est en principe abandonné, ou du moins mis en veilleuse. Mais qu'on ne s'y trompe pas, le feu couve toujours sous la cendre, sinon les militaires ne seraient pas en étroite collaboration, dans tous les pays, avec les gentils astronomes (à cause des miroirs). Que

se passera-t-il en effet lorsque l'arme thermonucléaire aura parachevé sa dissémination à travers le globe, laquelle va bon train ? Qui pourra clouer les fusées au sol ou des détruire en vol ?

Trente ans plus tôt la fission se présentait elle aussi comme une sorte de point de passage obligé de l'histoire des sciences. Il eut été illusoire d'espérer passer à côté. De toute manière on a vu que les Allemands, les Français, les Américains, les Russes et les Japonais avaient mis le doigt sur ce problème. Tout action malthusienne n'aurait fait que retarder cette libération de l'énergie atomique, tel un dragon sommeillant depuis des milliards d'années, de quelques années tout au plus.

Aujourd'hui.

A l'époque où j'avais écrit ce livre, en 1986, le possibilité d'un affrontement catastrophique entre l'Est et l'Ouest existait encore. J'avais alors analysé les forces en présence et les risques encourus. Mais les temps ont changé. Le colosse Soviétique, aux pieds d'argile, comme celui du rêve que Nabuchodonosaur avait raconté au prophète Daniel, s'est effondré brutalement, sans crier gare. Aujourd'hui le risque s'est déplacé. On craignait avant une poussée de fièvre paroxysmique. Maintenant vient l'ère de la septicémie. Rien ni personne ne pourra arrêter la dissémination inéluctable des technologies de pointe en matière d'armements. Les atomistes Russes émigrent. Les monstrueux stocks de matière fissile sont gardés dans des hangars fermés par des cadenas, surveillé par du personnel qui ne sait pas très bien si sa paye tombera le mois prochain. Tout cela dépasse les films de science fiction les plus fous et, comme d'habitude, aucun futurologue n'aurait imaginé une chose pareille.

Le public découvre la réalité de la techno-science Soviétique, hallucinante, mélange de sophistication et de bricolage. Dans un vaste hangar, la super-fusée Russe dort, vouée à la casse. Un peu plus loin on découvre les restes du module pour l'alunissage, dont on subodorait l'existence. Même destin. Des bribes de haute technologie remontent, comme des bulles du fond d'un lac. La science Russe, en perdition, recherche des partenaires. On découvre ainsi leur avance en matière de propulsion hypersonique, par statoréacteur. Un objet simple, astucieux, bien conçu.

Dans un reportage télévisé on a pu voir, pour la première fois, les sous-marins Russes Typhon, basés à Mourmansk, longs de cent quatre-vingt mètres, larges de vingt-quatre, porteurs de vingt quatre missiles à têtes

multiples. Une seule de ces unités serait capable de détruire les Etats-Unis. Ces images sont la plus parfaite illustration de la folie des hommes et de l'immense gâchis de ressources qu'a représenté "cet effort en matière de défense", en Russie comme dans tous les pays du monde. Si les gens n'étaient si acharnés à "se défendre" les uns contre les autres, il y a longtemps que le niveau de vie des les hommes de toute la planète serait devenu tout à fait convenable, s'il avait été possible, bien sûr de résoudre leurs problèmes ethniques et religieux aigus, toujours aussi aigus.

C'était le capitaine d'une de ces unités qui avait, disait-il, de sa propre initiative, accepté de laisser les journalistes montrer tout cela. La Russie est dans un tel état de chaos qu'il est fort possible qu'il ait tout simplement dit la vérité. On découvrait un brave type, patriote, sensible et convaincu, qui nous montrait ses navires et son petit appartement, où il vivait, avec femme et enfant. On le voyait même saisir une guitare et chanter une chanson de sa composition. Même les militaires sont des êtres humains. Il y chantait sa détresse, son désarroi.

- Que faire, maintenant, de tout cela ?

Quel sens tout cela avait-il maintenant ? Même impression lorsqu'on interviewait les jeunes recrues qui servaient à bord. Des gosses, paumés, inquiets, comme nous le sommes tous. En décodant le message de ce capitaine de sous-marin de l'Apocalyspe, un homme comme les autres, un homme comme vous et moi, j'aurais pu traduire ses paroles en disant :

- Dites-moi ce que je fais là ? Quel est le sens de ma mission ? Que faut-il faire ? Mon pays que j'aime est en train de s'effondrer. La démocratie s'installe dans cet empire décomposé, c'est à dire que les ethnies s'y égorgent, que les spéculateurs s'empiffrent, s'achètent des Rolls et que les politiciens élaborent leurs décisions dans les brumes de la vodka. Dans les halls de gare des gens déracinés vivent de trafics. Des enfants de mon pays, à l'abandon, deviennent des meurtriers professionnels, des hommes de main. Nos filles se prostituent. C'est ça ou mourir de faim.

La chanson de cet homme avait la couleur du désespoir.

L'AMI QUI VENAIT DU FROID

Un jour quelqu'un me demandait, dans les années quatre-vingt, comment je faisais pour entretenir des liens avec les chercheurs des pays de l'Est. Je lui répondis :

- C'est très simple, j'utilise la poste...

C'est un procédé lent (pour un échange de lettres il faut compter un minimum d'un mois) mais qui a l'avantage d'être économique.

Il est évident qu'on ne peut encore pas dire dans une lettre :

- Cher ami, pourriez vous me donner des détails sur le développement de vos projets lasers de puissance.

Les Russes devaient encore à cette époque mettre impérativement l'adresse de l'expéditeur sur l'enveloppe et auraient sans doute pris de gros risques en s'étendant trop sur des détails trop précis. La communication pouvait sembler un peu à sens unique, mais la vraie réponse vous parvenait des mois ou des années plus tard, expédiée de manière anonyme d'un bureau de poste occidental. C'est ainsi que pendant vingt ans j'ai pu entretenir des contacts assez étroits avec quelques collègues Soviétiques.

J'avais connu Vladimir Alexandrov lors d'un de ses séjours à l'étranger. C'était jeune chercheur et spécialiste de mécanique des fluides et nous avions sympathisé, ayant pas mal de goûts communs. Lorsqu'il me fut donné de séjourner de nouveau à Moscou, en septembre 1983, à l'occasion d'un nouveau colloque international de MHD où je devais présenter deux travaux personnels, je l'en avertis.

Moscou était toujours aussi gris et terne. Je fis un tour en arrivant sur la place Rouge et tentais cette fois de rendre visite à ce brave Lénine. On ne voyait point la classique queue de deux cent mètres devant le mausolée et ceci m'intrigua. Hélas, en arrivant devant la porte, j'en fus pour mes frais. La momie, ayant subi des dommages du temps et l'action pernicieuse de champignons,était en cours de réparation. Signe des temps.

Dépité je me tournais vers le Goum, ce célèbre supermarché Moscovite qui étend ses hectares gris bleu et ses verrières vétustes en face du Kremlin. Les marches d'escalier usées et les balcons intérieurs dont les motifs disparaissaient sous les couches de peinture successives me rappelaient le lycée où j'avais fait mes études. La foule était toujours aussi dense. Les militaires étaient reconnaissables de loin à cette espèce de trente trois tours planté sur l'arrière qui leur sert de casquette. Les connotations changent d'un pays à l'autre. Chez nous un tel port de couvre-chef est lié à un certain laisser-aller. Là-bas, c'est le port standard, réglementaire.

Par curiosité j'entrais dans une des boutiques en me frayant à grand-peine un passage au milieu des chalands. Les articles ne semblaient guère avoir changé en neuf années. Quel différence avec le luxe de l'hôtel Rossia où nous, chercheurs, étions logés d'autorité. A l'âge des calculettes les vendeuses vêtues de noir faisaient toujours leurs additions sur des bouliers de bois. Pas la moindre caisse enregistreuse à l'horizon mais un antique empilement de fiches sur des tiges de fer. Le beurre ou les canons, visiblement...

L'hôtel immense hébergeait des centaines de congressistes venus de pays étrangers et des membres de la nomenclatura. Les femmes de ces dignitaires étaient remarquablement bien habillées et jetaient un œil assez méprisant sur cette faune de scientifiques occidentaux. Le soir tous ces privilégiés se retrouvaient dans le night club du sous-sol et sablaient gaiement le champagne Ukrainien au son des balalaïkas en regardant des danseuses en bas à résille.

Golubev était hors de Moscou en cette période, appelé dans une autre réunion, et Velikhov avait sûrement d'autres choses à faire que de participer à ces rencontres civiles. Le colloque regroupait trois cent Soviétiques, une vingtaine d'Américains, cinquante Japonais et une poignée d'Européens faméliques dont un Français, moi, qui traînaient comme des parents pauvres. Il se tenait loin de l'hôtel dans un bâtiment flambant neuf évoquant un grand magasin occidental des années soixante. Dans un grand hall vitré des ascenceurs-bulles en plexiglas faisaient la navette. Une enfilade de magasins offraient des machines à laver et des chaînes HIFI payables en dollars, donc réservés à la clientèle des privilégiés du régime.

Au centre du hall se dressait un coq assez monstrueux, aux plumes de cuivre, de plusieurs mètres de haut. Toutes les heures il se réveillait, battait des ailes et claquait du bec. Avec un peu d'imagination je me serais cru aux galeries Lafayette.

Entre les sessions les scientifiques tenaient des conciliabules par petits groupes. Quatre vingt dix pour cent de papiers présentés étaient Russes et cette année-là, signe des temps, le comité organisateur n'avait pas jugé bon de les traduire en Anglais, langue internationale. Les représentants des pays à devise forte, Américains, Japonais et hollandais essentiellement, étaient les seuls invités convenables de cette réunion, depuis qu'en 1974 les Européens avaient quitté le club des "MHD men".

Le second jour je vis apparaître Vladimir Alexandrov dont je reconnaissais la grande et puissante silhouette.

- Content de te revoir. Ca fait un sacré paquet d'années.

Nous allâmes un peu à l'écart dans la cafeteria d'un magasin. Il avait rejoint en 1972 l'équipe de Nikita Moisseev au centre de calcul de l'université de Moscou, qui s'occupait de météorologie. Moisseev avait eu à l'époque le projet ambitieux de reconstituer son ordinateur les mécanismes aérologiques à l'échelle de la planète et Alexandrov s'était intégré à son équipe en mettant à profit ses connaissances de mécanicien des fluides. Par la suite je savais qu'il avait noué de contacts étroits avec des chercheurs Américains de l'université d'Oregon, où il avait séjourné à plusieurs reprises pendant plusieurs mois, utilisant pour ses recherches les super ordinateurs Américains.

A Moscou il travaillait sur un BESM-6, cinq cent fois moins rapide que les Cray-one Américains.

Il me tendit un petit fascicule gris bleu.

- Je t'ai amené un travail que nous venons d'achever avec Stenchikov. Nous venons de déboucher dans les simulations numériques. Concrètement on a découpé l'atmosphère terrestre en plusieurs couches, puis chaque couche en cases d'environ quatre cent kilomètres de côté. Ca a l'air assez valable pour modéliser la biosphère.

Je regardais le titre du rapport :"On the modeling of the consequencess of the nuclear war" (sur la modélisation des conséquences d'une guerre nucléaire).

- Il a eu pas mal de choses publiées ces temps derniers là-dessus aux Etats-Unis, non ?

- Oui, on s'en est servi et on a voulu voir ce qui pouvait suivre une attaque nucléaire massive, dans les cinq mille mégatonnes. Tu liras. En gros les phénomènes primaires sont de deux natures. Un grand nombre de bombes explosent dans le sol ou à proximité immédiate, dans le but de neutraliser les silos de missiles. On a pris une bordée de cinq mille mégatonnes. Ceci provoque des ascendances de cinq cent kilomètres à l'heure qui emportent dans la stratosphère, à une douzaine de kilomètres d'altitude une masse de poussières extrêmement fines, de la taille du micron. De fait elles séjournent là-haut pendant plus d'un an.

- Comme les poussières du Krakatoa ?

- Exactement. Mais ce qui est extraordinaire, quand on fait le calcul, c'est la diminution de la lumière qui en résulte. L'atténuation correspondrait à un facteur 400.

- Autrement dit, au voisinage des régions touchées, ça serait rapidement la nuit complète, un "nuit nucléaire"[34].
- Les études qui ont été faites de la diffusion des micro particules dans la haute atmosphère par les jet streams ont montré qu'en fait cette couverture opaque s'étendrait très rapidement à l'ensemble de l'hémisphère nord.

On disposait des données observationnelles très précises de ce genre de phénomène, liées à l'observation par les satellites infrarouges de nuages émis par des éruptions, comme en 1982 celle du volcan mexicain El Chichon, dont les rejets avaient fait baisser d'un demi degré la température dans une grande partie de l'hémisphère nord.

Alexandrov m'expliqua que l'obscurcissement atmosphérique du à la dispersion des débris arrachés au sol entraînerait une baisse très importante de la température au sol, en moyenne de 25° sur tout l'hémisphère nord, une sorte d'Hiver Nucléaire. Le calcul indiquait que la température ne remonterait que très lentement, en plus d'un an.

- Selon toute vraisemblance, ajouta-t-il, la conjonction du froid et de la privation de lumière devrait faire périr tous les végétaux et animaux de l'hémisphère nord.

Le rapport comportait des cartes qui montraient les différentes baisses de température selon les régions. L'ensemble de l'Europe et les Etats-Unis connaîtrait ainsi des températures de -20 à -25° centigrades et dans certaine régions continentales, comme le centre de l'Union Soviétique les températures pourraient descendre à -40 avec une pointe à -56° en Sibérie.

- On a mis en évidence d'autres aspects qui n'étaient pas connus, continua mon ami. L'action des dizaines de milliers de têtes nucléaires créerait évidement des incendies fantastiques dans les centre urbains et les forêts.

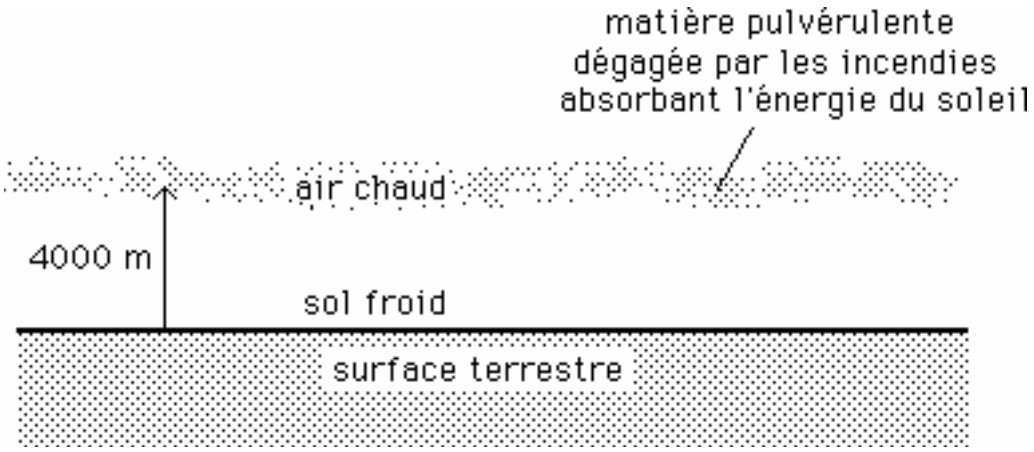
J'imaginais la Taïga en feu.

Alexandrov m'expliqua que ces incendies sans aucun précédent historique emmèneraient des masses très importantes de cendres dans les couches de moyenne altitude.

- Je suppose que ceci accentuerait la baisse de température ?
- Oui, mais c'est plus complexe. Tu vois, les poussières séjournant dans la stratosphère commenceraient par intercepter toute la lumière solaire. Puis

[34] Pour ceux qui douteraient d'un tel effet, voir l'obscurité qui s'était abattue sur le Koweit au moment de l'incendie des puits de pétrole par Saddam Hussein, jusqu'à ce qu'on réussisse à les éteindre. Là le phénomène serait d'une ampleur difficilement imaginable par un non-scientifique.

cette énergie serait réémise sous forme d'infrarouge, dans toutes les directions. La moitié irait donc se perdre dans le cosmos.



L'inversion de température prévue par Vladimir Alexandrov.

- C'est le classique effet de serre, mais, si nous sommes privés de lumière, nous devrions quand même récupérer une partie de ce rayonnement infrarouge au sol ?

- Justement non. Stenchikov et moi avons montré que les couches moyennes seraient alors tellement polluées qu'elles intercepteraient totalement à leur profit ce rayonnement calorifique et qu'elles monteraient alors progressivement en température.

- Autrement dit on aurait un sol glacé surmonté d'une masse d'air chaud.

- Oui, et dans ces conditions le mouvement vertical de l'air cesserait. .

Je me souvenais d'une expérience que j'avais faite devant mes étudiants de philosophie. J'avais placé un radiateur parabolique sur le dessus d'une casserole. En quelques minutes un léger panache de vapeur était apparu, mais je leur avais montré, en plongeant la main dans le récipient, que cette chaleur n'atteignait nullement la masse liquide, se contentant de faire bouillir une fine pellicule superficielle. Pour cette atmosphère, qualifiée de *superstable* par Vladimir, il en serait de même. Pour provoquer un brassage du fluide il fallait le chauffer impérativement par le dessous.

- Si je comprends bien, dans de telles conditions, il n'y aurait plus ni pluie ni nuages ?

- Le réchauffement de l'air en altitude entraînerait la fonte des neiges et de glaces, qui dégringoleraient sur les basses terres en créant des inondations comme nous n'en avons jamais connues. Puis, quand cette eau serait descendue, elle serait progressivement pompée par l'air chaud, ce qui dessècherait la surface du sol.

- Après les trombes d'eau, le désert.

J'avais habité quelques années dans un appartement possédant un chauffage par le plafond. C'était infernal. Dès qu'on chauffait on avait la bouche comme du carton et il fallait sans cesse tenter de ré humidifier l'air avec des appareils divers, assez inefficaces.

On pouvait ajouter à ce tableau inquiétant que le gaz carbonique des incendies aurait, lui, tendance à s'accumuler dans les cuvettes naturelles, asphyxiant les rares survivants. J'avais lu aussi quelque part que le brassage de l'atmosphère avait entre autre comme fonction d'emporter les bactéries en altitude où elles étaient tuées par le rayonnement ultra-violet. La Terre risquait de devenir un véritable bouillon de culture. Alexandrov m'expliqua que la fragile couche d'ozone, de quelques millimètres d'épaisseur, qui nous protège ordinairement des radiations mutagènes ultraviolettes serait très probablement détruite par les oxydes d'azote produits dans les incendies. Ainsi, quand les nuées commenceraient à se dissiper, les êtres vivants ayant pu survivre seraient sans défense face à cette nouvelle agression.

Je découvrais l'Apocalypse sur ordinateur. Jadis, il y a soixante cinq millions d'années, les dinosaures disparurent. Il existe une théorie comme quoi cette disparition aurait pu découler de la rencontre de la planète avec une météorite de bonne taille, d'une puissance peut-être équivalente à plusieurs centaines de milliers de mégatonnes de TNT, laquelle aurait provoqué l'emport dans la stratosphère de milliards de tonnes de poussières. Nos braves dinosaures n'auraient alors pas résisté au froid intense qui aurait suivi, et, sauf erreur, nous risquions bien de faire comme eux.

Je me souvenais d'un film Américain sorti il y a une vingtaine d'années et intitulé Le Dernier Rivage. Le thème était effectivement celui des suites d'une guerre nucléaire. L'action se passait en Australie où les survivants attendaient avec angoisse la descente vers l'hémisphère sud des nuées nucléaires radioactives. Encore une fois la fiction précédait la réalité d'un bon paquet d'années.

- Si je comprends bien, pour avoir une chance de s'en tirer, il faut se dépêcher d'habiter l'hémisphère sud ?

- On a calculé avec Stenchikov la propagation de ces nuées dans un sens nord-sud. C'est une affaire de mois, mais, finalement, c'est l'ensemble de la Terre qui serait touché.

- Quelqu'un aurait-il alors une chance de s'en sortir ?

- Ca n'est pas évident. Après l'explosion des bombes une pluie grasse, comme celle qui est tombée à Hiroshima, répandrait largement les déchets radioactifs dangereux. Il est fort possible que l'ensemble de la Terre se

retrouve couverte de débris radioactifs au point que la dose létale soit atteinte pour chaque individu.

- Comme disait Einstein, à ce moment-là les vivants envieraient les morts.

- Il y a des gens qui échapperaient peut-être à tout cela. Ce sont les cosmonautes de nos futures stations orbitales, où ceux qu'on enverra un jour vers Mars et qui disposeront de réserves en vivre et en oxygène pour deux ans. Quand ils reviendront la radioactivité aura peut-être suffisamment baissé pour qu'ils puissent mettre le pied par terre.

Cela me rappelait une nouvelle de Ray Bradburry intitulée Morte Saison, dans Chroniques Martiennes. Un couple de colons s'était établi sur Mars, à proximité de mines qui allaient être exploitées. Ils avaient fait le plein de Coca et de Hot Dogs en s'apprêtant à amasser un joli magot avec la population de mineurs qui allaient être prochainement envoyée sur la planète Rouge.

Un soir la Terre semblait s'embraser, puis s'éteindre d'un coup. Les deux restaurateurs comprenaient que l'holocauste nucléaire avait fini par se produire et la femme concluait:

- Tu veux que je te dise, ça va être la morte saison.

Un jour prochain, peut-être, des astronautes, en train de déguster leur nourriture synthétique à cinq cent kilomètres d'altitude verront la Terre se consteller d'étincelles. Aux premières loges ils observeront les passages des missiles, semblables à des bolides aveugles tandis que leurs systèmes électroniques de bord grilleront comme des sardines, cuits par les effets électromagnétiques des bombes explosant dans la haute atmosphère. Les "balles perdues" des armes à rayons créeront dans la stratosphère des aurores boréales colorées du plus bel effet. Puis, quand le feu d'artifice sera achevé, dix minutes plus tard, la Terre commencera à se couvrir d'une affreuse chose brune et sombre, dérivant comme une flaque d'huile dans un caniveau. Une semaine plus tard ni les océans, ni les continents ne seront plus visibles. Il ne restera plus qu'une grosse boule morte.

Vladimir me demanda de l'aider à faire connaître ce travail à l'extérieur et je promis d'essayer de faire de mon mieux à mon retour.

En attaquant de telles questions il avait bien entendu été amené à s'intéresser à tous les types d'armements existants et à rencontrer de nombreux spécialistes. Nous parlâmes longuement de cette fameuse guerre des étoiles qui se profilait. Soudain il eut un long silence.

- Tu sais, à mon avis, il y a autre chose qui se profile.

- Quoi ?
- Est-ce que tu as entendu parler des armes au plasma?

Les armes au plasma.

Cela faisait partie des bruits qui couraient dans les colloques internationaux. On disait que dans certains laboratoires où on travaillait sur les milieux hyperdenses d'étranges phénomènes avaient été constaté, en particulier aux Etats-Unis et en Chine, et que cela pourrait bien un jour donner naissance à un autre type d'arme. En fait, en poussant à fond les idées introduites par Sakharov, trente ans plus tôt, il était tout à fait possible d'utiliser les systèmes à magnétostriction pour créer des pressions supérieures à celles que l'on pouvait trouver à l'intérieur du soleil. Quallait-on trouver au bout de tout cela ?

Les accélérateurs de particules ne permettent pas de reconstituer, contrairement à ce qu'on a l'habitude de dire, des conditions proches du Big Bang. On donne à un petit nombre de particules des vitesses relativistes qui leur confèrent des énergies individuelles correspondant effectivement aux très hautes températures liées aux réactions matière-antimatière. Mais il manque le paramètre densité. Ces milieux restent raréfiés, donc les conditions ne sont pas totalement reconstituées.

On connaît très mal la physique des états hyperdenses. Lorsque la foudre tombe sur le sol elle se traduit par un très fort courant électrique créant un champ magnétique intense. Ce champ réagit sur la décharge elle-même en la "pinçant" (pinch effect). Des photographies d'un éclair, prises avec une caméra ultra-rapide, montrent en effet que le plasma donne de fines gouttelettes de matière brillante, de nature inconnue.

Apparemment, dans certaines conditions des états stables peuvent se manifester, donnant lieu à ce phénomène qu'on appelle la foudre en boule. Une grande quantité d'énergie se trouve concentrée dans ces objets, qui parfois explosent comme des grenades en déshabillant les témoins. On a parlé de plasmoïdes autoconfinés, mais comme on a pas été capable de reproduire le phénomène en laboratoire on est guère plus avancé.

Ce phénomène montre que la matière très condensée peut offrir certains aspects paradoxaux. La foudre en boule est-elle un gaz, un liquide ou un solide, personne ne le sait exactement. Il s'agit peut-être d'un autre état n'ayant rien de commun avec les précédents et que nous ignorons.

Les atomes, les particules, créent tout autour des champs de force. Les noyaux par exemple, étant fortement chargés positivement, ont tendance à se repousser mutuellement. Mais le calcul montre que si ces noyaux sont très fortement pressés les uns contre les autres, dans un milieu à très haute

densité, ces barrières de potentiel ont tendance à s'abaisser par "effet d'écran", phénomène découvert par le hollandais Debye. Il est fort possible que ce phénomène, qui vaut pour ces forces électrostatiques, apparaîsse également pour d'autres types de forces : la matière condensée, siège de processus collectifs, n'a foncièrement pas le même comportement à température égale, que la matière peu dense ou moyennement dense.

Les théoriciens de la mécanique quantique restent totalement désarmés face à ces problèmes. Celle-ci est riche en paradoxes. Citons un exemple classique. Lorsqu'on fait passer un courant dans un métal, celui-ci dégage de la chaleur par effet Joule. Or si on abaisse la température du métal en dessous d'un certain seuil, sa résistance électrique tombe brutalement à zéro. Il ne s'agit pas d'une faible résistance mais d'une résistance *strictement nulle* . L'effet Joule disparaît et il n'y a plus aucun dégagement d'énergie. Ainsi un des phénomènes les plus apparents dans la pratique de l'électrodynamique s'évanouit purement et simplement dans ces conditions "quantiques".

Le possible et l'impossible sont des mots d'emploi hasardeux en mécanique quantique. Ainsi certaines réactions nucléaires censées mobiliser de fabuleuses énergies deviennent-elles soudain étrangement facilitées par ce qu'on appelle des "effets tunnel". Si on compare les noyaux à des forteresses aux remparts élevés, certains "sapeurs" peuvent s'y frayer un chemin à un coût bien moindre.

On a coutume d'imaginer que plus on comprime un milieu, plus il résiste. Il est possible qu'un effet tunnel inconnu permette soudain de réaliser un véritable collapse de la matière. Qu'en résulterait-il, personne n'en a la moindre idée.

Nous nous sommes habitués à prédire les phénomènes grâce au puissant formalisme quantique et de fait, de nombreuses particules nouvelles ont été dans les précédentes décennies décrites par le calcul bien avant d'être observées dans les "chambres à bulles". Ceci pourrait nous entraîner à imaginer qu'aucun phénomène inconnu ne puisse nous prendre de court. Or les phénomènes nucléaires ont été identifiés au début du siècle bien avant que la théorie ne permette d'en rendre compte.

De nos jours les physiciens tentent de disséquer les nucléons, protons et neutrons, dans les accélérateurs de particules géants. Le physicien théoriciens Gell-Man créa dans les années soixante une théorie selon laquelle les constituants du noyau devraient être formé d'un nombre impair de particules hypothétique appelées quarks. Si la physique acceptait de livrer une fois de plus ses secrets il devait suffire de bombarder les noyaux avec des énergies de plus en plus élevées pour pouvoir observer la brisure d'un proton ou d'un neutron, c'est ce qu'on fit, mais personne ne put observer de quark à l'état libre. En fait, lorsqu'on mettait en jeu des énergies

de plus en plus importantes dans les accélérateurs des particules, celle-ci ne faisait que se "condenser", sous forme de nouvelles particules, mais sans entraîner la rupture des nucléons en quarks. Certains pensent d'ailleurs que toute séparation physique des composants des nucléons est un non-sens.

Depuis des années, donc, on patine, et certains théoriciens vont même jusqu'à penser que ce concept naïf d'intérieur et d'extérieur d'une particule, de son extension spatiale, pourrait à l'échelle du proton, perdre quelque peu son sens.

A chaque échelle correspond une possibilité énergétique. Les molécules contiennent une certaine forme d'énergie de liaison et la libération de celle-ci conduit à l'énergie de nature chimique. A une échelle inférieure on trouve l'énergie nucléaire, dix millions de fois plus importante. Pourquoi cette séquence s'arrèterait-elle ? Y aurait-il nouvelle une forme d'énergie libérable à l'échelle des particules elles-mêmes, et si oui, quel serait son ordre de grandeur ?

Tout ce que j'avais entendu dire c'est que des expériences souterraines, liées à l'étude des plasmas hyperdenses, mettant en jeu non des processus d'interaction entre deux noyaux, mais des processus collectifs intéressant un grand nombre de noyaux dans de la matière condensée qui, sous des centaines de millions d'atmosphères, pourraient provoquer de nouveaux réarrangements exo énergétiques.

- Je crois, dit Alexandrov, qu'il existe déjà des programmes d'études de ces nouvelles armes. Aux Etats-Unis un tel programme porterait le nom de code DSP 32.

- Ce qui veut dire Defense Support Program 32.

- D'après ce que j'ai entendu dire, mais il ne s'agit que de bruits qui circulent, la puissance d'un seul engin de ce genre pourrait être équivalente aux quatre ou cinq mille mégatonnes de la bordée thermonucléaire actuelle.

- C'est la Doom Day Machine d'Herman Kahn, la machine du jugement dernier. Personne voudra croire un l'instant à une chose pareille.

- C'est sûr, mais ça n'est pas plus fou que le passage des explosifs conventionnels à la première bombe A, en 39. Tu verras que ce truc finira par remonter à la surface.

Il ajouta, en baissant la voix :

- Tu sais, je sais des choses... dont je préfère ne pas parler. Chez moi, je reçois des courriers anonymes, émanant de collègues qui travaillent sur des black programs, comme aux USA. Ces gars en ont gros sur la patate de faire des choses pareilles et veulent soulager leur conscience. Mais s'ils

parlaient, on les effacerait immédiatement. Ils m'ont fourni des données techniques sur un projet d'arme à anti-matière.

- Vladimir, si tu sais quelque chose, débarrasse-t'en immédiatement. Publie tout, sinon tu es un homme mort.

- Tu le penses ?

- C'est dans la logique des choses. Si tu détiens quelque secret sensible, crois-tu qu'on hésitera à faire disparaître un météorologue ?

Nous nous quittâmes. J'imaginais un engin de 4000 mégatonnes, explosant dans l'atmosphère en formant une boule de feu de cent kilomètres de diamètre[35] portée à des dizaines de millions de degrés. Le sol serait vitrifié sur d'immenses étendues, des ondes de choc ravageraient l'ensemble de la Terre en ne laissant pas grand chose debout sur leur passage et la planète perdrait même une partie importante de son atmosphère, qui irait se fondre dans le cosmos. Un joli spectacle.. vu de loin.

Je rentrais à l'hôtel. La science me donnait soudain la nausée et j'avais envie de rentrer. Dans le hall les Américains et les Japonais discutaient avec animation. Les Sukhoi Soviétiques venaient de descendre un Boeing sud-Coréen près de l'île de Sakhaline.

[35] La "boule de feu" de l'explosion d'Hiroshima faisait cent mètres de diamètre

L'ETRANGE GALAXIE DES MEDIA

Lorsque je rentrais en France en septembre 1983 je tentais aussitôt de faire connaître le petit rapport gris bleu que m'avait remis Vladimir Alexandrov. Je préparais un dossier assez complet comprenant la traduction fidèle du texte accompagné d'un commentaire suffisamment vulgarisateur pour que la chose soit accessible à un non spécialiste. .

Je fis une trentaine d'envois à tous les grands journaux et aux chaînes de télévision. Parmi ceux-ci le Monde, l'Express, le Figaro, le Nouvel Observateur, Actuel, Match, VSD, Science et Vie, La Recherche, Pour la Science, Science et Avenir et j'en passe.

Rien ne se passa. Personne ne répondit. Un mois plus tard je revins à la charge en envoyant des textes d'articles et en précisant que si un journaliste voulait les réécrire, je n'y voyais aucun inconvénient. Aucune réponse de qui que ce soit.

Je garde de cette période un souvenir assez fou. Début 84 j'arrivais quand même à entrer en contact direct avec certains journalistes. Certains demandèrent de la documentation supplémentaire, que je fournis en abondance, mais aucun n'écrivit la moindre ligne. Parmi les deux ou trois réponses écrites que je reçus je garde une lettre de Philippe Boulanger, rédacteur en chef de la revue Pour la Science qui m'écrivit :

"La vérité ne gagne rien à être répétée, au contraire."

A croire que moins on parlait de ces choses-là, plus elles conservaient de poids. D'autres m'expliquaient en souriant que "le grand public commençait à être saturé de toutes ces choses touchant aux armes nucléaires".

En Janvier, quatre mois après mon retour, je n'avais pas réussi à déclencher la sortie du moindre papier. On peut s'interroger a posteriori sur un tel insuccès, mais comme on le verra par la suite, c'est une règle assez générale dans notre pays qui procède par modes successives, par engouements, et aussi par imitation de ce qui sort à l'étranger, en particulier aux Etats-Unis. La plupart des revues de vulgarisation scientifique Françaises, par exemple, comme Science et Vie, attendent simplement que les nouvelles sortent dans des organes de presse comme Scientific American, Science, ou Nature. Avec une telle politique, toute nouvelle scientifique parvenant directement au journal et n'émanant pas d'organes ou de groupes considérés comme représentatifs de grands courants actuels est considérée automatiquement comme douteuses.

Las de trouver chaque matin ma boite aux lettres vide j'écrivis au Pape, qui venait de faire des déclarations mettant en garde les scientifiques des risques qu'ils faisaient courir au monde. Son secrétaire, Rovasenda, me répondit, et j'appris qu'il existait au Vatican une Academia Scientiarum dont le but était de suivre l'actualité scientifique internationale et d'en analyser les conséquences. Le padre Rovasenda m'avertit qu'une réunion était prévue pour le début 84, précisément pour analyser les conséquences d'une guerre nucléaire. Carl Sagan[36] devait y venir et il m'avertit de son intention, suite à ma lettre, d'inviter également Alexandrov.

Une telle rencontre au Vatican, où deux personnalités en provenance des deux camps se trouveraient réunies, avait quelque chose de singulier. je fis une nouvelle tentative pour intéresser les media à cette nouvelle, sans plus de succès que précédemment.

Finalement un article que j'avais publié dans une revue écologiste à petit tirage, nommée Coévolution, attira l'attention de deux journalistes de France Culture, De Beers et Crémieux, qui s'occupaient depuis longtemps d'une émission intitulée Le Monde Contemporain. On me proposa un face à face avec le célèbre général Gallois que j'acceptais aussitôt.

Le face à face avec le général Gallois.

Crémieux était communiste et De Beers RPR. A eux deux ils formaient un étrange tandem. Lorsque j'arrivais à la maison de la radio, ils me recommandèrent la modération dans ce débat, qui dura une heure et quart et fut retransmis d'une traite.

Nous nous retrouvâmes assis tous les quatre autour d'une petite table ronde, Gallois me faisant face. Ses cheveux coupés court avaient grisonné. Il attaqua en force :

- Je suis heureux de me trouver face à Jean-Pierre Petit. J'ai lu ce qu'il a publié et ceci est un exemple parfait de désinformation. Une des données de la stratégie actuelle est précisément l'accroissement de la précision des frappes nucléaires. Les missiles, en particulier les engins Américains, parviennent à percuter leur cible avec une précision qui est inférieure à cent mètres. Dans ces conditions il n'est plus nécessaire de recourir, pour frapper un objectif, aux bombes mégatoniques du passé. Là où on aurait envoyé il y a dix ans des engins d'une mégatonne on se contente maintenant de têtes beaucoup plus modestes de l'ordre de la dizaine de kilotonnes, ou même moins. En conséquence cette bordée nucléaire de 5000 mégatonnes est parfaitement irréaliste. Pourquoi voulez-vous que les gens utilisent 5000

[36] Le Hubert Reeves Américain

mégatonnes alors que 300 suffisent largement à mettre l'adversaire knock out ?

D'ailleurs, tout le monde sait que le stock nucléaire a très fortement diminué depuis ces dix dernières années. On est bien loin, par exemple aux Etats-Unis, des vingt cinq mille mégatonnes des années soixante. Ce stock a pratiquement été divisé par quatre.

- Attendez, mon général, ceci une vision incomplète des choses. Les silos de missiles sont censés être la cible des MIRV, c'est à dire de missiles à têtes multiples. En haute atmosphère un "bus" positionne chaque tête en lui assignant un objectif séparé. Dans les parcs de missiles les silos sont en général distants de cinq kilomètres en moyenne. Or la portée destructrice de chaque bombe est largement supérieure. Donc il est absolument indispensable que les têtes, qui pénètrent dans l'atmosphère sous un angle de 23°, frappent toutes le sol au même moment, à une fraction de milliseconde près. Sinon la première bombe qui explose risquerait d'annihiler tout le potentiel destructeur de ses voisines.

- J'entends bien, c'est ce qu'on a appelé *l'effet fratricide*.

Gallois évoquait un article qui venait d'être publié dans Scientific American. En effet, lorsqu'un bombardier lâchait au cours de la seconde guerre mondiale un chapelet de bombes conventionnelles, personne ne se souciait de savoir quelle bombe exploserait avant les autres, l'onde de choc de la première bombe touchant le sol provoquant l'explosion de ses voisines. S'agissant de bombes atomiques les choses étaient totalement différentes, chacune étant un assemblage délicat n'entrant en action que pour une géométrie bien précise de la charge fissile. Il n'y avait dans ces conditions aucune raison pour que l'explosion de la première bombe ne provoquât celle des suivantes, tout au contraire. Elles seraient simplement détruites et leur précieux explosif, péniblement amené à pied d'œuvre, perdu. Je continuais :

- A ma connaissance jamais un MIRV n'a été essayé dans des conditions réelles. Personne ne sait s'il est réellement possible d'assurer le synchronisme des détonations de façon satisfaisante. Par ailleurs, si ces bombes explosent près du sol, ou même dans le sol, en dépit de ce que vous appelez leur faible puissance, puisque chacune représente quand même celle qui a détruit Hiroshima, elles vont provoquer l'envoi dans l'atmosphère de toute une kyrielle de débris de toutes tailles. Comme les vents ascendants qui propulsent les champignons dans la stratosphère font quand même plusieurs centaines de kilomètres à l'heure, ces débris pourront atteindre plusieurs dizaines de kilos. Ultérieurement, quand les gros débris

seront retombés tout le site sera couvert uniformément d'un nuage de particules d'une taille non négligeable, qui interdiront toute seconde frappe pendant un bon moment. Je doute que chaque adversaire, dans un louable souci écologique se contente de cette dose "homéopathique" pour clouer au sol les missiles ennemis dans une *frappe chirurgicale* .

Supposons que les silos n'aient pas été détruits. Au bout d'un temps suffisant, l'ennemi pourrait envisager de riposter, alors qu'il sera lui-même hors d'atteinte des coups de l'adversaire. En effet ses missiles, en phase ascensionnelle, pourront avoir des chances de traverser le nuage sans trop de dommages, à vitesse réduite, ce qui ne sera pas le cas pour les têtes d'une seconde frappe qui déboucheront à très grande vitesse au milieu de ce véritable nuage abrasif.

Par ailleurs, le tir simultané de *toutes* les fusées n'est-il pas le plus sûr moyen de mettre hors d'attente le potentiel de frappe du pays ?

Trois cent mégatonnes représentent effectivement la dose *minimale* pouvait permettre de neutraliser les dits silos, mais logique de l'efficacité recommanderait de décupler la dose, par précaution. Le chiffre utilisé par Alexandrov n'a donc rien d'irréaliste.

Gallois rejeta en bloc le travail d'Alexandrov en déclarant qu'il s'agissait là d'une nouvelle intox orchestrée par le KBG.

- Vous allez bien entendu tomber dans le panneau, vous les scientifiques, sans vous rendre compte qu'il s'agit là d'un nouveau moyen de mieux démobiliser les occidentaux.

Exit l'Hiver Nucléaire.

Gallois expliqua alors que la clef de la situation internationale était la dissuasion :

- Les deux grandes puissances sont semblables à deux prisonniers d'une même cellule, armés chacun d'une grenade. Aucun ne peut attaquer l'autre, sous peine d'en prendre lui-même plein la figure, c'est aussi simple que cela. Il ne faut pas oublier que si nous sommes en paix depuis trente ans c'est uniquement à cause de l'arme nucléaire et c'est la flotte des sous-marins lance-missiles qui garantit cet état de non belligérance. Maintenant ce qui est aberrant c'est cette quantité de bombes stockées de part et d'autre. Il y a vingt cinq ou trente ans les deux grandes puissances détenaient un stock raisonnable (...) de bombes H, tout à fait suffisant pour interdire la guerre, mais ce sont les opinions publiques, aidées par les media, qui ont fait

pression sur les gouvernements pour qu'on accroisse de manière démentielle les armements.

Crémieux s'étrangla.

- Attendez, attendez, vous nous expliquez là que les gouvernement des grandes puissances ne souhaitaient pas du tout ce surarmement, mais que sont les peuples qui l'ont souhaité, aidés en cela par nous, les journalistes.

Gallois confirma ce propos assez singulier, la bande enregistrée en témoigne. Le moins qu'on puisse dire c'est que débat était animé. J'attaquais ensuite le général sur le thème de la sécurité de la frappe nucléaire. Selon lui elle était totale et il n'y avait aucune bile à se faire.

- Vous savez, nous dit-il, les sécurités sont tellement nombreuses qu'en fait on en arrive à se demander si les missiles partiraient vraiment.
- Mon général, savez-vous combien d'officiers supérieurs ont effectivement le pouvoir de faire partir les missiles aux Etats-Unis en cas de guerre. ?

Il ne le savait pas et je lui appris que ce nombre se montait à cinq cent, répartis en groupes d'un minimum de trois personnes. On considérait donc comme totalement impossible que trois officiers supérieurs Américains puissent devenir fous simultanément.
Mais Gallois affirma avec force que ces gens, "triés sur le volet", constituaient de véritables "élites responsables".

Pendant ce face à face, deux monde s'affrontaient. Pour Gallois, visiblement, la force de frappe était toute sa vie. Elle était la grandeur et la force du pays et moi je n'étais qu'un imbécile d'universitaire qui n'avait rien compris. Cet homme, dont les connaissances scientifiques auraient gagné à être sérieusement remises à jour, vouait visiblement une sorte de culte à la technologie, symbole de force, de "rationalité". Sa façon de défendre à tout prix l'efficacité sans faille du système avait quelque chose d'enfantin. Je racontais une anecdote.

- Mon général, avez vous vu des photographies de la soute de la Navette spatiale Américaine lorsqu'elle emporte un satellite ou un module d'expérimentation scientifique. Avez-vous remarqué que les charges sont toujours situées plein arrière ? C'est assez illogique puisque le compartiment d'habitation est à l'avant et qu'à l'arrière il n'y a que les

moteurs, au point qu'on a été obligé de mettre une sorte de tunnel qui permet aux astronautes de se rendre en rampant à leurs postes de travail.

- Je suppose qu'il doit y avoir une raison ?

- Je la connais et je vais vous la dire. Je tiens cette histoire d'un ingénieur du centre d'essais en vol de Brétigny, Claudius Laburthe, qui est un de mes anciens camarades de l'Ecole Supérieure de l'Aéronautique. Figurez vous que lors du premier vol de la Navette, au moment où l'engin traversait les couches supérieures atmosphériques le pilote annonça soudain à la radio : " l'appareil s'engage en piqué, j'ai le manche au ventre et cela ne donne rien. Je ne contrôle plus ". De longues secondes s'écoulèrent, puis la lourde machine reprit une assiette plus normale.

Rappelez-vous, lors de ce vol, de nombreuses "tuiles" de protection thermique se détachèrent, dont bon nombre se situaient sur la partie supérieure arrière de l'appareil, sur cette grosse bosse abritant le compartiment moteur. Les Américains n'en soufflèrent mot à personne, mais l'affaire finit quand même par se savoir, dans les milieux spécialisés. Pourtant cette machine avait fait l'objet de milliers d'heures d'études en soufflerie et de calculs aussi serrés que possible. Elle concentrait tout le savoir accumulé en aérodynamique supersonique depuis un demi siècle, mais au premier essai il s'en était fallu d'un cheveu pour que l'affaire ne vire à la catastrophe.

Il était trop tard pour modifier le dessin général de la machine et les ingénieurs de la Nasa décidèrent simplement de lui "lester un peu plus le cul". Je pense en connaître un bout sur la technologie, je sais qu'elle est indissociable de notre monde actuel, mais n'ai pas votre confiance tranquille dans toutes ces choses.

De Beers, qui se divertissait fort de ce débat, mit ensuite sur le tapis le thème de la guerre des étoiles. Bien que Reagan ait prononcé son fameux discours il y avait déjà un an, le thème de Starwars ne trouvait que peu d'écho en Europe, et en tout cas en France. L'onde de choc de l'IDS ne devait atteindre l'Europe que vers la fin de l'année. Gallois grommela :

- Oui, vous voulez parler de cette histoire de lasers mis sur orbite. Moi je n'y crois pas, il y a trop de contre-mesures possibles. Tenez, par exemple, il suffit qu'un missile, après sa sortie hors de l'atmosphère, lâche en même temps que ses têtes nucléaires une centaine de ballonnets métallisés gonflables pour qu'il soit matériellement impossible de se défendre contre une telle attaque. Imaginons que les Russes lancent un millier de missiles d'un coup. Il faudrait alors, pour ne rien oublier, détruire en moins de vingt minutes cent mille objets. Totalement irréaliste...

- Mais le projet parle de détruire les missiles lorsqu'ils sont en phase propulsée.
- Alors là, je vous arrête. Il existe une contre-mesure extrêmement simple : faire tourner le missile sur lui-même, ce qui empêche matériellement les lasers d'agir efficacement.
- Mon général, de quels lasers parlez-vous ?
- Eh bien, des lasers chimiques de deux mégawatts[37]..
- Je crois qu'il vous manque quelques ordres de grandeur. Si on utilise des lasers à rayons X, où la puissance se chiffre en centaines de millions de mégawatts, et où le pulse est extrêmement bref, de l'ordre de quelques milliardièmes de seconde, le mouvement de rotation de la fusée n'empêchera rien.

Gallois ouvrit des yeux ronds.
- Quels lasers à rayons X ?
Je lui tendis la revue.
- Tenez, lisez Aviation Week, tout est décrit, on parle de puissances de 400 térawatts[38], c'est à dire *200.000 fois supérieures à celles des lasers chimiques* .
- Je ne suis pas au courant. Qu'est-ce que c'est ?...

Gallois, l'expert, le porte parole officiel, n'était pas au parfum. Il se rattrapa quelques mois après l'émission et, après une sérieuse mise à jour, publia un an après un livre constellé d'illustrations en couleur très futuristes, véritable revue de détail de la panoplie spatiale[39]. Il ne manquait plus un bouton de guêtre.

Après l'émission nous discutâmes avec Crémieux. Je lui parlais des difficultés que j'avais rencontrées pour faire parler du travail d'Alexandrov.

- Avez-vous fait un envoi à l'Huma ?
- J'avoue que je n'y avais pas pensé. C'est sans doute le seul journal à grand tirage que j'ai oublié. Je ne pensais avoir là la moindre chance de publier une libre opinion.
- Regrettable. Vous êtes à Paris demain ? Je vous prends un rendez-vous avez Cabanne au journal.

Les Soviétiques avaient entamé à l'époque une nouvelle campagne pacifiste. Cabanne accepta l'idée d'une "libre opinion" et je dois dire que

---

[37] Un mégawatt : un million de watts.
[38] Un térawatt : un million de mégawatts
[39] La Guerre des Cent Secondes, 1985, chez Fayard.

mes quatre pleines pages sortirent sans qu'une phrase ait été changée. Nous nous étions mis d'accord et j'avais bien précisé que dans ces textes je ne rendrais aucun des deux camps en particulier responsable de l'actuelle situation. Ceux qui ont lu ces articles se souviendront d'une phrase que j'avais jointe, étonnante pour un tel journal :

- On ne peut que s'inquiéter de voir les deux plus grandes puissances mondiales dirigées par deux hommes ayant dépassé soixante dix ans (c'était avant la mort d'Andropov) .

A peu près au même moment sortit un film Américain, initialement créé pour la télévision, intitulé "Le Jour d'Après". Il eut un effet déclencheur dans les media et remit le thème de la guerre nucléaire à la mode pendant quelques mois. Il y eut quelques pseudo débats complètement creux à la télévision, autour de ce thème.

Le film laissait effectivement une impression certaine de malaise. Il était censé se situer à Kansas City. Ce choix n'était pas laissé au hasard car au sud-ouest de la ville se trouve un des plus grands ensembles de silos de Minuteman Américain. Ce qui était intéressant c'était que le film montrait comment ces silos étaient intégrés au décor de la vie agricole Américaine. Chez nous les silos sont regroupés sur un plateau désertique inaccessible et interdit de survol. Aux Etats-Unis les silos sont parfaitement visibles depuis les fermes environnantes. Ce sont de simples zones entourées de grillage et protégés par des gardes. Tous les jours il y a relève des officiers supérieurs qui occupent la petite salle de contrôle souterraine jouxtant le puits contenant la fusée.

Pendant leurs heures de liberté, ils doivent plaisanter dans les bars de la région avec les habitants, regardent les matches de base-ball à la télévision, ou tondent leur gazon.

Le film commençait par une période de tension internationale croissante. Les gens écoutaient la radio avec un air angoissé. Et puis soudain, dans les campagnes verdoyantes, les lourdes portes en béton recouvrant les puits s'ouvraient avec un bruit sec, surprenant les paysans assis sur leurs tracteurs. Tous les gens de la région voyaient partir les missiles, laissant derrière eux de longs panaches de fumée blanche.

La façon dont les gens réagissaient était sans doute assez bien vue. Les soldats du poste de garde réalisaient soudain que, si les missiles Américains venaient de partir, ceux des Russes ne tarderaient pas à débouler, dans un quart d'heure tout au plus. Ceux du poste de tir souterrain, conformément aux consignes, s'étaient complètement isolés de l'extérieur. On voyait un

des soldats essayer de trouver refuge sous le couvercle d'une citerne, pendant que les autres s'enfuyaient comme ils pouvaient.

Les réactions des gens dans leurs foyers étaient également décrites. On voyait un paysan Américain prévoyant, incitant sa famille à gagner une cave sommairement aménagée. Au dernier moment il était obligé d'entraîner de force son épouse, qui effectuait comme un automate les tâche ménagères, faisant le lit des enfants, et refusant de quitter une maison en désordre.

Les routes étaient pleine de gens en voiture, tentant de fuir droit devant eux. Soudain tous les moteurs s'arrêtaient sans qu'on ait rien vu ni rien entendu[40].

On voyait ensuite le ciel se peupler de champignons. Mais le film semblait se terminer rapidement, toujours sous le ciel bleu du Middle West, par une ouverture sur l'espoir, un envoyé du gouvernement exhortant les paysans à se remettre à leur tâche de produire des aliments pour les survivants (...).

Toutes proportions gardées, la catastrophe décrite dans le film évoquait tout au plus les effets d'une grande inondation, d'un tremblement de terre ou d'un incendie de grande ampleur du à un bombardement, mais restait tout à fait en dessous de ce que les spécialistes considèrent comme le minimum prédictible. De toute façon le scénariste n'avait pas tenu compte de l'obscurcissement du ciel prévu par Alexandrov. Le reste du film était axé sur l'effet des retombées et l'état d'hébétude frappant les populations. C'était un film dur, mais de toute évidence qui restait très en dessous de la réalité. En fait nul homme n'est capable de s'imaginer ce qui se passerait *réellement* après l'embrasement. C'est bien au delà des possibilités de l'entendement humain.

Chaque être vit à chaque heure comme s'il était immortel, spécialement dans nos civilisations occidentales. Toute la vie est axée sur ce refus de la mort. Bien peu sont capables d'affronter celle-ci de face. Tous les médecins connaissent cette négation désespérée de leur état de condamné. Lorsque les choses deviennent évidentes, les hommes et les femmes qui connaissent cette échéance se construisent un monde imaginaire où la mort n'a plus sa place. Dans toutes les villes des pays développés se trouvent des mouroirs où des gens abandonnés par la médecine coulent leurs derniers jours, bourrés de morphine, fermement convaincus d'être "en convalescence".

---

[40] L'attaquant ferait exploser des bombes à proximité de l'atmosphère terrestre. L'irradiation créerait une forte iniosation dans l'ionosphère et un terrible orage stratosphérique, qui engendrerait des champs de 500 volts par centimètre au sol, grillant toute l'électronique non protégée.

Peut-être vous et moi ferons-nous de même, le jour venu. J'ai quelque fois l'impression que notre civilisation technologique se trouve soudain confrontée à un problème analogue. La mort de la planète toute entière est devenue une chose possible et tous les hommes qui l'habitent, militaires ou simples mortels, se débrouillent comme ils peuvent face à cette sinistre réalité : ils se contentent de la refuser (cette attitude était très nette chez un Gallois, face à une hypothèse qu'il qualifie d'inenvisageable).

Nos futurologues s'interrogent gravement sur ce vingt et unième siècle que nous avons droit devant nous. Des gens comme Teller ou Lyndon La Rouche[41], tous deux cancéreux, se tournent vers la technologie comme vers une divinité d'où sortira, par miracle, la solution, le deus ex-machina. L'attitude de bien des scientifiques à cet égard tient du culte et il n'est pas étonnant de voir que les vulgarisateurs, qui sont, comme des prêtres, les intermédiaires entre le temple et le monde des hommes, sont parmi ceux qui refusent le plus vivement, à de très rares exceptions près, cette perspective inquiétante.

Quand une chose est trop angoissante, on l'enferme dans l'imaginaire. Dans nos sociétés médiatisées, la mort est devenue un fantasme. Si on écarquille un peu les yeux, on peut s'étonner de voir que quatre vingt dix pour cent des films que nous voyons contiennent bon nombre de morts violentes. Mais ces morts sont ritualisées. Dans les anciens westerns il n'y avait même pas de sang, ou si peu. Les choses ont évolué, la violence est devenue plus apparente, sans être plus crédible. Même la réalité a cessé depuis longtemps de l'être. Lorsqu'ils voient fugitivement sur leurs écrans des corps rougis emportés à la hâte par des ambulanciers, lors d'un compte rendu d'attentat, les gens se rendent-ils réellement compte de ce qu'ils voient ? Pas vraiment.

Dans les mois qui suivirent cette émission la guerre des étoiles s'étala dans les media. On a pas fini d'en parler, mais déjà elle a perdu tout son contenu dangereux. Les lecteurs et les spectateurs regardent les belles couleurs des lasers et subissent la séduction de la prouesse technique. Les "beams" crachés par des stations spatiales incendient le ciel noir du cosmos, les sous-marins nucléaires fendent gracieusement les flots et les missiles escaladent le ciel, assis sur de jolis panaches blancs, comme de joyeuses fusées de fête foraine. Les gosses jouent avec des désintégrateurs à laser et des vaisseaux de l'espace hérissés de canons à particules et l'apocalypse

[41] Journaliste, leader d'un mouvement d'extrême-droite, militant pro-nucléaire' éditeur de la revue "fusion".

achève de se fondre dans le décor du quotidien. Les images de la Guerre du Golfe ressemblaient à des jeux vidéo.

En 1983, lorsque j'étais à Moscou, je regardais fréquemment la télévision, ne serait-ce qu'à cause des nouvelles qui pouvaient être données à propos de l'affaire du Boeing Sud-Coréen. Bien évidement le pilote qui avait tiré le missile était présenté, sinon comme un véritable héros, du moins comme un homme qui avait fait son devoir en veillant à la sécurité du territoire de son pays. Il semblait pourtant bien mal à l'aise. On le serait à moins. Cette assiduité devant le petit écran Soviétique me permit d'avoir un petit coup d'œil sur le message médiatique véhiculé, en matière d'armements, par la télévision Soviétique. Les émissions consacrées à l'armée y étaient *quotidiennes* . En général celle-ci rediffusait un des milliers de films produits après la guerre de 39-45, consacré à la lutte contre l'Allemagne nazie. Suivaient des interviews d'anciens combattants abondamment médaillés, des visites de casernes, des dossiers sur les armes et des rencontres entre enfants et soldats. Le ton patriotique rappelait un peu la série "Pourquoi nous combattons", diffusée en France après la libération. Tout semblait fait pour entretenir l'idée obsédante d'une menace planant sur le pays, véritablement pour accréditer la thèse d'un état de siège permanent.

La mort : un "travail".

L'Amérique Reaganienne, après les doutes exprimés au moment de la guerre du Vietnam, d'abord à travers des allégories (Le soldat bleu, Little Big Man) puis directement (Retour de l'enfer), s'orienta vers un style infiniment plus direct, dans le plus style western, bien en rapport avec l'ancienne profession du Président. Clint Eastwood s'y mit à flinguer du Russe sans un battement de cil, tandis que Rambo grillait les jaunes au lance-flamme.

Le film Top Gun, qui représente ce qui se fait de mieux actuellement en matière de conditionnement des gens, et en particulier des jeunes, à qui cette production est spécialement destinée a remporté un succès considérable aux Etats-Unis (moins en France). Le thème était un stage dans lequel l'élite des jeune pilotes Américains se formait aux techniques du combat aérien sur jet, au plus haut niveau. En les accueillant, le commandant de cette base école annonçait tranquillement la couleur :

- Nous n'avons pas à nous poser ici des questions politiques. Ces décisions ne nous concernent pas, nous sommes là pour effectuer un certain travail, c'est tout.

Le film se terminait par un affrontement réel avec des Mig Soviétiques (les rôles étant "joué" par des braves Northrop Talon, repeints bien entendu en noir et frappés de l'étoile rouge). L'action se déroulait à l'intérieur des eaux territoriales Soviétiques, où les jets Américains étaient censés venir en aide à un de leurs navires "égaré". Les pilotes Soviétiques avaient d'inquiétantes visières fumées, pour accentuer l'aspect fantasmatique et le combat se terminait par une victoire écrasante des Américains, à coup de missiles, et ils étaient acclamés à leur retour par l'équipage du porte avion.

Des victoires redevenues "propres" (de simples bouffées de flammes oranges signalant les impacts de missiles), sans visages grimaçants dans les cockpits, avec des acteurs jeunes et vitaminés, exempts d'états-d'âme. . Un message brutal, cru, sans nuances. Après le réarmement tout court, le réarmement moral.

Comment diable espérer créer un jour une entente entre les peuples en opérant un tel matraquage ?

Un jour, lors d'un enregistrement radiophonique le président Reagan fit une boulette de taille. On lui demandait de prononcer une phrase quelconque dans un micro pour effectuer un réglage, ce qu'il fit. Mais celle-ci ayant été enregistrée, fit le tour du monde :

- Mes chers compatriotes, j'ai le plaisir de vous annoncer que je viens de signer une loi bannissant la Russie pour toujours. Le bombardement commencera dans cinq minutes.

Boutade inconsidérée, ou cri du cœur ? A la même époque un des mes informateurs Américains m'écrivait que les armes au plasma (également, selon lui, étudiées en URSS) venaient de franchir un pas décisif dans les expériences souterraines du Nevada et qu'à son avis Reagan ne cherchait dans l'IDS qu'un moyen d'assurer la survie des Etats-Unis en vue d'une "solution finale" permettant de rayer l'URSS de la carte du monde d'un coup.

Il est vrai que ce genre d'humour apocalyptique n'a jamais été l'apanage des seuls Américains. En 1970, lorsque Brejnev faisait à Pompidou les honneurs d'une visite de Baïkounour, la cité spatiale Soviétique, il lui demanda, entre deux explications, de presser sur un bouton, ce que le président Français fit.

- Ah,ah, s'exclama Brejnev, vous venez de détruire Paris !

La mort ritualisée.

Il y a pas mal d'années, Alfred Hitchkock sortit toute une série de petits films pour la télévision, en noir et blanc, qui étaient précédés par la projection sur l'écran de son ombre ventrue et lippue. Dans l'un d'eux on voyait un militaire rendre visite à un couple d'amis. Ceux-ci avaient un jeune garçon de cinq ans, qui arpentait l'appartement habillé en cow-boy.

On apprenait que l'ami avait amené avec lui un cadeau pour l'enfant, mais qu'il le lui donnerait le soir seulement. Eperdu de curiosité, pendant l'absence des adultes, le bambin explorait la valise du visiteur et y découvrait un splendide et véritable révolver, qu'il prenait évidement pour le cadeau qui lui est destiné. Dans la suite de l'histoire, tout le suspense était basé sur la recherche anxieuse, par le couple, l'ami, et la police, du gamin, qui se promenait dans cette petite ville tranquille, avec ce jouet épouvantable.

Un geste d'enfant si banal comme de pointer une arme en direction de n'importe qui, prenait alors une résonance complètement différente. Le barillet étant aux trois quart vide, l'enfant jouait à la "roulette Russe" sur tous les gens qu'il croisait sur son passage, qui se prêtaient d'ailleurs complaisamment à son jeu.

Comment nos civilisations ont-elles pu intégrer à ce point cette ritualisation de la mort ?

Cela n'est pas une chose nouvelle. De nombreuses civilisation, par le passé, ont vécu en symbiose avec la mort, comme les précolombiens qui l'intégraient complètement dans leur cérémonial religieux. Les SS portaient une tête de mort sur leur casquette sans la moindre gène. Chez nous, la manipulation des armes, spécialement par les jeunes garçons, est associée à un développement sexuel harmonieux. Ne vous inquiétez pas, disent les psychologues, ces armes ne sont pas vraiment des armes, ce ne sont que des substituts de phallus dont l'enfant a besoin pour s'affirmer et pour pratiquer le rituel du meurtre symbolique de son père.

Fort bien, mais est-ce qu'on ne pourrait pas trouver autre chose ?

Avant la seconde guerre mondiale, Reich avait dénoncé cette collusion entre le sexe et le goût de tuer. Selon lui la solution était de libérer au plus vite les gens de toute frustration sexuelle, génératrice d'agressivité. Des crèches ouvrières avaient été installées, dans la sévère Allemagne PRussienne, où les enfants étaient laissés totalement libres dans leurs ébats, et où on notait une baisse assez nette de leur agressivité et une plus grande socialisation.

Inversement, il y a toujours quelque chose de pas net chez les maniaques des armes à feu. J'avoue que quand j'écoutais le polytechnicien Gallois, si

sûr de lui, dans cette rencontre à la maison de la radio, au milieu de cette avalanche de chiffres et d'affirmations préremptoires, j'avais soudain l'impression d'être face à un enfant aux cheveux gris, un forte en thème qui aurait un peu trop joué à la guerre.

Mais quelle est la solution ? Le Thanatos suggéré par Freud est-il à jamais en chacun de nous ?

En vérité on cherche toujours à juger l'individu de manière statique. On cherche à savoir s'il est bon ou mauvais, agressif ou pacifique, intelligent ou stupide. Je suis persuadé que des conditions de vie prolongées à l'échelle de plusieurs générations gravent dans les cerveaux des impressions transmissibles, comparable à ce que l'on appelle en électromagnétisme l'hystérésis. Il ne doit pas être possible de prendre un peuple qui a connu la violence pendant des générations et de lui dire à brûle-pourpoint :

- Voilà, c'est fini, le guerre est terminée, il faut maintenant vivre la paix.

Les expériences vécues par les êtres vivants le transforment, au fil des générations. Petit à petit le bagage génétique est modifié et on appelle cela l'évolution. Pourquoi en serait-il différemment avec le mental ? Lorsqu'un enfant naît, son cerveau est tout sauf une boite vide. Bien qu'il ne soit pas immédiatement doté du pouvoir de s'exprimer pleinement, l'éducation qu'il recevra ne fera le plus souvent que révéler, en bien ou en mal, des structures qui existaient déjà à la naissance.

Ces structures mentales de base ont la même nature génétique que les structures morphologiques, et donc la même lenteur d'évolution. Fini le "bon sauvage" ou "l'honnête homme" parfaitement objectif. Nous traînons derrière nous des millions d'années d'histoire, comme des métaux conservent le souvenir d'une magnétisation antérieure.

Au point de vue biologique, les exemples abondent. Le cholestérol est une substance sécrétée par une glande endocrine qui accélère la mobilisation des sucres dans le sang. C'est "l'overdrive", utilisé par nos ancêtres pour mieux prendre leurs jambes à leur cou en cas de danger.

Dans la vie moderne l'homme est soumis à un stress intense. Le pdg d'une affaire en difficulté, au cours d'un conseil d'administration particulièrement tendu, sécrète sans le savoir des quantités importantes de cholestérol, tant son désir inconscient de fuir est grand. Hélas cette substance, non éliminée par l'effort, se déposera dans ses artères, provoquant à terme de graves troubles cardiovasculaires.

Nos structures mentales possède de tels archaïsmes, quelle que soit l'ethnie considérée et c'est cela qui nous met en danger de mort. Le cerveau reptilien, ou mammalien, palpite sous la mince couche "rationnelle", y compris chez le général Gallois et chez tous ceux qui ont en charge notre

"sécurité" (on aurait envie de dire notre "insécurité"). Mais le mythe de la rationalité, cultivé par les adeptes de La Rouche, a la vie dure. Dans la bouche d'un Gallois on entend sans cesse :

- Ne vous inquiétez pas, ces gens savent très bien ce qu'ils font...

Je n'en suis pas si sûr. Nous parlions à ce moment-là de l'affaire du Boeing sud coréen abattu par les Russes en 83. Gallois était convaincu qu'il s'agissait là d'une décision prise froidement par le Kremlin, dans le but de décourager les actions d'espionnage occidental.

- Vous comprenez, ils en ont eu marre...

Moi je pencherais plutôt pour la thèse de la bavure. Il existe dans les Boeing plusieurs centrales inertielles.Peu après le décollage le pilote, ou le navigateur, affichent sur un clavier les coordonnées de la route à suivre, avec l'altitude. Puis l'appareil passe entièrement sous le contrôle du pilote automatique est des ordinateurs de bord. Dans un vol nocturne de ce genre, le travail de l'équipage se résume alors, jusqu'à arrivée en vue du point de destination, à une surveillance des régimes moteurs et des différents circuits.

On peut imaginer que l'opérateur, en affichant les coordonnées de la route, ait fait une légère confusion de chiffres. L'avion aurait alors doucement dérivé vers l'ouest. Au moment où la radio aurait détecté les conversations de routine émises par le sol, en vue de l'île de Sakhaline, haut lieu stratégique Soviétique, l'équipage aurait réalisé son erreur.

Mais il y avait longtemps que l'appareil avait été détecté par les Russes, dès approche des eaux territoriales, et était convoyé par des groupes de Sukhoï se relayant.

Lorsque le pilote du Boeing réalisa à quel point il s'était aventuré, il était au sud est de l'île. Il fit alors ce que n'importe pilote aurait fait à sa place : il se dérouta en tentant de prendre de l'altitude.

Le chef du groupe des Sukhoï rendit un avis de spécialiste :

- Il a mis ses volets, grimpe et perd de la vitesse. Nous n'allons pas pouvoir nous maintenir dans son sillage et dans quelques secondes nous allons le dépasser. Si nous voulons être de nouveau en position de tir il nous faudra faire un large virage et alors il pourra sortir des eaux territoriales. Qu'est-ce que je fais ?
-

L'ordre d'abattre l'intrus ne put être donné par le Kremlin. Il émana probablement d'un simple colonel chargé de la défense côtière, un peu nerveux. Ce n'est pas l'homme "rationnel" qui prit cette décision en aussi

peu de temps, mais celle-ci partit d'une des sous-couches cervicales, comme un simple réflexe.

Comment sortir d'un tel dilemme ? D'abord en prenant les hommes tels qu'ils sont, comme d'anciens animaux, ni bons, ni mauvais, mais pétris d'irrationalité.

Peut-on changer le mental ? Peut-être, mais pas à l'échelle d'une génération. Nos attitudes agressives sont le fait d'un lent conditionnement. Si nous réussissons à aborder le vingt et unième siècle, il nous faudra, à l'échelle planétaire, réussir une vaste opération de psychanalyse terrestre et créer d'autres conditionnements que nous devrons découvrir et dont nous ne pouvons pas avoir la moindre idée. Edgar Morin a bien raison quand il écrit dans un de ses derniers livres :

Sciences sociales : an zéro.

L'année d'après.

A partir de 1984 tout le monde se mit à parler de l'IDS et de l'Hiver Nucléaire. Le sujet devint à la mode. La revue La Recherche publia en Juillet un article assez documenté intitulé The Year After, c'est à dire " l'année d'après", par opposition au titre du film "Le Jour d'Après". Dans celui-ci on trouvait, enfin, des informations abondantes sur les recherches d'Alexandrov et de ses équivalents Américains. D'autres journaux reprirent ce thème dans leurs "pages magazine" du dimanche.

Paradoxes....

Dans les revues de vulgarisation style Science et Vie, le point de vue développé, apparemment assez contradictoire , était le suivant :

- La guerre des étoiles, ça ne marchera jamais, c'est irréaliste, c'est une illusion. Ceci dit, ça se développe....
-

Suivait quelque nouvelle faisant état d'un nouveau pas franchi.

Les Soviétiques, par exemple, avaient développé des années plus tôt une procédure d'interception de satellites en reprenant la méthode du rendez-vous. Le satellite "tueur" se lançait à la poursuite du satellite-cible, puis explosait comme une grenade en arrivant à proximité.

La Américains s'étaient lancés dans quelque chose de totalement différent mais d'infiniment plus efficace : l'interception en collision.

Un simple chasseur Eagle lançait à la rencontre de la cible orbitale, un missile très modeste, de 3 mètres de long et pesant une tonne tout au plus, dont le système d'autoguidage était assez précis pour permettre un croisement, à quelques quinze kilomètres par seconde, au mètre près, ce qui représente une performance assez incroyable.

Dès qu'il quittait l'atmosphère terrestre, ce missile intercepteur déployait une trentaine de "faux", simplement par rotation, lesquelles découpaient l'engin-cible en rondelles, à la manière dont les lames acérées placées dans l'antiquité sur les roues des chars réduisaient les combattants adverses en nourriture pour chats.

Tout cela fonctionna à la perfection. Il y eut également des destructions au sol de fusées par lasers chimiques. Par ailleurs, à Livermore, Sandia et Los Alamos, ou Semipalatinsk, on accroissait la puissance des "beams", pied au plancher.

.. et récupération.

On vit alors apparaître une floraison d'ouvrages luxueusement illustrés, qui rappelaient les catalogues d'armes et cycles édités par la manufacture de Saint-Etienne. Quand on ouvrait un de ces livres, on saturait très vite. SS-20, Pershing II, Trident, sous-marins, ABM, bombes "de théâtre" (des opérations), lasers en tous genres, tout cela donnait le tournis. Mais ces ouvrages avaient un dénominateur commun : il dénonçaient la poussée formidable des armements Soviétiques.

Dans les ouvrages en couleur, les engins Américains avaient de belles couleurs et de jolies cocardes étoilées, alors que les missiles Russes étaient d'un kaki inquiétant. Des cartes du monde montrait l'Union Soviétique constellée de fusées, de bombardiers et de sous-marins et la conclusion des ouvrages ou des articles restait invariablement : ne restons pas les bras croisés face à cette menace croissante. Armons-nous, armons-nous.

Lisez, lisez chez Fayard, l'ouvrage de Pierre Gallois, expert en matière de stratégie (qui a, au passage, effectué un sérieux recyclage après notre face à face radiophonique), intutulé "la Guerre des Cent Secondes". Il est constellé de chiffres, de graphiques en couleur, d'illustrations seyantes. C'est un très beau livre. Il ne manque que les corps calcinés, les visages tordus de souffrance. Sa conclusion : il faut que les Européens se dotent, eux aussi, d'un bouclier spatial, quel qu'en soit le coût. Pour le polytechnicien Gallois, qui n'a jamais vu un mort de sa vie et n'en verra sans doute jamais, la guerre est un jeu. En lisant ce livre on a l'impression que la seule chose qui existe c'est la stratégie et que le reste du monde n'existe pas.

Information, désinformation.

Alexandrov avait participé au printemps 84 à cette fameuse réunion Vaticane, trouvant un écho très vif chez Carl Sagan. Avec la bénédiction du pouvoir Soviétique il poursuivait maintenant une croisade à travers le monde en présentant sa thèse de l'Hiver Nucléaire. Les Japonais, particulièrement sensibilisés, firent en 85 un film, diffusés sur de nombreuses chaînes étrangères, consacré aux conséquences d'une guerre nucléaire.

Inutile de dire que du côté occidental, les stratèges et maîtres à penser se mirent à dénoncer ce qu'ils considéraient comme une intoxication mûrement orchestrée par le KGB, destinée à démobiliser le monde libre. Dans son ouvrage "La Guerre des Cent Secondes", le général Gallois évacuait carrément le problème en quelques lignes, sans donner la moindre justification. Citons-le :

- Visitant Hiroshima, en février 1981, le pape prononça un discours montrant à l'évidence que le phénomène nucléaire ne lui était pas familier, lors qu'il disait : ".. aujourd'hui c'est l'ensemble de la planête qui se trouve sous la menace nucléaire... à partir de maintenant, c'est seulement par un choix raisonné et une politique délibérément définie que l'humanité peut survivre". La réalité est toute autre. On peut exprimer les vues de la majorité de l'opinion publique, mal documentée, sans pour cela dire le vrai. On ne voit pas en effet, pour quelles raisons, s'il y avait conflit nucléaire, les belligérants se détruiraient mutuellement, en anéantissant la planète; quant à l'humanité, sa survie n'est pas assurée par une politique déterminée, mais par l'évidente absurdité d'un massacre mutuel, chaque partie détenant des armes invulnérables qui frapperaient aussitôt celui qui aurait frappé le premier. En imaginant le pire, c'est à dire l'irréalisable, l'analyse des effets d'une guerre imaginaire a démontré que ni l'espère humaine, encore moins la planète, ne seraient en péril. Le Saint-Père avait repris à son compte un cliché très répandu, mais dépourvu de fondements.

Autrement dit, primo les grandes puissances ne seraient jamais assez sottes pour utiliser leur plein potentiel nucléaire et s'entre détruire. Secondo, si par malheur cela arrivait, ça ne serait pas si grave qu'on le dit..

Sur quelle analyse Gallois se basait-t-il ? L'histoire ne le dit pas.

En France je fus invité de nombreuses fois à faire des conférences ou à participer à des débats dans le cadre de cellules ou d'instituts de recherche Marxistes. Je reçus même une lettre d'encouragement du comité central Soviétique pour le désarmement (Ils n'avaient pas du bien lire mes papiers dans l'Huma). Mais cette curiosité et ce parrainage cessèrent lorsqu'on se rendit compte que je ne voulais absolument pas passer sous silence les projets d'IDS Russe.

On peut douter de l'impact de ce battage médiatique sur le grand public. Le premier effet est sans doute la saturation, avec comme corollaire un effet de *désinformation* naturelle. Un attentat, une guerre, ça frappe les gens. Dix attentats, dix guerres, ça ne passe plus. Soyons réalistes, quelle

différence, maintenant, entre les nouvelles diffusées par le journal télévisé et le bon série B du soir ? Je laisse le lecteur être son propre juge.

Disparition d'Alexandrov

Au printemps 1985 un court article du Monde signala, en France, la disparition de Vladimir Alexandrov, lors d'un colloque qui s'était tenu en Espagne. On signalait que le conférencier, avant de disparaître sans laisser de trace, s'était copieusement enivré.

La nouvelle n'émut pas grand-monde et passa totalement inaperçue au plan international.

Immédiatement je tentais d'en savoir plus. Des rumeurs variées et sans fondement se mirent à courir. On se demanda si Alexandrov n'était pas passé à l'ouest. Mon dieu, pourquoi faire ? Vladimir, mécanicien des fluides de son état, n'avait à ma connaissance aucune connaissance "sensible", exploitable.

Ceci fut confirmé par un propos de Teller, durant l'été qui suivit, lors des rencontres internationales d'Erice , en Sicile.

L'île contenait un luxueux centre consacré à la culture scientifique internationale qui recevait chaque année le Gotha de la physique. En 1983 Alexandrov s'y était d'ailleurs rendu, en compagnie de Vélikhov, et avait présenté ses travaux sur l'Hiver Nucléaire. En cet été 1985, à Erice, quelqu'un demanda à Teller :

- Sont-ce les Américains qui ont enlevé Alexandrov ?

- Diable, répondit-il, que voulez-vous que nous fassions d'un météorologue ?

Cette thèse du passage à L'ouest est certainement la moins crédible de toutes. Lorsqu'un Soviétique saute le pas, la chose est exploitée abondamment. Ce geste est interprèté comme une dénonciation du régime Soviétique, ou comme un choix de meilleures conditions de travail.

Sans laisser de trace.

Plus d'un an après, aucune trace, aucun écho. Il fallut attendre l'été 1985 pour qu'une revue Américaine, Science Digest, publie le résultat de la première enquête faite sur place, et aux Etats-Unis, auprès des différents collègues qu'Alexandrov avait connu, en particulier à l'université de Colorado.

Son premier voyage aux Etats-Unis avait eu lieu en 1978, mais en 1980 il fit un séjour de plusieurs mois à l'université de l'état d'Oregon, invité par son collègue et ami Larry Gates, qui faisait exactement le même travail que lui. Il se fit énormément d'amis là-bas, et cela ne m'étonne guère, c'était un homme très ouvert et chaleureux. Il résida donc plusieurs mois au domicile de son collègue.

Il est peut-être difficile de se faire une idée précise sur quelqu'un qu'on rencontre de loin en loin dans des congrès, mais une cohabitation de plusieurs mois est beaucoup plus révélatrice. Gates, qui était de nous tous celui qui le connaissait le mieux, a toujours dit qu'Alex était un type sans problème particulier, enthousiaste, aimant la vie, et en tout cas sobre.

Dans un appartement confortable, empli de souvenirs de voyages, au 5 rue Archipov, à deux pas de la place Rouge, Alexandrov vivait avec sa femme , la fragile Alia, et sa fille Olga, une gentille petite boulotte qu'il adorait.

Aux Etats-Unis, Vladimir et Gates avaient travaillé dans une ambiance très agréable à la mise au point du modèle de dynamique de la biosphère, basé sur les premiers travaux de Larry. Alexandrov avait accès aux super ordinateurs Américains Cray-one, ce qui le changeait des machines Soviétiques, qui accusent quand même un retard certain par rapport aux engins Américains (Le Cray faisait en six minutes ce que le BESM de Moscou faisait en 48 heures). Il faisait également de fréquentes visites au LLL (Lawrence Livermore Laboratory).

Début 1984, après la conférence du Vatican où il avait été invité par Rovasenda, il retourna aux Etats-Unis, puis gagna Tokyo et Hiroshima, où fut tournée une courte séquence avec Carl Sagan, destinée à être incluse dans le film que préparaient les Japonais. A Tokyo, il acheta un magnétoscope, puis revint à Moscou.

Gates dit que sa femme était malade, souffrait d'une sorte de cirrhose, ce qui le préoccupait. Inquiet, il était entré en contact avec des spécialistes étrangers et avait en particulier eu un long entretien téléphonique avec un médecin Anglais qui avait tenté un diagnostic sur la base de ce qu'Alexandrov avait pu lui dire.

Il devait aussi soutenir sa Soviet Doktorat, à la fin de l'année. Ses pairs le lui avaient signifié. Ce grade est bien supérieur à la thèse de doctorat d'Etat française ou au Phd Américain. C'est une sorte de brevet pour une entrée ultérieure à l'Académie des Sciences d'Union Soviétique. L'impétrant doit soutenir un feu roulant de questions pendant cinq heures, et Gates dit qu'Alexandrov appréhendait un peu cet examen et qu'il n'avait

pas que des amis à l'université (mais dans le monde de la recherche les gens sans ennemis sont bien rares).

Contre-attaque du Pentagone.

En Mars 1985 le Pentagone publia un communiqué tendant à discréditer ses travaux. Peu de mois avant l'accès aux super ordinateurs Américains lui avait été interdit. Mesure purement politique. En effet lorsqu'il utilisaient les machines, Vladimir devait fournir ses listings, qui étaient analysés et introduits par un programmeur Américain, et n'avait pas un contact direct avec l'ordinateur. Impossible, dans ces conditions, de glisser à la sauvette un calcul de bombe à neutrons au milieu du lot. Contrairement aux allégations du Département de la Défense, cette exclusion n'était absolument pas basée sur des critères de sécurité.

Dans son communiqué du premier mars 85, le Pentagone écrivit :
- Il est difficile de faire la différence entre un scientifique Soviétique et un propagandiste Soviétique... Vladimir Alexandrov et G. Stenchikov ont développé des travaux basés sur un modèle Américain ancien considéré depuis comme totalement obsolete.... Ils tirent des conclusions exagérées de leurs travaux, qui leur ont attiré de vives critiques de leurs collègues étrangers...En dépit de ces critiques ils persistent à donner la même présentation de leur thèse.

Après avoir, dans les milieux scientifique, baigné presque comme un poisson dans l'eau (Alexandrov était plus Américain que les Américains, disait Gates) , c'était soudain la disgrâce.
Mais, n'exagérons rien. Les Soviétiques ont quand même des ordinateurs très convenables et le fait d'être soudain "interdit de Cray-one" ne pouvait pas pousser un tel homme, plein de ressources, à la dépression.

S'agissant des déclarations du Pentagone, je peux préciser qu'elles ne reposent sur aucun fondement scientifique établi. J'ai reçu en 1986 une publication de Stenchikov, intitulée "Mathematical modelling of the influence of the atmospheric pollution on climate and nature". Elle contenait une étude sur l'influence des quantités croissantes de gaz carbonique relâchée dans l'atmopshère par l'activité des hommes, mais reprenait aussi l'ensemble du travail sur l'hiver nucléaire, dont les résultats se trouvent confirmés amplement : Stenchikov avait exploré une large gamme de scenarii initiaux, allant de 100 à 25 000 MT et montrait en particulier qu'il ne pouvait pas exister de "petite" guerre nucléaire, vis à vis

des graves désordres causés à la biosphère. Les effets étaient toujours présents et qualitativement semblables.

Au cas où une fèlure importante eût existé dans l'ensemble de l'édifice théorique je vois mal comment Stenchikov aurait délibérément décidé de la passer sous silence, au risque d'un grave discrédit sur le plan scientifique, pour lui et pour toute l'équipe travaillant sur ce sujet au centre de calcul de l'université de Moscou.

En vérité le Département de la défense Américain n'avait sans doute pas trop prèté attention à ces travaux, toutes ce dernières années. Quel était au juste l'impact des thèses d'Alexandrov ? Elles démontraient qu'il était inutile d'accroître plus avant le potentiel nucléaire, puisque celui qui existait déja, non seulement pouvait tuer des milliards de personnes, mais mettait catégoriquement en danger la survie de l'humanité *en tant qu'espèce* .

En 1985 Lyndon La Rouche avait publié un nouvel article dans sa revue Fusion où il se félicitait de voir Edward Teller, puis le président Reagan, épouser ses thèses. Suivait un appel vibrant à une militarisation à outrance pour *rétablir la parité* vis à vis de Moscou.

Sur ce fond de décor les théories d'Alexandrov risquaient d'entraîner une réflexion, suivie d'une possible remise en question de cette mass production d'ogives, de sous-marins et de bombadiers, si profitable pour le lobby militaro-industriel Américain. D'où une vigoureuse exculsion du Soviétique des cénacles scientifiques Américains, suivie d'une opération de désinformation, pas très étayée scientifiquement, à vrai dire.

Il serait intéressant de connaître l'opinion des chercheurs réellement compétents sur ces travaux, et en particulier celle de Gates et de son équipe, dont les travaux étaient en même temps remis en cause.

On rejette ce qui vous dérange. En 84 j'avais trouvé cette même attitude systématique chez Gallois, confirmée dans son livre paru en 86, [42] accrue sans doute par la crainte de voir les armes spatiales, hors de portée des européens, mettre au rencart les missiles du site d'Albion et la flotte des sous-marins nucléaires, véritable fierté française.

Le film de la disparition.

L'élimination d'Alexandrov fut l'œuvre de grands professionnels. Il se volatilisa purement et simplement à Madrid à la suite d'une conférence qu'il donne, sur l'invite du groupe communiste de Cordoue. Ses dernières

[42] Pierre Gallois : La Guerre des Cent Secondes, édité chez Fayard, page 36

heures durent être semblable à celles du personnage des "Trois Jours du Condor" et il ne vit vraisemblablement pas venir le coup. La presse internationale, pour le peu d'écho qu'elle donna à cette affaire, vite étouffée, parla de son état d'ébriété. Faux, Alexandrov ne buvait pas. On perd subitement sa trace devant l'hôtel Habana.

Le lendemain de sa disparition, le lundi 31 avril 1985 des employés de l'ambassade Soviétiques vinrent à l'hôtel Habana. Constatant son absence ils décidèrent de récupérer ses affaires et de payer sa note. Ils prirent aussi, détail qui a son importance, son passeport.

Par la suite l'ambassade aurait officieusement demandé à la police espagnole d'effectuer des recherches au sujet de son ressortissant. Ici s'arrète l'histoire Espagnole.

Le 3 mai John Wallace, directeur du département des études de la biosphère à Washington reçut un appel téléphonique d'Alya, l'épouse d'Alexandrov, qui s'inquiétait de ne pas voir réapparaître son mari.

La conversation fut difficile parce qu'Alya parlait très mal l'Anglais et Wallace pas du tout le Russe. Néanmoins la nouvelle se répandit rapidement dans cette petite communauté scientifique, qui décida un black out, au cas où Alexandrov aurait tenté un passage à l'ouest ou se serait caché quelque part en Espagne.

Les mois passèrent et le 4 juillet la revue Nature brisa le silence, suivie par le New York Times et le quotidien Espagnol El Pais. Un jour après la diffusion de cette nouvelle, et 108 jours après la disparition d'Alexandrov, les autorités Soviétiques déposèrent une requête officielle auprès de la police et du ministère des affaires étrangères espagnols.

La première mention de la disparition du savant Russe ne fut faite dans la presse Soviétique qu'en décembre 85. Celle-ci accusa alors la CIA, en se basant sur un article signé de Ralph de Toledano, daté du 29 octobre et paru dans le Washington Times, où celui-ci évoquait, de sources secrètes, un interrogatoire qu'Alexandrov aurait subi après son passage à l'ouest.

Cette thèse fut fortement réfutée par John Wallace :

- Alexandrov était très attaché aux siens et à la culture Russe. On peut évidement supposer que le pression qu'il subissait depuis un an, liée à ses activités médiatiques, aient pu provoquer chez lui une sorte de dépression nerveuse. Mais je refuse de croire à une décision calculée.

Indifférence des media français.

A ce stade on en est réduit aux spéculations. Je peux en tout cas attester d'une chose : j'ai rencontré dans les media français la même surdité qu'en 1983 vis à vis de la thèse de l'hiver nucléaire.

Bien sûr, dès que j'ai su la nouvelle j'ai tenté des démarches tous azimuts. Mais l'affaire ne semblait absolument pas intéresser les éditorialistes français, de la presse écrite ou parlée. J'ai en tête la réponse que me fit l'un d'eux, travaillant à l'Express :

- Oui, mais depuis sa disparition, qu'y a-t-il comme faite nouveau ? rien...

Mais, en général, je dois avouer qu'on se contenta de ne pas répondre du tout.

J'ai fini avec le temps par acquérir une certaine vision du monde journalistique. Un jour un journaliste me disait :

- Dans vos milieux de recherches, vous avez des règles, des lois plus ou moins occultes. Vous avez aussi des phénomènes de mode. Quand vous tapez en dehors de ces lois ou de ces modes, ça ne prend pas, vous le savez très bien. Pourquoi voulez-vous que chez nous ça soit différent ?

Si un film comme "Les trois jours du Condor", qui décrit le drame d'un homme pourchassé par le CIA pour avoir mis le doigt par inadvertance sur un secret dont il ignorait la portée, était sorti sur les écrans, les rédacteurs en chef auraient peut-être dit :

- Tiens, coco, ça ferait pas mal, cette affaire Alexandrov, avec la sortie du film. Est-ce que tu peux me flasher quelque chose là-dessus ?

Aucun succès non plus du côté d'organismes comme Amnesty International, que cela soit au plan français ou au plan international. Nous eûmes une réponse du style :

- Est-ce que vous ne connaitriez pas des collègues Espagnols qui pourraient nous aider ?

Nous n'en connaissions pas. Des amis chercheurs, les Rivière, tentèrent des démarches officieuses par l'intermédiaire d'un chargé de mission en poste à Madrid. La réponse qu'ils obtinrent des Espagnols fut assez déconcertante :

- On ne sait rien, et dans ce cas particulier, on a pas envie de savoir...

Je recontactais Stenchikov à Moscou ainsi que Y. Shmyglevsky, chef du département de mécanique des milieux continus au centre de calcul de Moscou, et donc chef hiérarchique direct d'Alexandrov. Ce dernier me répondit dans une lettre du 24 février 86 qu'il n'en savait pas plus que ce qui avait été publié dans le Washington Post du 29 Octobre 85 et qu'il souhaitait vivement avoir d'autres informations.

En 1986 Alexandrov avait disparu depuis plus d'un an et personne n'espérait plus qu'il réapparaisse. Dans la mesure ou aucun organe de presse français n'avait encore entrepris d'enquête, il était douteux que l'on connaisse un jour la vérité. Que vaut la peau d'un chercheur ? Pas grand-chose, je suppose. Au printemps 86 j'écrivis aux responsables de l'émission Résistance, d'Antenne II. Une des journalistes, Dominique Torrès, me contacta. Il fut question d'une mission à Madrid à laquelle j'aurais participé en septembre octobre. Mais l'affaire resta sans suites. Alexandrov disparut dans l'indifférence la plus totale. Il doit reposer quelque part, dans la banlieue de Madrid, dans une dalle de ciment.

Gonzales Matta.

En 1987 une possibilité me fut donnée de me rendre à Moscou. La revue Actuel avait décidé de consacrer un article à mes travaux de MHD. A l'époque les Russes étaient les seuls à continuer dans cette voie. Le rédacteur en chef m'envoya donc là-bas avec un journaliste, Patrice Van Eersel. A l'aéroport nous attendait le fidèle Golubev, qui m'étreignit dans ses bras.

- Jean-Pierre, mon frère...

Il est des amitiés durables qui ne connaissent pas de frontières.

Je rencontrais le mathématicien Arnold, spécialiste de topologie. Avant de venir me rejoindre à l'hôtel, celui -ci me dit :

- Mais ...comment pourrai-je vous reconnaître ?
- C'est simple : je serai le seul client de l'hôtel qui aura une surface de Boy[43] dans les bras.

---

[43] Il s'agit d'une surface inventée en 1902 par le mathématicien Autrichien Werner Boy , élève de Hilberth. Son équation algébrique fut trouvée par le mathématicien Français

- Ah, dans ces conditions je peux difficilement vous rater.

J'avais également souhaité rencontrer Sakharov, qui avait publié les premiers travaux sur un modèle gémellaire d'univers, dix ans avant moi. Hélas, fatigué par le harcèlement médiatique celui-ci était parti avec sa femme, Héléna Bonaire, avec un certain humour, se reposer à ... Gorki, la ville où il avait été assigné à résidence, en disant :

- Au moins, là-bas, je connais tout le monde.

Je discutais quelques heures dans ma chambre d'hôtel avec un jeune chercheur, encore inconnu à l'époque, Linde, qui me regarda comme si je débarquais d'une autre planète.

- Ce que vous dites aurait sûrement beaucoup intéressé Andréi.

Hélas Sakharov mourut peu de temps après et mes chances de discuter avec lui sur ce passionnant problème disparurent à jamais.

Nous visitâmes différents centres de recherche. Dans les couloirs on voyait se promener des chats.

- Que font ces chats dans votre laboratoire ? demanda Patrice à la jeune femme qui nous faisait visiter un laboratoire où se trouvait un petit Tokamak.

- Mais comment faites-vous, chez vous, pour les souris ?

Au CEA, il n'y a pas de souris, en Russie, si, et elles bouffent les connexions électriques. Alors chaque labo a un budget "chats".

A Paris nous avions obtenu quelques renseignements d'un collaborateur d'Actuel, Gonzales Matta, ancien des services secrets Espagnols.

- Mes petits, cette affaire vous dépasse. J'ai gardé des contacts avec les gens des services secrets Espagnols. L'un d'eux a voulu en savoir plus sur la disparition d'Alexandrov, comme ça...

- Et alors ?

Apéry, qui se servit, pour se faire, de la description que j'en avais faite, à l'aide de méridiens elliptiques. Le lecteur intéressé en trouvera une description dans mon ouvrage "Le Topologicon", éditions Belin, 8 rue Férou, Paris. Il existe également une maquette, que j'ai faite réaliser, qui achève de s'oxyder au centre de la salle pi, au Palais de la Découverte, à Paris.

- Il a été tué dans un parking. L'affaire Alexandrov, croyez-moi, ça mord, très ford. Laissez tomber.

Le conseil semblait sage. Mais par égard pour mon ancien ami je tins cependant à rendre compte de ce que nous avions appris à l'Institut de Météorologie de Moscou, avec lequel je pris rendez-vous, pour la veille de notre départ.

- Tu es fou, me dit Patrice, on va se jeter dans la gueule du loup. Ca doit être truffé de gens du KGB, là-bas !

- Certainement, et c'est pour cela que j'ai arrangé notre entrevue pour la veille du départ. En Russie, les administrations sont lentes et, avec un peu de chance, quand ils commenceront à réagir, on sera déjà dans l'avion.

- Le ciel t'entende !

Le jour dit Stenchikov vint nous chercher avec sa voiture et nous conduisit à son directeur, Schmyglevsky. Celui-ci, en nous saluant, nous fit tout de suite une signe évoquant la présence de micros dans son bureau, et en plaçant son doigt sur ses lèvres. Nous allâmes discuter dans le parc. Tout ce que je pouvais faire c'était leur enlever leurs dernières illusions de retrouver leur collègue vivant. Selon Matta, on avait retrouvé du sang devant l'hôtel. Des prostituées aurait été témoin de son enlèvement. Il aurait été assommé.

Dans le Tupolev qui nous ramenait vers Paris Van Eersel me dit :

- Cette nuit, j'ai mal dormi.

Les hypothèses.

Que conclure sur cette disparition d'Alexandrov ?

- Le passage à l'ouest : Personne ne retient un instant cette thèse, la moins crédible. Alexandrov ne présentait pas vraiment d'intérêt pour le Pentagone. Ca n'était pas non plus ce qu'on appelait un dissident. Il militait sincèrement pour le désarmement, mais ne s'opposait pas en ce sens aux thèses de Gorbatchev, et son action était visiblement encouragée.

- La fugue : Même commentaire. Une aventure amoureuse ne l'aurait pas conduit à un tel silence pendant aussi longtemps. Et il était notoirement très attaché à son foyer.

- L'élimination physique pure et simple. Et dans ce cas, par qui et surtout pourquoi ?

J'adhère à cette dernière hypothèse, de même que Rovasenda, le secrétaire Scientifique du Pape, qui me le confirmait dans un courrier. Tout ce que nous pouvons faire, faute d'indices, c'est de chercher qui, ou quel groupe Alexandrov dérangeait.

On a a déjà vu que son action s'inscrivait tout à fait dans la poussée médiatique des actuels dirigeants du Kremlin (propositions de contrôle des armements in situ faite par Gorbatchev). On ne voit pas pourquoi Moscou aurait commandité son assassinat. A moins que, tel le héros des Trois Jours du Condor, il ait, à travers ses multiples contacts avec ceux qui avaient en charge des projets hautement secrets, mis le doigt sur une information par trop dangereuse. Auquel cas on aurait choisi une élimination dans une terre étrangère pour mieux brouiller les pistes.

Alexandrov, en se préoccupant des conséquences des armes nucléaires, ne pouvait pas ne pas s'intéresser à l'ensemble du problème des armements, dans son pays comme dans les pays étrangers. On a vu que quand on fouine dans ce champ là, on finit toujours par tomber sur quelque chose. Par ailleurs il est bien connu que les chercheurs impliqués dans des projets par trop inhumains ont parfois des problèmes moraux. Or, comme lorsqu'on adhère à la mafia, il est des engagements qui deviennent un jour irréversibles.

L'histoire rapporte le cas d'un chercheur Américain du nom de Twitchell, travaillant après la guerre à l'université de Berkeley, Californie, à des projets visant à l'amélioration des armes nucléaires. On peut supposer qu'il connaissait d'importants secrets dans ce domaine.

Le public n'a jamais su dans quelles circonstances il était tombé malade, mais il mourut en délirant, dans un hôpital militaire Américain, sans qu'aucun de ses proches ne soit autorisé à l'approcher avant son décès.

Un autre technicien d'Oak Ridge, atteint de folie subite, surpris dans un train par les agents de la sécurité en train de commenter les travaux qu'il effectuait dans la ville atomique, fut également interné dans un hôpital psychiatrique d'un genre très particulier, également en état d'isolement complet.

A l'opposé de cette possibilité resterait l'action d'un des services parallèles à la solde du complexe militaro industriel d'un des deux blocs. On sait qu'aux Etats-Unis le CIA est un véritable état dans l'état, échappant

souvent totalement au contrôle du pouvoir politique, et il pourrait en être de même pour certaines sections du KBG Soviétique. En tout état de cause les thèse d'Alexandrov s'opposaient à ce type d'activité de militarisation intensive. On a vu, au plan français, dans le livre de Gallois, comment la thèse de l'Hiver Nucléaire était délibérément passée sous silence.

La solution finale.

Lorsque nous nous étions vus à Moscou en 83, Alexandrov avait brièvement évoqué l'émergence possible d'une nouvelle bombe, à anti-matière[44] . Or trois ans plus tard ce thème faisait surface, y compris dans des revues scientifiques comme La Recherche. Personnellement je m'en tiendrai à une conversation que j'ai eue à son domicile, en novembre 86 avec Marceau Felden, conseiller militaire français et ancien directeur du laboratoire de physique des plasmas de Nancy (et par ailleurs auteur de l'excellent ouvrage "La Guerre dans l'Espace", paru aux éditions Levrault). Celui-ci me déclarait sans ambages :

- On sait déjà depuis longtemps synthétiser l'anti-matière et la conserver dans les anneaux de stockage des accélérateurs de particules. La refroidir, c'est à dire faire en sorte que les atomes d'anti-matière acquièrent des vitesses égales, ne pose pas de difficulté a priori. Dans ces conditions on peut la cristalliser. Un cristal d'anti-matière, dans une enceinte au vide suffisamment poussé, pourrait être conservé en lévitation électromagnétique à très basse température, à l'aide du phénomène de supraconduction, pendant un temps indéterminé. On obtiendrait ainsi une bombe d'une puissance théoriquement illimitée.

Pour la déclencher, il suffirait de couper le système de lévitation. L'antimatière viendrait alors au contact de la paroi et s'annihilerait avec une quantité équivalente de matière. Puissance : une mégatonne de TNT pour vingt cinq millionièmes de grammes d'anti-matière. On obtiendrait d'ailleurs un engin relativement propre, car les déchets radioactifs, c'est bien connu, viennent essentiellement des systèmes à fission.

En prenant ce thème de la bombe à anti-matière on remarquera que cent grammes d'anti-matière équivaudraient à 4000 mégatonnes de TNT, soit à la bordée thermonucléaire actuelle de l'un des belligérants potentiels.

[44] L'anti-matière, qui peut être synthétisée dans les accélérateurs de particules, en très faible quantité, s'annihile totalement avec une quantité équivalente de matière, en produisant un dégagement d'énergie 10.000 fois plus intense que les réactions de fission ou de fusion, car le rendement est alors de 100 % (toute la masse se trouver convertie en énergie).

Il serait donc théoriquement possible, dans le cadre de la physique contemporaine, de construire ce que le futurologue Américain Herman Kahn avait appelé "The Doom Day Machine", la machine du jugement dernier, c'est à dire un engin embarquable à bord d'un unique missile et capable de détruire toute vie sur Terre d'un seul coup d'un seul...

C'est une menace terrifiante, car par opposition à l'arsenal nucléaire actuel un tel engin permettrait de créer un effet de surprise définitif. Il pourrait en effet être logé dans un objet ayant l'apparence d'un banal satellite d'observation, et être mis à feu sans préavis au dessus du territoire de l'adversaire,qu'il détruirait *totalement* .

Resterait, bien sûr, à trouver le moyen de synthétiser une telle quantité d'anti-matière. Si on s'en tient aux articles publiés, les quantités qu'on envisagerait de synthétiser, ou qu'on aurait *déjà* synthétisées (?...) se chiffreraient en microgrammes. Ces charges seraient alors utilisées comme détonateurs, en particulier dans les bombes à neutrons (voir annexe 3).

Mais notons immédiatement qu'un microgramme d'anti-matière représente *quarante kilotonnes de TNT* , soit plus de trois fois la bombe d'Hiroshima....

Qui aurait imaginé, En 1945, après Hiroshima, après l'énorme effort technique lié au projet Manhattan, que la production massive de matière fissile puisse atteindre *une dizaine d'ogives par jour* .

Si un jour on sait produire de l'antimatière par microgrammes, il n'y a aucune raison pour cette production ne s'accroisse pas. Faisons confiance aux hommes, ils trouveront sûrement un moyen d'accroître ce rythme.

Des secrets qui tuent.

La bombe à anti-matière serait bien évidement liée à un certain nombre de secrets technologiques et scientifiques. Alexandrov aurait-il été en contact avec l'un de ces secrets ? Ca n'est pas impossible.

Il est bien évident que les travaux qu'il menait le mettaient automatiquement en contact avec tout ce qu'il pouvait y avoir de plus performant en matière d'armements de destruction massive. Nous avons vu qu'aucune structure de secret n'est absolument étanche.

Qui veut savoir et se met en contact avec suffisamment de gens, finit par apprendre des choses, directement ou indirectement.

Les gens qui sont impliqués sur des projets aussi monstrueux ne peuvent pas rester de marbre. S'il leur est impossible de s'exprimer directement, il n'est pas exclu qu'ils soient tentés de communiquer

certaines informations de manière anonyme à des gens qui, comme Alexandrov, puissent devenir des vecteurs de communication et pousser un indispensable cri d'alarme. Je connais des chercheurs qui reçoivent ainsi des courriers anonymes, postés d'endroits forts divers et porteurs d'informations aussi bouleversantes qu'invérifiables. Dans ce cas la règle absolue est de ne rien conserver par devers soi. Etre l'unique détenteur d'un quelconque secret est un danger mortel. Alexandrov avait peut-être oublié cette règle élémentaire.

Quoi qu'il en soit, cette voix importante s'est tue, qui était en quelque sorte la conscience des enfants du diable.

Les bouteillons de l'Apocalypse.

Les bruits les plus fous circulent dans les couloirs des grands colloques internationaux. Certains pensent que la bombe à anti-matière serait déja opérationnelle aux Etats-Unis depuis 1985 et qu'elle serait essayée, sous très petites quantités, dans les expériences souterraines du Nevada.

Les Russes, également engagés dans cette course, auraient perdu la partie à cause de leur faiblesse très nette dans le domaine de la supraconduction, vis à vis des Américains. Gorbatchev, conscient de cet écart mortel, aurait alors cherché à négocier en catastrophe. D'où ses tentatives d'ouvertures et d'où cette dérobade des Américains, peu soucieux d'interrompre leurs fructueux essais souterrains, dans l'espoir de parvenir à un résultat décisif, capable de "faire la différence".

Que signifiait par ailleurs cette plaisanterie de mauvais goût lâchée par Ronald Reagan à la radio Américain, lorsqu'il se croyait hors antenne :

- Je viens de signer une convention qui va permettre de détruire la Russie. Le bombardement va commencer dans cinq minutes.

LA MAIN DU DIABLE,ENCORE

Les étranges confidences de Le Quéau.

J'ai travaillé vingt ans dans le domaine de la MHD. Pendant quinze ans j'ai été le seul Français à m'accrocher dans ce domaine. J'ai déjà raconté ce pan de ma vie de savanturier dans un autre ouvrage[45]. En 1975, dans des circonstances qui nous emmèneraient trop loin, j'ai été amené à envisager que l'on puisse, à l'aide de la MHD, faire circuler dans l'air un véhicule à propulsion électromagnétique, à vitesse supersonique et sans onde de choc, ce qui avait évidemment un lien direct avec les OVNIS.

Je rencontrais dans cette quète des difficultés considérables, non sur le plan scientifique, mais sur le plan institutionnel. Mon élève, Bertrand Lebrun, soutint une thèse de doctorat sur ce sujet. Il est possible maintenant, de faire le point sur ce sujet en citant un passage d'un rapport effectué sur moi par le CNRS, sous la plume du président de la section 17, d'astrophysique et de cosmologie Dominique Le Quéau :

"Un rapporteur étranger, que j'ai consulté, déclare, à propos des travaux de J.P.Petit sur la suppression des ondes de choc qu'il s'agit d'un problème important, bien traité en utilisant la méthode classique des caractéristiques". Je dois dire que c'est également mon avis, à partir de la lecture de la thèse de B.LEBRUN, effectivement beaucoup plus facile à appréhender que dans les articles publiés par Petit et Lebrun dans des revues à comité de lecture : il y a là un travail apparemment sérieux de modélisation théorique des écoulements supersoniques, étayé par des simulations numériques qui me semblent correctement réalisées. Il aurait pu constituer le début d'une ligne de travail plus approfondie, relevant du domaine des "Sciences pour l'Ingénieur", si le sujet - possibilité de mouvement supersonique sans onde de choc - avait fait l'objet, à l'époque, d'un soutien renouvelé de la part du CNRS".

Depuis 1987 j'ai totalement abandonné la MHD pour me consacrer à plein temps à la cosmologie théorique. Disons que ce rapport confortera le lecteur non initié sur le sérieux de ma démarche.

Dans les années 80 le directeur général du CNRS, le sympathique Pierre Papon, avait été intéressé par le thème et nous avait fait aider par son directeur du département "Sciences Physiques de l'Ingénieur" : Combarnous. Les choses allèrent fort loin. Les calculs ayant été faits, nous avions envisagé de faire une expérience, qui devait être montée au

[45] Enquête sur les OVNI, Albin Michel, 1989

laboratoire du professeur Valentin, à Rouen, laquelle devait être montée par Claude Thénard, maître de conférence.

Pour ce faire nous avions récupéré, Combarnous et moi, une montagne de condensateurs que le CEA devait vendre à des ferrailleurs et qui provenaient de l'ancien Tokamak de Fontenay-aux-Roses.

- Formidable, disait Combarnous, on va faire de la recherche de pointe avec du matériel de rebut.

J'étais sûr de mon coup. Toutes mes expériences ont toujours marché au premier essai. En utilisant des forces électromagnétiques nous allions aspirer, annihiler les ondes de choc qui se formaient devant une petite maquette.

Mais tout bascula soudain. Il y eut un changement politique. Papon sauta et fut remplacé par Feneuille, Combarnous par Charpentier.

L'armée fit pression pour que je n'aie aucune responsabilité officielle dans cette expérience, que je devais de fait conduire de A à Z. Fontaine, adjoint de Combarnous et très introduit à la DRET (recherche militaire) me signifia téléphoniquement :

- Etant donné qu'il a travaillé avec toi, Lebrun n'a aucune chance d'être pris dans un quelconque laboratoire Français. En clair, dis-lui de se retrouver un job dans le privé.

Je levais les pouces et, privé de mes directives, Thénard ne put mener la manip à bien. Ses tuyères explosèrent les unes après les autres. De toute manière on avait bien senti que quelqu'un ne voulait pas que cette manip se fasse, du moins au grand jour. Si elle avait marché, elle aurait fait émerger le problème OVNI de sa gangue de manière irréversible.

Un an plus tard je rencopntrais Thénard à Rouen, qui me confia :

- Tu sais, j'ai rencontré Bradu, qui est notre contact à la DRET. Tu sais ce qu'il m'a dit ?

- Non

- Que la DRET doublait toutes ces recherches dans ses laboratoires secrets.

En Avril 1994 nous déjeunions à Marseille, le Quéau, président de la section du CNRS, Baluteau, directeur de l'observatoire, et moi. Soudain Le Quéau nous lâcha :

- En tout cas, je peux vous dire une chose. C'est bien l'armée qui a fait capoter les travaux de MHD de Petit.

- Pourquoi, hasarda Baluteau, cela ne les intéressait pas ?

- Tout au contraire et je peux vous dire qu'ils continuent plein pot dans leurs laboratoires secrets.

- Mais comment peux-tu affirmer une chose pareille ?

- J'ai mes entrées là-bas. Tu sais que j'ai été l'élève de Pellat[46]. Jadis j'étais assez antimilitariste, mais en vieillissant j'ai mis de l'eau dans mon vin. Disons que j'ai mes entrées à la DRET.

Rien de tel qu'un ancien soixante-huitard pour les retournements de veste.

Avant on s'en doutait. Maintenant on sait. L'armée s'intéresse aux OVNIS, à cette "science venue d'ailleurs", et cela ne date pas d'hier.

Savez-vous pourquoi ?

Pour pouvoir construire un jour un missile de croisière hypersonique, porteur d'une charge thermonucléaire.

J'ai tenu, dans ce livre, a consigner cette conversation. Comme on a pu le voir avec Alexandrov, il est des choses qu'il est dangereux de savoir. Et dans ces cas-là, mieux vaut s'en débarasser au plus vite, comme d'une peste qui peut être mortelle. Alexandrov ne s'était pas méfié et n'avait même pas vu le coup venir. Combarnous m'avait dit un jour :

- Mon vieux, si tu continues, un jour tu te retrouveras dans un cercueil plombé.

Peut-être, mais si je ne parle pas, qui le fera ?

---

[46] Mon ancien directeur de recherche au CNRS. Membre de l'ex conseil scientifique du groupe créé par le CNES pour l'étude des OVNIS : le GEPAN, ex-président du CNRS. Actuellement directeur des projets scientifqiues du CNES.

EPILOGUE

Alexandrov a été écrasé, tel Laocoon par des serpents sortis de l'onde, pour maintenir le destin de la planète sur ses rails.

Dans ce livre j'ai voulu montrer comment la science était devenue le composant principal de l'histoire des hommes. Les découvertes scientifiques et techniques apportent des bouleversements de plus en plus rapides. Les scientifiques, ces Jean de la Lune, en sont devenus pratiquement les principaux acteurs. Avant le projet Mannathan les "savants" étaient de simples marchands qui accompagnaient la caravane sans la diriger, des marginaux qui scrutaient les secrets de la nature en ayant l'impression d'être en dehors de l'agitation humaine.

Le hasard en a fait les principaux artisans de l'histoire. Ils ont fourni aux hommes de quoi s'entre-détruire. Ils ont déséquilibré de fragiles équilibres, remplacé les flèches par des Kalachnikov, les canons par des bombes thermonucléaire, en... toute innocence.

Les biologistes ont sorti de la boite de Pandore scientifique d'autres outils, peut-être à terme encore plus dangereux que l'atome.

Ce bond en avant technologique, exponentiel, n'a rien changé au mental des hommes. Les conflits actuels sont la réactualisation de conflits tribaux séculaires, ethniques, raciaux, religieux. Seuls les "moyens d'expression" ont changé. On a l'impression que l'homme possède, sans le savoir, un archéolencéphale très actif, qui cohabite avec son cerveau rationnel et dont l'influence sur ses actes n'a rien à voir avec son quotient intellectuel. Le vie d'un homme comme Oppenheimer, où un intellect puissant était mis au service d'une ambition simpliste, en est la caricature.

Qui trouvera la solution de la crise planétaire actuelle ? L'ONU ? Cela fait sourire[47]. Les hommes politiques, les scientifiques, les économistes, les leaders religieux ? Ils ont dénués de la plus petite parcelle d'imagination.

Paradoxalement, l'intelligence ne semble plus opératoire, la science non plus, qui engendre plus de désordres qu'elle n'apporte de vraies solutions.

Comment terminer ce livre ?

[47] Lors de la Guerre du Golfe, un G.I. réaliste et doté du sens de l'humour avait peint sur son casque l'inscription "Oil War".

Par un vibrant appel aux populations ? L'expérience a montré la vanité d'une telle démarche. Depuis des décennies les mouvements pacifistes déploient en vain leurs efforts. Leurs discours se perdent dans la cacophonie générale.

Faut-il alors conclure avec pessimisme ou, au contraire, y aurait-il un deux ex-machina salvateur, outsider, imprévu ?

Quelle est la cause des désordres sur cette planète ? Les hommes se battent parce qu'ils ne se connaissent pas. Il y a quelques semaines je voyais une émission sur la ville d'Hébron où se retrouvent face à face, autour du même sanctuaire, le tombeau d'Abraham, 100.000 Palestiniens et 300 colons juifs. On voyait des gosses juifs qui partaient à l'école, protégés par des militaires et traversant une ville hostile où leurs parents ne se déplaçaient qu'armés, en chantant des chansons appelant à la mort des Arabes, apprises de la bouche de fanatiques aveugles. En face, on voyait d'autres gosses, jetant des pierres. Deux haines, deux livres écrits il y a des siècles.

A un moment je journaliste demanda à l'un des enfants juifs :

- Connais-tu un Arabe ?

L'enfant, qui était aussi beau et aussi blond que l'était mon fils lui répondit simplement

- Non.

On ne peut pas déplacer des milliards d'hommes pour leur apprendre à se connaître. Cela coûterait trop cher. Mais la technique moderne a rendu une chose possible : ils peuvent se parler. Des réseaux existent. Le téléphone était coûteux. Le fax a diminué ce coût d'un facteur cent. Mais le fax, c'est de l'image.

La NASA, pour des raisons stratégiques, a développé un système nommé INTERNET (réseau international). De loin, cela peut paraître compliqué. Les utilisateurs ont besoin de disposer d'un ordinateur et d'une liaison. Mais le concept existe. Ce qui est fondamental c'est que la communication est ultra-rapide et très peu coûteuse. INTERNET passe 5000 caractères par seconde. Une lettre passe en une fraction de seconde, d'un bout à l'autre de la Terre, un livre entier en quelques minutes.

L'ordinateur n'est pas un problème, ni de coût, ni de matière première. On peut en construire des millions à bas prix. Le problème, c'est la langue.

Reconstruire la Tour de Babel.

Dans la Bible il est écrit que les hommes voulurent un jour construire une tour pour escalader le ciel. Dieu, mécontent, aurait alors confondu leurs langages et les auraient dispersés aux quatre coins de la planète.

Il existe déjà un projet nommé BABEL, qui est une caricature de communication. Ses auteurs veulent seulement que les émissions de télévisions, relayées par les satellites, puissent être sous-titrées en toutes les langues. Formidables : les media, au service d'oligarchies pourraient alors déverser leurs âneries à tous vents. Publicités, bourrages de crânes en tous genres, ventes par correspondances, émissions religieuses, jeux, feuilletons, pseudo-débats, pseudo-informations, pseudo-tout.

Ce qu'il faut faire c'est exactement l'inverse. Créer la possibilité d'un dialogue direct, sans aucun intermédiaire, précisément sans media.

Se pose alors le problème de la barrière de langue. Il n'est pas insoluble, contrairement à ce que l'on peut penser. Pourtant toutes les tentatives de traduction d'une langue à l'autre ont été des échecs. Si un Français tape :

- Ca fait belle lurette

L'ordinateur a toutes les chances de traduire dans d'autres langues :

- Voici de magnifiques bougies !

Pour le moment la traduction d'un texte brut est une chose impossible. Mais pas si le système est interactif. On pourrait doter BABEL plusieurs niveaux. On ne peut pas envisager d'emblée de faire dialoguer un Papou et un Eskimo. La première version de BABEL serait réservée au lot des langues usuelles (la langue standard d'INTERNET est l'Anglais). L'essentiel est de donner le coup d'envoi à un telle idée, que je ne suis probablement pas le seul à avoir eu.

Imaginez que cela existe. Vous tapez :

- Je m'appelle Jacques Dupont. J'ai 25 ans. Je suis technicien en aéronautique. J'ai deux filles. La première s'appelle Samantha et la seconde Marie-Dominique. J'habite Lyon, en France.

Un programme simple peut traduire instantanément cela en une multitude de langues, sauf peut-être en Papou ou en Maasai, lesquels ignorent la signification des mots "technicien" et "aéronautique".

Si votre phrase est plus complexe, l'ordinateur tentera de l'analyser de son mieux et vous répondra :

- Je ne suis pas sûr de bien vous comprendre. Mais voici vingt phrases voisines, qui sont pour moi *traductibles* . Si l'un d'elle vous convient, cliquez dessus avec votre "souris", sinon reformulez votre phrase plus simplement.

Les ordinateurs, les banques de données, sont capables d'engranger des sommes phénoménales d'informations. Celles-ci ne seront pas dans votre ordinateur, mais peut-être à des dizaines de milliers de kilomètres de là. Peut-être aurez vous téléchargé sur votre disque dur, ou dans votre mémoire centrale, un sous-programme de traduction spécialisé, par exemple Arabe-Hébreu.

Des programmeurs, des linguistes, des logiciens, peuvent faire naître ce programme en peu de temps. C'est un travail de groupe (comme INTERNET). Rapidement, des milliards d'êtres humains pourraient converser en utilisant un langage simple, assorti de milliers ou de dizaines de milliers de "phrases-types".

Entendons-nous bien. Il ne s'agirait pas de créer, à travers l'informatique, l'équivalent de l'Esperanto. BABEL serait un programme intelligent, sans cesse enrichi par les apports de gens bi ou multilingues. Je suis convaincu que des milliers d'hommes de la Terre seraient prêt à consacrer du temps, bénévolement, pour enrichir cette âme collective planétaire artificielle. La capacité des ordinateurs est déjà telle qu'elle peut absorber toutes les langues de la Terre. La Bible représente deux mega-octets.Les ordinateurs des gros centres de calcul ont une capacité d'ores et dejà un million de fois supérieure.

Les lettres, les caractères, sont des informations minuscules, au regard du son et de l'image. Or le plus important, ce sont les idées.

La communication se planétarise. Il y a vingt ans, quand on voulait alors une communication (par câble sous-marin) avec les Etats-Unis, l'opératrice vous répondait "il y a une attente de tant..." etr la liaison-son était souvent fort mauvaise. Ce problème, grâce aux satellites de télécommunication a pratiquement disparu. Aujourd'hui on décroche son téléphone, on appelle Berkeley ou Sydney et on a l'impression que l'interlocuteur est dans la pièce à côté. Plus encore : on peut dans certains pays faire la même chose en utilisant des radio-téléphones individuels.

Il existe des projets visant à couvrir l'espace circumterrestre avec soixante dix satellites de télécommunication qui permettront de relier instantanément deux personnes situées en n'importe quel point du globe, dans une ville ou en plein forêt Amazonienne.

Les besoins de la planète en images débouchent sur des projets encore plus ambitieux. Au milieu de ces torrents d'informations, l'envoi d'une simple lettre sera une goutte d'eau dans un fleuve. Quoi qu'on fasse, la potentialité de communication entre les hommes, à faîble coût et sans limitation, se construit technologiquement, même si les motivations des projets en cours sont plus que douteuses. Quand ces réseaux seront en place, le "courrier électronique" et "l'édition électronique d'ouvrages" s'y insèreront comme des parasites minuscules.

Comment le projet BABEL pourrait-il être lancé ? En utilisant les possibilités d'INTERNET, qui touche potentiellement 30 millions de personnes.

Si quelqu'un a quelque chose à dire, il peut écrire un livre. Mais au lieu de se chercher péniblement un éditeur (à qui il faudra plaire) , un circuit de diffusion, un traducteur, il pourrait écrire son ouvrage en vingt-quatre langues d'un coup, son livre pourrait être "édité" potentiellement en des millions d'exemplaires. Tout utilisateur aurait alors la possibilité de le "télécharger" gratuitement et l'imprimer, chez lui[48]. BABEL pourrait être doté d'un système de synthèse vocale, pour ceux qui ne savent pas lire[49]. Ceux-ci pourront alors charger la version sonore du livre, sous forme codée, "compactée", que le synthétiseur vocal de leur ordinateur pourra leur restituer.

Bien sûr, l'auteur ne touchera pas de droits. Mais est-ce là le but premier d'un livre ?

A terme on pourrait ouvrir BABEL à ceux qui ne connaissent pas l'écriture. Leur ordinateur serait simplement équipé d'un système de reconnaissance et de synthèse vocale.

---

[48] Que les éditeurs se rassurent. Il leur restera un vaste créneau pour les ouvrages "à caractère littéraire".

[49] Une équipe Américano-Japonaise a récemment mis en œuvre avec succès un système de communication fondé sur un ensemble de 300 mots (projet STAR : speech translation advanced research). L'entrée s'effectuait par saisie direct de la parole et la sortie s'opérait par synthèse vocale. Le problème est donc maîtrisé, même si la possibilité de traduction reste très embryonnaire et limitée à de simple échanges techniques et commerciaux (descriptions d'appareils, propositions de contrats)

BABEL, forum planétaire, ne serait pas conçu pour fondre les cultures planétaires en une culture unique, mais pour les fédérer. Toutes les nuances de la pensée humaine pourraient y trouver leur place.

Comme le MINITEL et INTERNET, BABEL aura d'innombrables messageries, éventuellement avec des pseudonymes, des clefs, des codes, pour assurer l'anonymat à ceux qui en auront besoin pour s'y exprimer librement, loin de la surveillance de leurs "frères". Jusqu'à présent les hommes n'ont jamais communiqué en cœur à cœur, mais à travers des filtres innombrables, idéologiques, religieux, mediatiques. Bien sûr, BABEL pourrait être le siège de toutes sortes de tentatives de manipulations et de récupérations. Mais les hommes sont plus nombreux que ceux qui les manipulent.

Il y a moins de vingt ans l'ordinateur était un luxe coûteux. Les heures d'ordinateur étaient chères. J'ai connu l'époque, où l'équivalent d'une calculette (de marque Frieden, affichage à diodes) coûtait l'équivalent de dix millions de centimes. Aujourd'hui que coûte une calculette capable de faire les quatre opérations et extraire des racines carrées, un franc ?

Les ordinateurs pourront être produits par millions, être alimentés par des capteurs solaires et couplés à des satellites par des antennes en forme de parapluie (comme en avaient les journalistes pendant la guerre diu Golfe).
Il existe des projets, qui de toute façon aboutiront, visant à couvrir le ciel de centaines de satellites de télécommunication. La plupart des projets sont liés à la généralisation du téléphone portable. D'autres, plus ambitieux, visent le transport des images. Dans ce réseau, les textes seront des informations minuscules, presque négligeables. BABEL n'est pas un projet ambitieux, en regard de ceux-là. C'est une goutte d'eau dans ce brouhaha. Mais cette goutte d'eau s'appelle liberté.

Les incidences philosophiques d'un tel projet.

Imprévisibles. Mais, fondamentalement, c'est la liberté pour tous. La liberté de parler et d'entendre. Le court-circuitage complet et instantané de toutes les pressions idéologiques et religieuses. Nous sommes potentiellement libres et nous ne le savons pas. Pas encore.

Imaginez deux hommes, dans deux villes en guerre, qui soudain se parleraient.

- Moi je suis de telle ville, et toi.
- Moi je suis de là. cette guerre, j'en ai marre. J'en ai assez de ces tueries.
- Moi aussi. Nos chefs nous racontent que vous êtes haïssables.
- Les nôtres aussi.
- Ils disent que cette terre nous appartient.
- Les miens disent pareil. Ils disent que nous ne devons pas mèler notre sang au vôtre.
- Mais cette terre, pourquoi ne pas la partager ? Pourquoi ne pas vivre ensemble, mieux nous connaître, et, pourquoi pas, nous aimer ?

Pendant la guerre de 14-18 beaucoup de soldats sortirent des tranchées, las de se tirer dessus, de se mitrailler, de se bombarder, de se gazer, et fraternisèrent.

Les généraux, des deux côtés, matèrent ces révoltés en pratiquant la décimation. Et la guerre continua.

ANNEXES

ANNEXE 1 : LA BOMBE A FISSION

La fission d'un noyau d'uranium 235 dégage une énergie de 190 Millions d'électrons-volts (190 Mev). Sachant q'un électron-volt équivaut à 1,6 10^{-19} joule, ceci représente 3 10^{-11} Joule. Chaque fission libère en moyenne 2 ou 3 neutrons. Chacun des neutrons émis parcourt statistiquement un certain libre parcours avant d'interagir avec le noyau suivant (réaction en chaîne). Si le diamètre d'une sphère d'uranium 235 est inférieur à ce libre parcours les neutrons produits sortiront sans interagir et il n'y aura pas réaction en chaîne.

La masse nécessaire pour provoquer une réaction en chaîne dépend étroitement de la pureté du matériau, c'est à dire de sa richesse en matériau fissible. L'uranium naturel se compose de 99,3 % d'U238, non fissible et de 0,7 % d'U235, fissible. Si on raffine cet uranium naturel au point d'obtenir 40 % d'U235 la masse critique est alors de 35 kg. Un mélange avec 80 % d'U235 aura une masse critique de 20 kg, et celle de l'U235 totalement pur est de 15 kg. Les bombes utilisent un uranium comportant de l'ordre de 90 % d'U235 où la masse critique est alors voisine de 17 kg.

Le plutonium n'existe pas dans la nature parce possédant une durée de vie trop faible à l'échelle de l'âge de la Terre. On le fabrique en bombardant de l'uranium naturel U238 à l'aide des neutrons rapides émis par un réacteur fonctionnant à haut régime, par exemple un réacteur type surrégénérateur à neutrons rapides ("breeder"). Il se forme alors du Pu 239, puis du Pu 240 et du Pu 241. Seul le Pu 239 est intéressant. On arrête donc le réacteur avant apparition d'une trop grande quantité des deux derniers isotopes, typiquement au bout de trois cent jours de fonctionnement. La masse critique du plutonium Pu 239 pur est de 4,4 kg. Dans la pratique on utilise un mélange des différents plutoniums contenant 40 % de Pu 239. Dans ces conditions, une sphère conduisant à la réaction en chaîne aura un diamètre de dix centimètre, ce qui correspond à une masse de 11 kg (la densité du plutonium est de 19,5 g par centimètre cube).

Il est possible de réduire cette masse critique en comprimant le métal à l'aide d'un explosif chimique conduisant à des pressions de crête d'un million d'atmosphères. Dans ces conditions la matière fissile peut être comprimée de 3 à 5 fois. La masse critique de plutonium n'est plus alors que de 2,75 kg. Cette masse, à la pression normale, correspond à une sphère de 6,3 cm de diamètre (une balle de ping-pong).

Lorsque la réaction en chaîne débute, les noyaux fissionnent et ainsi, en très peu de temps les neutrons émis ne trouvent sur leur chemin qu'un mélange d'atomes fissiles et des débris de fission. Le nombre de fissions par

unité de temps décroît alors rapidement. Pour obtenir une explosion puissante il faut donc réunir une masse initiale nettement supérieure à la masse critique. Par exemple une sphère de 9 cm de diamètre, en dessous du diamètre critique à la pression normale, mais correspondra, à l'état comprimé, à trois fois la masse critique de 2,75 kg.

Il existe un rendement de fission, calculable. Ainsi pour cette masse de 2,75 kg de plutonium la puissance produite équivaut à 45 kilotonnes de TNT. Une tonne de TNT équivaut à 10^{12} calories, soit à 4,18 10^{12} Joules. La bombe envisagée correspond à 1,88 10^{14} joules.

Utilisant la loi $E = mC^2$ on peut alors calculer la masse ainsi convertie en énergie. Comme $C = 3\ 10^{8}$ m/s, un kilo de matière se transforme en 10^{16} joules. La bombe équivaut donc à la conversion en énergie de 19 grammes de matière, soit un centimètre cube.

Lorsque l'explosion débute un certain nombre de produits peuvent s'en échapper librement : les neutrinos (à ne pas confondre évidement avec les neutrons) et le rayonnement gamma. Ce phénomène dure dix milliardièmes de seconde et représente dix pour cent de l'énergie libérée. Immédiatement après se situe une impulsion électromagnétique de très grande intensité, dans une plage de fréquence allant de 1 à 100 mégahertz (effet EMP, ou electromagnetic pulse). Mais les produits de fission restent à l'intérieur de la masse. La température du milieu grimpe évidement en flèche et l'objet bombe devient un plasma totalement ionisé, c'est à dire un mélange de noyaux, de débris de noyaux et d'électrons libres, en état d'équilibre thermodynamique. A ce stade la bombe est un "corps noir", mélange de matière et de rayonnement piégé dans celle-ci. La température finale dépend de la puissance de la bombe. Un engin de 5 kilotonnes se présente en fin de fission comme une boule de matière chaude (et de rayonnement) portée à 140 millions de degrés. Dans ces conditions l'énergie contenue dans la fraction rayonnement atteint 90 % de l'énergie totale et ce rayonnement est sous forme de rayons X "durs" d'une énergie de 17 keV. Plus la puissance de l'engin est élevée et plus cette température finale croît. Ce processus s'étend sur un peu moins d'un millionième de seconde.

Lorsque cette sphère de plasma entre en expansion, elle libère ce rayonnement X contenu qui se trouve piégé par l'air ambiant sur un rayon qui est alors celui de la "boule de feu". Cette boule entre alors elle-même en expansion brutale en créant une onde de choc (effet de souffle) et en rayonnant à son tour de l'énergie, en ultraviolet, dans les visible mais en particulier sous forme infrarouge (effets thermiques).

L'onde de choc représente 50 % de l'énergie produite, les radiations thermiques 40 %, les radiations gamma 10 % .

Les gammas ont une énergie moyenne de 0,75 MeV et sont extrêmement pénétrants. Ils peuvent par exemple traverser 30 centimètres de béton. On a utilisé différents montages permettant de conduire à la masse critique. Le montage "usuel" (pour une bombe servant de détonateur de fusion) consiste maintenant à tirer à l'aide d'un explosif conventionnel un cylindre de matière fissile dans une sphère où un logement a été ménagé, le projectile agissant à la manière d'un poinçon. Cette opération a deux effets, il y a compression du métal et constitution de la masse critique. Dans les bombes à fission pure on entoure une sphère de matière fissile creuse d'une couche d'explosif. Quand celui-ci explose, la sphère implose avec de nouveau les deux phénomènes : compression et constitution de la masse critique.

La fission est déclenché par une source de neutrons (dans le détonateur de bombe à fusion cette source est incluse dans le projectile cylindrique). Cette source est constituée d‘un mélange de polonium 210 et de bérylium, qui, en se mélangeant, produisent une énorme bouffée de neutrons, qui déclenchent la fission de l'uranium 235 ou du plutonium 239.

La première bombe A pesait quatre tonnes et faisait 3,67 mètres de long et 1,27 mètres de diamètre. Sa puissance fut évaluée à douze kilotonne de TNT. Les différents pays possèdent maintenant des mini engins d'une puissance d'une kilotonne, pesant 26 kilos et transportables dans un simple sac à dos. On peut tirer ces engins, sous forme d'obus, à partir d'un simple mortier.

Les réacteurs nucléaires utilisent typiquement de l'uranium légèrement enrichi. On passe ainsi d'une teneur de 0,7 % en U235 à une teneur de 3,3 % qui est suffisante pour avoir un fonctionnement correct. Le chargement d'un réacteur comporte alors de l'ordre de cinq cent kilo d'uranium, c'est à dire l'équivalent de trente bombes atomiques.

La fission est plus efficace lorsque les neutrons sont lents. Les "réacteurs à neutrons lents" industriels comportent donc une substance qui ralentit les neutrons en les faisant passe de 20.000 m/s à 1000 m/s.

Dans un surgénérateur on ne cherche plus à ralentir les neutrons qui peuvent alors quitter le cœur pour aller frapper une "couverture fertile" d'U238 qui se transformera en Pu 239 par capture de ces neutrons (qui ne se produirait pas si ceux-ci étaient lents). Les surgénérateurs sont donc utilisés pour fabriquer l'explosif des bombes à fission, typiquement du Pu239. Bien sûr, ces engins sont présentés, en période de pénurie d'énergie, comme un moyen économique de fabriquer à partir d'U238 naturel une nouvelle quantité de matière fissile destinée à alimenter des réacteurs. Mais le but, non avoué, est militaire. Ces surgénérateurs, travaillant plus près des

conditions critiques, sont beaucoup plus dangereux que les réacteurs à neutrons lents.

Tout pays qui possède un réacteur nucléaire et un certain capital en uranium, est à même, un jour ou l'autre, de se mettre à fabriquer du plutonium pur susceptible de donner naissance à des bombes.

ANNEXE 2 : LA BOMBE "H"

La première bombe à fusion Américaine fonctionna sur la base d'un mélange de deux isotopes de l'hydrogène, le deutérium (symbole D) et le tritium (symbole T). L'hydrogène léger a un noyau qui est constitué d'un proton unique. Le noyau de deutérium possède un proton et un neutron, celui du tritium un proton et deux neutrons. La réaction de fusion D-T est :

D + T ---> He (noyau d'hélium) + n (neutron).

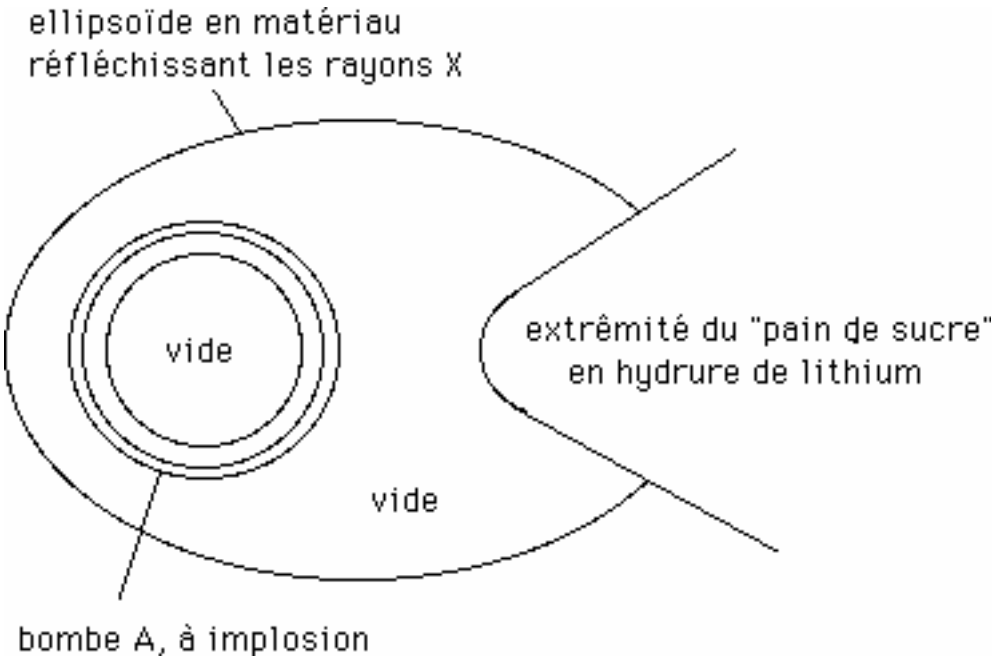
La réaction produit une énergie de 22,3 MeV électrons-volt. Pour que cette réaction soit possible il faut que le milieu de fusion soit suffisamment dense, c'est à dire que le mélange soit à l'état liquide, ce qui implique le recours à un dispositif cryogénique. Pour cette raison ceci ne peut être utilisé en tant qu'arme.La "véritable" bombe H, opérationnelle, fonctionne différemment. Les isotopes sont présents sous forme d'hydrures de Lithium ^{6}Li (six nucléons).

La première bombe Soviétique fonctionna avec un mélange moitié moitié de composé lithium-deutérium et de lithium-tritium, une bombe à fission servant de détonateur.

La bombe à fission produit dans l'instant qui suit sa mise à feu un intense flux de rayons X durs. Les calculs montrèrent qu'en entourant simplement une bombe A par une charge de fusion, celle-ci se trouvait dispersée avant que les réactions ne démarrent. Il fut donc nécessaire d'éloigner la charge de fission et le mélange de fusion en concentrant une partie du rayonnement X sur celle-ci à l'aide d'un miroir en forme d'ellipsoïde, d'œuf. Des métaux lourds comme l'uranium 238 (uranium naturel), non fissibles, possèdent un certain pouvoir, assez faible, de réflexion des rayons X. On utilisa ce pouvoir réfléchissant partiel (idée d'Ulam et de Sakharov) pour insoler une cible constituée du mélanges des deux hydrures. Une puissance d'une kilotonne est obtenue, par la fusion de 12,3 grammes de deutérium-tritium ou de 42 grammes d'hydrures.

Les bombes H furent ensuite perfectionnées. Le tritium, n'existant pas à l'état naturel (son temps de demi-vie n'est que de douze ans) devait être synthétisé par irradiation par des neutrons du ^{6}Li, lequel se transforme alors en tritium et en hélium. Cette fabrication de tritium fut assurée en utilisant des réacteurs nucléaires.

Dans la version standard de la bombe à fusion le mélange solide se présente maintenant sous la forme d'une sorte d'obus terminé par une excroissance sphérique.



Géométrie typique d'une bombe à hydrogène, montrant son détonateur (bombe A), à l'échelle 1/1. Ce type de bombe peut être logé dans un obus de mortier lourd (bombe à neutrons). La charge en hydrure de lithium est illimitée.

L'excroissance est un mélange des deux hydrures ^{6}Li D et ^{6}Li T . L'obus lui-même n'est fait que de ^{6}Li D. L'explosion de la bombe A focalise le rayonnement X sur l'excroissance sphérique, qui fusionne. Cette fusion intervient après compression de la sphère , son volume étant diminué d'un facteur 500. Grâce à cette compression l'énergie nécessaire pour entraîner sa fusion équivaut à l'explosion de 500 kg de TNT.

Son expansion rapide entraîne le départ d'une onde de détonation à travers le corps qui la prolonge. Cette onde comprime l'hydrure, sa densité étant accrue d'un facteur huit. La température monte à des valeurs dépassant le milliard de degré. En même temps le bombardement par les neutrons rapides émis par la fission de la petite sphère transforme le ^{6}Li en un noyau d'hélium et un noyau de tritium, qui réagit aussitôt avec le deutérium libéré par l'hydrure.

Dans ces conditions le rendement de fusion atteint 30 à 40 pour cent. Autour de l'obus une chape d'U238 fait office de réflecteur de neutron pour

donner à l'ensemble, jusqu'à achèvement des réaction de fusion, une allure de four cylindrique.

Il s'agit d'une réaction auto catalytique dans laquelle le tritium nécessaire à la fusion est produit en continu par la réaction elle-même, à cause de la constante réémission de neutrons rapides. A chaque cycle 22,3 Mev sont dégagés. Le deutérium est stable, mais le tritium ne l'est pas. Il est donc nécessaire de changer périodiquement l'excroissance cible des bombes à fusion, sans toucher par contre à l'obus fait de deutérure de lithium.

On a également perfectionné les réflecteurs d'uranium en utilisant des systèmes multicouches, alternant le métal et des matériaux synthétiques.

La puissance d'une bombe à fusion est illimitée puisqu'elle ne dépendra que des dimensions de l'obus contenant le ^{6}Li.

L'engin Américain opérationnel le plus puissant est le W53 emporté par un missile Titan, et dont la puissance est de 9 mégatonnes. Les Soviétiques ont procédé à des essais de deux engins atteignant cent mégatonnes (témoignage d'A.Skharov, dans ses mémoires).

Dans les bombes F.F.F (fission-fusion-fission) on entoure la bombe H d'un épais manteau d'U238. Soumis au bombardement par les neutrons de fusion, rapides, celui ci se transforme en Pu 239, fissible.

Il existe des bombes H de toutes puissances. Pour une "frappe chirurgicale" on on utilisera des bombes de quelques kilotonnes. Les bombes envoyées sur des sites de missiles ou des installations stratégiques concentrées feront de 10 à 100 kilotonnes. Les bombes capables de dévaster totalement de très vastes régions, de la taille des plus grandes métropoles planétaires, feront de une à dix mégatonnes.

Une bombe de cent kilotonnes explosant près du sol est capable de créer une surpression de mille atmosphères, suffisante pour enfoncer les portes des silos de missiles. Au point de vue thermique, tout est vitrifié au point d'impact. A trois kilomètres du point d'impact le rayonnement est encore capable de faire fondre une tôle d'aluminium de plusieurs millimètres d'épaisseur (comme la paroi du réservoir d'un missile).

La bombe H est en état de perfectionnement permanent. La bombe à neutrons (voir annexe 3) en est une des variantes. Il existerait des bombes H dont la charge de fusion aurait un dessin tel qu'elle pourrait donner des effets semblables aux charges creuses chimiques. On sait que les obus à charge creuse ont une géométrie d'explosif tout à fait spéciale

Lorsque cette charge détone les ondes de choc convergent vers l'axe de l'obus en donnant naissance à un dard de plasma très chaud, animé d'une très grande vitesse, capable de percer les plus épais blindages (jusqu'à un

mètre d'acier). Dans le domaine nucléaire le dard thermonucléaire, propulsé à mille kilomètres par seconde, pourrait percer les abris les plus épais (et en tout cas les protections des silos de missiles). On ignore en fait quelles pourraient être les "performances" de tels engins, qui n'ont jamais été essayés en vraie grandeur, mais leur existence semble avoir conduit les Américains à abandonner leur super abri des Rocheuses pour le remplacer par un PC opérationnel volant, simple Boeing 747 aménagé où le président serait censé prendre place avec son état-major en cas de conflit, zigzaguant entre les explosions...

Une autre application de l'arme thermonucléaire à charge creuse pourrait être l'EMP (voir annexe 5). En effet, si le dard de plasma thermonucléaire est dirigé dans un champ magnétique puissant on peut obtenir théoriquement une impulsion électromagnétique extrêmement puissante. Ce champ magnétique pourrait être produit par l'expansion même du plasma (système à auto induction).

ANNEXE 3 : LA BOMBE A NEUTRONS

Dans la bombe H présentée dans l'annexe 2 on dardait le rayonnement X émis par une bombe A sur une sphérule qui était un mélange des deux hydrures 6Li D et 6LI T. On s'arrangeait pour cette violente insolation ait deux effets : chauffer la cible et également accroître sa densité par compression. Pour que l'engin fonctionne à coup sûr on utilisait une bombe A détonateur d'une puissance relativement élevée, de l'ordre de plusieurs dizaines de kilotonnes, ce qui permettait d'utiliser un réflecteur relativement primitif.

La clef de la bombe à neutrons consiste d'abord à posséder un réflecteur des rayons X extrêmement sophistiqué, multi couches et multifréquences, qui atteigne un coefficient de réflexivité de 5 %, de manière à pouvoir provoquer l'allumage de la cible d'hydrure avec la bombe A la moins puissante possible. Pour que ce miroir garde ses propriétés le plus longtemps possible il sera relativement massif, disons qu'il fera un centimètre d'épaisseur.

On cherchera ensuite à avoir la meilleure compression possible de l'hydrure en l'entourant d'un "pusher", c'est à dire d'un matériau ablatif qui absorbera bien les rayons X et se dilatera violemment, entraînant l'écrasement de son contenu. Un ablateur en acier aura une épaisseur de cinq millimètre. La cible, contenue dans cette coquille métallique, aura à peu près la taille d'un gros œuf. Lorsqu'elle fusionnera, les neutrons émis, au lieu d'aller solliciter du deutérure de lithium en produisant du tritium, s'échapperont librement à travers l'enveloppe de la bombe.

De telles bombes ont été conçues pour être utilisées par des fantassins sur le champ de bataille en étant tirées par de simples canons, des obusiers de 230 mm.

Quel que soit le dessin de tels engins, environ 20 % de l'énergie totale délivrée se retrouvera sous forme mécanique (effet de souffle). Une bombe n'émettant que des neutrons serait un leurre. Sa puissance minimale est déterminée par la plus petite charge de fission nécessaire à amorcer la fusion, qui correspond à une demie kilotonne de TNT.

La "bombe à neutrons" permettrait en principe de délivrer des doses létales aux passagers d'un char, dans un rayon de sept cent mètres autour du point d'explosion, irradiation qui entraîneraient la mort des occupants de la machine dans les minutes suivant l'explosion.

Certains doutent de l'efficacité de l'arme étant donné primo la tactique de dispersion des forces vers laquelle s'orientent les belligérants potentiels, d'autre part l'excellente protection des chars modernes vis à vis des

neutrons, due à la sophistication des blindages sandwiches (développés simplement pour mieux résister aux armes anti-char), atteignant trente centimètres d'épaisseur, où interviennent des composites très hydrogénés et qui se trouvent constituer d'excellents filtres anti-neutrons.

La bombe à neutrons nécessite de nombreux essais souterrains pour la mise au point du réflecteur. C'est aussi un certain exercice de maîtrise en matière de technologie de bombe et de miniaturisation. C'est aussi en particulier pour la France une façon comme une autre de justifier la poursuite intensive des essais souterrains à Mururoa. Sur fond d'absurdité de tout cet arsenal nucléaire, la bombe N apparaît comme une simple affaire de standing.

En vérité les tentatives de création de réactions de fusion à l'aide de lasers, comme celle de Livermore, sont essentiellement des études de l'efficacité des "pushers", donc liées au développement de la bombe à neutrons.. Il est significatif qu'un décret du Journal Officiel 3 avril 1980 ait, en France, couvert ce type de recherche de fusion par confinement inertiel par le secret militaire.

Le plus beau camouflage de ces recherches aura été, dans les débuts, de les faire passer pour orientées vers des applications civiles.

ANNEXE 4 :
Bombe à radioactivité résiduelle réduite (RRR)

Cette bombe produit des effets inverses de la bombe à neutrons. Dans ces conditions on cherche à prioriser les effets mécaniques et sismiques sur les effets des rayonnements.

La première idée consiste à partir d'une bombe à neutrons (de faible puissance) en l'entourant d'un manteau capable épais de plusieurs dizaines de centimètres, capable de les absorber, fait d'éléments légers, riches en hydrogène. Du polyéthylène pourrait convenir.

La seconde solution consiste à utiliser une bombe à fusion où le mélange ne produit pas ou très peu de neutrons de fusion. On peut citer deux mixtures :

Première formule :

$$\text{Deutérium} + {}^{3}He \quad \text{--->} \quad {}^{4}He + H$$

C'est à dire un mélange de deux isotopes, l'un d'hydrogène, l'autre d'hélium, l'ensemble redonnant les isotopes standards, hélium 4 et hydrogène 1.

L'hélium 3, bien que stable, n'existe pas dans la nature. C'est le produit de la désintégration du Tritium présent dans les bombes à fusion classiques. On le recueille systématiquement dans les opérations périodiques de maintenance des bombes.

Seconde formule :

$$H + {}^{11}B \quad \text{----->} \quad {}^{4}He$$

C'est à dire hydrogène léger et Bore, donnant quatre noyaux d'hélium. Le Bore existe largement dans la nature.

Mais ces mélanges ont des températures d'ignition respectivement quatre et huit fois supérieures à celle de du mélange deutérium-tritium. Ceci fait que ces bombes ne peuvent être de faible puissance car il est nécessaire d'employer une bombe A très puissante (ainsi que des réflecteurs de rayons X très efficaces) pour porter le mélange de fusion à une température suffisante.

Les pays membre du club nucléaire étudient intensivement ces formules dans les explosions souterraines. Il semble que les essais aient principalement porté jusqu'ici sur le premier mélange. Néanmoins ces

formules n'éliminent pas totalement les radiations. On estime que leur puissance est divisée par un facteur dix.

Une bombe RRR serait faite pour exploser en dessous de la surface du sol, en entraînant des effets mécaniques et sismiques considérables, capables par exemple de briser des abris comme le fameux PC opérationnel Américain des rocheuses. La notion d'abri antinucléaire total est donc un leure.

Ceci dit ces engins RRR pourraient être utilisés à des fins civiles par exemple pour le creusement de canaux d'irrigation. Dans les solution de fusion à but civil, dans la mesure où le techno science permettrait d'atteindre d'aussi formidables températures, très supérieures aux cent millions de degrés recherchés dans les Tokamak, ceci conduirait idéalement à des réacteurs nucléaires à fusion "propres" dont les déchets pourraient être simplement relâchés dans l'atmosphère, puisqu'il s'agit d'hélium, respirable (...). Cette remarque fait comprendre que le nucléaire n'est pas systématiquement polluant, bien que les difficultés de mise au point d'une telle filière soient a priori considérables.

ANNEXE 5 : L'EFFET EMP

On sait depuis longtemps que tout engin nucléaire, A ou H, produit d'intenses effets électromagnétiques. L'intense rayonnement gamma émis par la bombe ionise l'air environnant sur une distance assez grande, de l'ordre de plusieurs centaines de mètres. Un phénomène appelé effet Compton fait que les électrons libres produits sont "soufflés" loin des ions par le rayonnement et cette séparation des charges induit un très fort champ électrique, puis ultérieurement un très fort champ magnétique, l'ensemble se traduisant par la propagation d'un champ électromagnétique.

On a tout d'abord envisagé d'exploiter ce phénomène pour les armes anti-missiles. Les systèmes de contrôle des têtes de rentrée sont délicats et il est difficile d'assurer leur blindage, leur "durcissement", de manière parfaitement efficace. Une bombe A ou H explosant à proximité d'une tête ou d'un missile peut donc créer dans la structure interne de la cible des courants induits suffisants pour griller les circuits et en particulier les transistors, très sensibles, et à fortiori les microprocesseurs. Ceci peut aussi entraîner la mise à feu prématurée de l'engin. L'engin anti-missile Américain Sprint, capable d'accélérer à cent "g", était avant tout un monstrueux moteur fusée capable de communiquer une vitesse supersonique à l'ensemble au bout d'un tiers de seconde, dès l'altitude de... quinze mètres ! Il était porteur d'une bombe A et devait exploser au voisinage de sa cible. Mais, très vite, on s'aperçut que les bombes pouvaient produire des effets électromagnétiques bien plus considérables, dans deux situations :

1) Explosion près du sol, par exemple au voisinage d'un silo de missile .

Dans ces conditions l'effet Compton crée une charge électrique spatiale importante dans l'air environnant, dans un rayon de plusieurs centaines de mètres, immédiatement après l'émission de la forte bouffée de rayons gamma, qui est le premier phénomène signalant l'explosion de la bombe.

Ceci tend à créer un courant électrique, mais comme le sol est à priori meilleur conducteur que l'air, ce courant se boucle à travers le sol selon des trajectoires incurvées.

Ce phénomène donne naissant à un très fort champ magnétique qui se propagera en profondeur, vers le missile en silo. Comme ce champ est rapidement variable, il en résultera des courants d'induction électromagnétique dans tous les circuits conducteurs, y compris transistors, microprocesseurs, etc..

Le champ électrique induit est de l'ordre de mille volts par centimètre (aucun transistor ne saurait y résister). Ce champ est comparable à celui régnant avant le déclenchement de la foudre.

Les ondes électromagnétiques émises ont des fréquences très variées allant du kilohertz à dix mégahertz et couvrent donc toutes les fréquences radio usuelles. Un tel parasite pourrait, entre autre, entraîner l'allumage intempestif des têtes présentes dans les missiles les silos. Un engin de 100 kilotonnes créerait un effet EMP important dans un rayon de vingt kilomètres, donc capable de neutraliser tous les missiles en silos d'une base stratégique.

Le blindage d'un silo impliquerait donc d'entourer le missile d'une coque fortement conductrice de l'électricité (effet d'écran électromagnétique et cage de Faraday).

2) Explosion en haute altitude.

L'effet est assez semblable, mais la faible densité de l'atmosphère permet alors aux rayons gamma de franchir des distances considérables, de l'ordre de plusieurs milliers de kilomètres. On considère en fait que le rayon d'action est alors uniquement limité par la courbure de la Terre. Ces bombes devront donc éclater à haute altitude, de l'ordre de trois cent à cinq cent kilomètres. Il s'agira de bombe H à très forte puissance, de l'ordre de dix mégatonnes.

Lorsque le soleil connait des phases éruptives, des particules à haute énergie déferlent sur les hautes couches atmosphériques, créant des ionisations et des phénomènes de charge d'espace. Les phénomènes électromagnétiques (orages électromagnétiques) qui en résultent créent des parasites radio. Dans la journée cette irradiation est responsable du bruit de fond des récepteurs. Elle est évidement plus faible la nuit, lorsque la terre tourne le dos au soleil.

Le mécanisme de l'arme EMP explosant en haute altitude procède de la même idée, mais les puissances mises en jeu et l'agent ionisant (rayons gamma) sont infiniment plus efficaces. Une bombe EMP créerait donc un fantastique orage électromagnétique dans la haute atmosphère,qui durerait plusieurs heures et dont les effets seraient sensibles jusqu'au ras du sol.

Une bombe EMP explosant en haute altitude pourra créer des effets sensibles sur une surface de l'ordre de celle de l'Europe de l'ouest. Quelques engins suffiraient à couvrir des territoires comme les Etats Unis et l'union Soviétique.

Des engins thermonucléaires spécialisées, à charge creuse, produisant une torche de plasma thermonucléaire à très grande vitesse, agissant comme une antenne émettrice, munis de systèmes électromagnétiques à auto-excitation sont étudiés et expérimentés dans les expériences

souterraines. Le rayonnement électromagnétique se situerait dans les gammes de 10 kilohertz à cent mégahertz et serait ainsi capable de perturber tous les systèmes électriques, radio et radar.

Un orage électromagnétique naturel perturbe également ce type d'appareils, mais dans ce cas de l'effet EMP a puissance est si considérable que ceux-ci sont tout simplement détruits, comme pourraient l'être des systèmes électriques ou électroniques situés à proximité du point d'impact de la foudre. Le champ électrique de l'effet EMP atteindrait des valeurs de crête de l'ordre de cinq cent volts par centimètre, ce qui entraînerait la mort immédiate de tout microprocesseur, transistor, circuit imprimé et même de la plupart des circuits électriques industriels ou militaires.

Le rayonnement pouvait se réfléchir sur le sol et sur la couche ionisée de la haute atmosphère, nul ne sait en fait quelle serait la portée réelle de l'effet.

Les missiles autodirecteurs deviendraient aveugles et stupides. De nombreuses charges exploseraient prématurément, en vol ou dans les silos. Les chars, mais aussi les automobiles, seraient immobilisés. Les avions de lignes à pilotage assisté électroniquement deviendraient fous. Aucune communication radioélectrique ne serait possible pendant toute la durée du phénomène, qui pourrait être entretenu par une suite d'armes EMP lâchées à intervalles réguliers

Toutes les installations civiles vitales seraient paralysées, ceci plongeant les pays touchés dans la plus grande confusion. Les spécialistes de la guerre nucléaire s'accordent à penser qu'une attaque surprise débuterait nécessairement par l'explosion d'un certain nombre d'engins EMP au dessus du territoire de l'adversaire, pour annihiler chez lui toute possibilité de communication, et réduire considérablement ses possibilités de riposte. Etant donnée l'altitude de mise à feu il n'y aurait aucun moyen de prévoir une telle attaque, par exemple en constatant l'amorce d'une trajectoire de rentrée, puisque les bombes pourraient être mises dans des satellites d'apparence parfaitement banale, extérieurement semblables aux satellites d'observation et orbitant précisément à ces altitudes.

Les militaires Français n'ont commencé à examiner cette question que tout récemment (...). Vis à vis de l'arme EMP les silos de la force de frappe sont totalement vulnérables. Des nombreuses études sont en cours, en particulier aux Etats-Unis, pour examiner la sensibilité des missiles et bombardiers, chasseurs, aux impulsions électromagnétiques, et envisager des blindages plus ou moins efficaces. Lorsque l'avion Soviétique Foxbat, capable d'évoluer à Mach 3, livré aux occidentaux par un pilote Soviétique, fut examiné, on constata que son électronique était essentiellement basé sur la technologie des tubes à vide. Dans un premier temps on interpréta cela naïvement comme un retard des Soviétiques en matière d'équipements

électroniques de pointe. Mais il est clair que l'électronique "antique" est cent mille fois moins sensible que les transistors, et a fortiori les microprocesseurs, aux forts champs électromagnétiques, un tube pouvant encaisser des excursions de tension de plusieurs milliers de volts.

A terme la solution passe par des systèmes de contrôle entièrement basés sur les fibres optiques. Des calculateurs à fibres optiques minuscules, avec microlasers intégrés sont intensivement développés à l'est comme à l'ouest, dans le but d'équiper les futurs missiles.

ANNEXE 6 : L'Hiver Nucléaire

Le travail de Vladimir Alexandrov débute lorsqu'il entre en 1972 dans l'équipe de Nikita Moisseev, au Centre de Calcul de l'Université de Moscou. Un des buts poursuivis par Moisseev était de maîtriser totalement dans une vaste simulation sur ordinateur les phénomène intéressant la biosphère.

En 1977 Alexandrov rencontre lors d'un colloque sur la dynamique de la biosphère le chercheur Américain Larry Gates, travaillant à l'université d'Oregon. Par la suite son travail se fera en collaboration assez étroite avec les chercheurs de cette université, où il se rendra de nombreuses fois pour bénéficier entre autres des possibilités de calcul offertes par les supercomputers Américains Cray one.

Il publie avec son collègue Stenchikov en 1983 un article intitulé "Modélisation des conséquences climatiques d'une guerre nucléaire". C'est un travail de mécanicien des fluides et de physicien où il tente d'intégrer dans un même modèle les différents phénomènes intéressant la biosphère. L'ordinateur utilisé est le BESM-6 du Centre de Calcul de Moscou, qui est environ 500 fois plus lent qu'un Cray-one Américain. C'est cette limitation par le temps de calcul qui contraignit Alexandrov et Stenchikov a découper l'atmosphère terrestre en cases de calcul qui correspondent à 12° selon les latitudes et 15° selon les longitudes, ce qui revient à découper la sphère terrestre en un maillage de 360 cases représentant une surface maximale de deux millions de kilomètres carrés. La maille moyenne représentant en gros un carré de 400 km par 400 km.

Un tel maillage ne permet pas d'obtenir des renseignements très fins sur les phénomènes atmosphériques, à l'échelle de l'intérieur d'un pays, mais peut donner des indications générales valables à l'échelle des distributions des températures dans les masses continentales et océaniques.

Tout l'intérêt d'Alexandrov et de Stenchikov s'est porté sur l'évolution *dans le temps* de la situation atmosphérique planétaire. Les études ont ainsi été poussées sur des plages temporelles allant de une à deux années. Le temps caractéristique de retour à une situation d'équilibre apparait être de l'ordre de l'année, ce qui, sur le BESM-6 de Moscou nécessita à chaque essai 40 heures de calcul.

Le modèle atmosphérique utilisé correspond au modèle multicouches de Mintz-Arakawa, perfectionné à l'aide des travaux de Gates. Il y est tenu compte de l'influence solaire, des mouvements verticaux et horizontaux des masses atmosphériques ainsi que de l'interaction avec les masses océaniques.

Alexandrov et Stenchikov on supposé qu'une attaque nucléaire se traduisait dans un temps très bref par le dépôt uniforme sur tout

l'hémisphère nord de deux types de polluants dans l'atmosphère : des poussières, localisées dans la stratosphère (12 à 40 km d'altitude) , dont la masse et de l'ordre du milliard de tonnes et des débris carbonés[50], dus aux incendies urbains et sylvestres, localisés dans la tropopause, à altitude moyenne. La rapidité de diffusion des polluants en longitude a été justifiée par les informations extraites de l'étude de différents phénomènes comme les éruptions volcaniques (du type de El Chichon) et ou les incendies de forêts., ces mesures de dispersion ayant été faites par les satellites d'observation en infrarouge. Les évaluations faites sur l'enrichissement en polluants des masses atmosphériques ont intégré toutes les données disponibles, liées à l'étude des incendies importants et des retombées des explosions nucléaires. Parmi celles-ci figurent les données granulométriques des polluants leur vitesse de retombée sur la surface du sol, ainsi que les coefficients de transparence des couches polluées vis à vis des différents types de rayonnements. Il a été supposé que l'attaque se produisait pendant une saison intermédiaire, correspondant pour l'hémisphère nord au printemps ou à l'automne.

L'étude fit apparaître les aspects essentiels suivants, sur la base d'un attaque nucléaire massive correspondant un potentiel de plusieurs milliers de mégatonnes (cinq à dix mille correspondant à l'impact de 3000 à 6000 engins stratégiques d'une puissance unitaire de 1,5 à 2 mégatonnes).

- La stratosphère absorbait pratiquement toute la lumière solaire à l'instant t = 0 , l'atténuation correspondant à un facteur 400). La première conséquence immédiate de l'attaque étant de plonger l'hémisphère nord dans la nuit complète, la luminosité correspondant grosso modo à une nuit de pleine lune. Le temps caractéristique de retour à la transparence est de l'ordre de l'année. Trois mois après l'attaque la luminosité du ciel correspondrait à celle d'un temps orageux couvert. La photosynthèse serait totalement interrompue pendant un mois et demi, ce qui "asphyxierait" toutes les plantes.

- Cette privation de lumière provoque une chute assez brutale de température, le minimum se situant deux semaines après l'instant zéro. Cette descente de la température correspond à une diminution moyenne de 25° sur tout l'hémisphère nord, avec des pointes correspondant à une baisse de quarante degrés dans certaines régions continentales. Trois mois après

[50] Des publications Américaines ultérieures (1987) visèrent à minimiser les effets d'Hiver Nucléaire, en ne parlant que d'un "Automne Nucléaire". En fait les auteurs jouèrent sur une sous-estimation systématique de la masse de matière emportée dans la stratosphère.

l'attaque la baisse de température moyenne est encore de 5° par rapport aux moyennes saisonnières.

La température moyenne sur le sol Français (et sur l'ensemble de l'Europe de l'ouest) baisserait dans ces conditions à des valeurs allant de -20 à -25°. Température identique à New-York ou sur le continent Chinois. Les continents Africain, sud-Américain et Australien connaitraient des températures inférieures à zéro degré. Aux latitudes élevées ou à l'intérieur des masses continentales les températures descendraient à -30 ou -40 (-56 en Sibérie).

- Un des aspects originaux mis en évidence par cette simulation consiste en une remontée constante de la température des couches atmosphériques moyennes, le maximum se situant six mois après l'instant zéro et correspondant à un accroissement moyen de vingt degrés.

L'explication en est simple. La lumière solaire serait absorbée par les poussières stationnant dans les hautes couches atmosphériques. Ces microparticules réémettraient alors cette énergie source forme de radiations infrarouges, à la fois vers le haut et vers le bas. La moitié de l'énergie serait donc perdue. Mais cette énergie infrarouge, susceptible de réchauffer la surface du sol serait interceptée par les couches moyennes à cause de leur pollution propre, due aux incendies.

On déboucherait donc sur une situation climatique sans précédent historique connu : un sol froid surmonté d'une atmosphère chaude, superstable.

Toute convection verticale cesserait immédiatement. Les masses aériennes ne seraient plus stérilisées par les ultra violets lors de leur passage en haute altitude et la surface du sol deviendrait vraisemblablement un bouillon de culture, dans les régions où la température resterait modérée.

De plus ce réchauffement en altitude entraînerait la fonte des neige et glaces présentes sur les flancs montagneux, avec les inondations qui pourraient en résulter. Paradoxalement, après cette descente brutale de l'eau retenue en altitude sous forme de neige et de glace, cette atmosphère chaude, se gorgeant d'humidité, pomperait celle du sol. Il n'y aurait plus ni pluie, ni rivières, ni fleuves et certaines régions du globe pourraient connaître une sécheresse exceptionnelle.

Les différences élevées de températures régnant entre les masses continentales et océaniques conduiraient à la création de cyclones et de vents côtiers très violents, dont le modèle, étant donné la largeur de son maillage, ne peut évidement pas rendre compte.

- Les conséquences de ces conditions extrêmes, de longue durée, seraient la destruction massive de la vie végétale et animale à la surface du globe. La plupart des végétaux, en particulier les conifères, ne résistant pas à une privation prolongée de lumière solaire.

Lorsque l'atmosphère redeviendrait progressivement transparente, l'emport en haute atmosphère de masses importantes d'oxydes d'azote NO et NO2 aurait entraîné entre temps, par combinaison chimique, la destruction de la fragile couche d'ozone protectrice, qui dans les conditions normales fait quelques millimètres d'épaisseur, et le rayonnement ultra violet, n'étant plus absorbé par cette couche protectrice, détruirait ce qui resterait de la végétation et qui aurait pu survivre à la privation de lumière et de chaleur. Idem pour la vie bactérienne, animale ou planctonique. Les animaux et hommes survivants seraient littéralement aveuglés par le rayonnement UV.

- Un quart de la population planétaire humaine mourrait vraisemblablement immédiatement, ou dans les heures qui suivraient l'attaque. Un autre quart, porteur de graves blessures dues à l'effet de souffle, aux brûlures ou à l'effet des radiations, décéderait à son tour assez rapidement. La planète se couvrirait de déchets radioactifs qui rendraient toute nourriture ou eau inconsommables et provoqueraient des légions de cancers et de leucémies. Les naissances qui suivraient l'attaque comprendraient un nombre élevé de malformations congénitales non viables.

Pour avoir quelque garantie de survie, un homme devrait disposer d'un abri lui permettant de vivre en autarcie totale (réserve de nourriture, recyclage de l'oxygène) , analogue à une capsule spatiale, et ce pendant un temps de l'ordre de dix huit mois.

ANNEXE 7 : La guerre des étoiles selon Sakharov

En 1951 Andréi Sakharov propose un système de création de champs magnétiques ultra forts basé sur le principe suivant. Un solénoïde est logé à l'intérieur d'un tube métallique, lui-même serti dans une charge explosive de forme toroïdale.

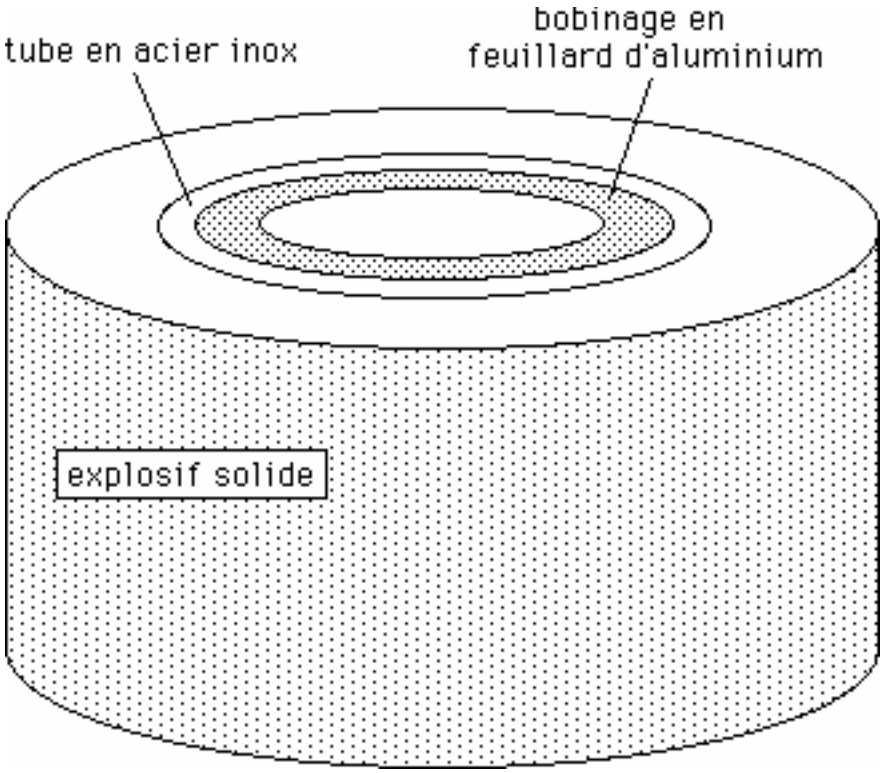


Figure livre Sakharov page 29, générateur MK 1 à magnétostriction

La décharge d'un condensateur provoque le passage d'un courant I dans le solénoïde de self L, ce qui représente une énergie 1/2 L I^2. Le champ magnétique au centre du système représente alors la valeur relativement modeste de 30.000 gauss (3 teslas). Puis l'explosif est mis à feu et le tube est comprimé radialement à une vitesse supérieure à dix kilomètres par seconde. Le flux magnétique, égal à H x p R^2, où R représente le rayon du solénoïde, doit être conservé. La réduction du rayon du solénoïde du fait de la compression entraîne une élévation corrélative de la valeur du champ magnétique.

En fin de compression, le diamètre du solénoïde étant de 4 mm le champ magnétique maximal atteignait 25 millions de Gauss, c'est à dire 2500 teslas. La pression magnétique, qui est aussi celle qui s'exerce sur le tube en fin d'écrasement, atteint vingt cinq millions d'atmosphères. Le rendement

énergétique (conversion de l'énergie chimique en énergie magnétique) est de l'ordre de 50 %. Les premières expériences ont été faites en 1952.

Ces systèmes magnéto cumulatifs Ont alors été utilisés pour la propulsion de projectiles. Le schéma est alors le suivant :

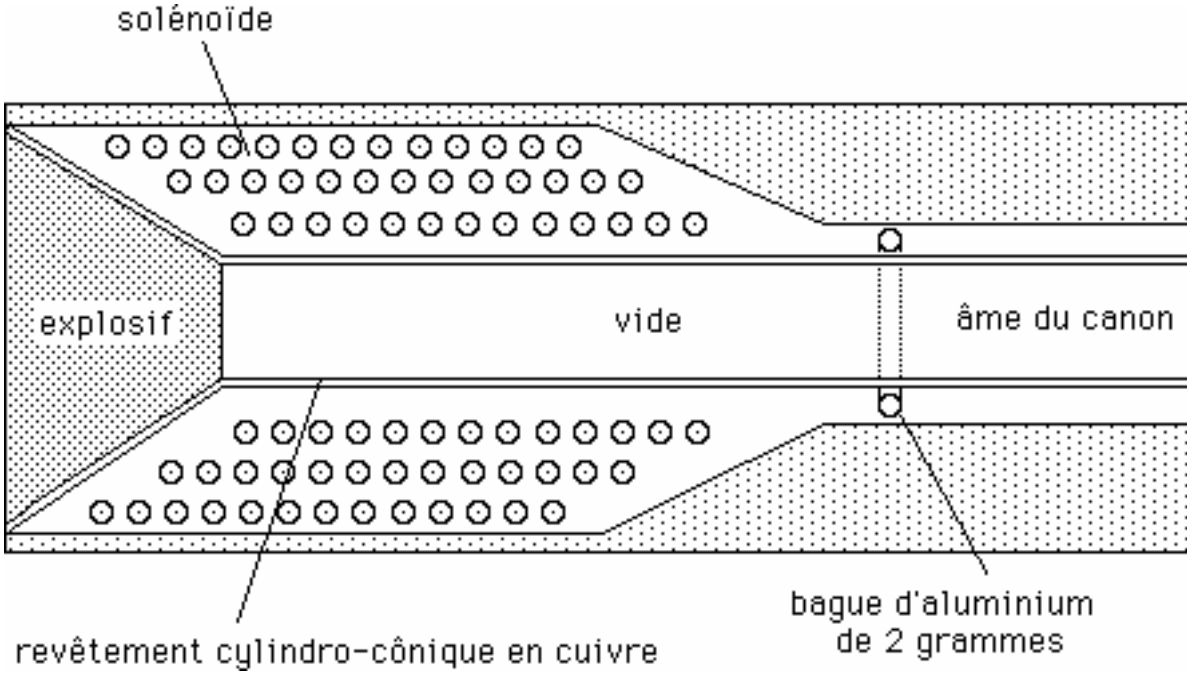
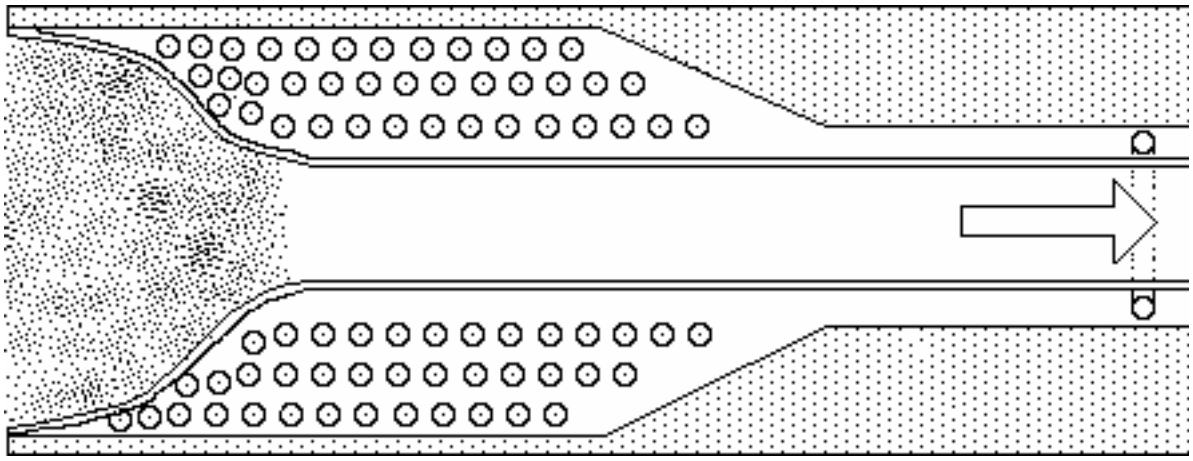


Figure 11 du livre page 44. Canon à plasmoïde d'A.Sakharov (1965)
Une décharge de condensateur dans le solénoïde crée un fort champ magnétique dans l'enceinte. L'explosif écrase alors le dispositif cylindro-cônique et, au delà, le solénoïde lui-même (l'effet serait accru en utilisant des matériaux supra-conducteurs). Le champ magnétique se comporte alors comme un "gaz de photons" qui se trouve expulsé selon l'âme du canon. Celui-ci entraîne alors la bague d'aluminium à 100 km/s, vaporisée sous forme d'un plasma auto-confiné, qui devient le projectile.

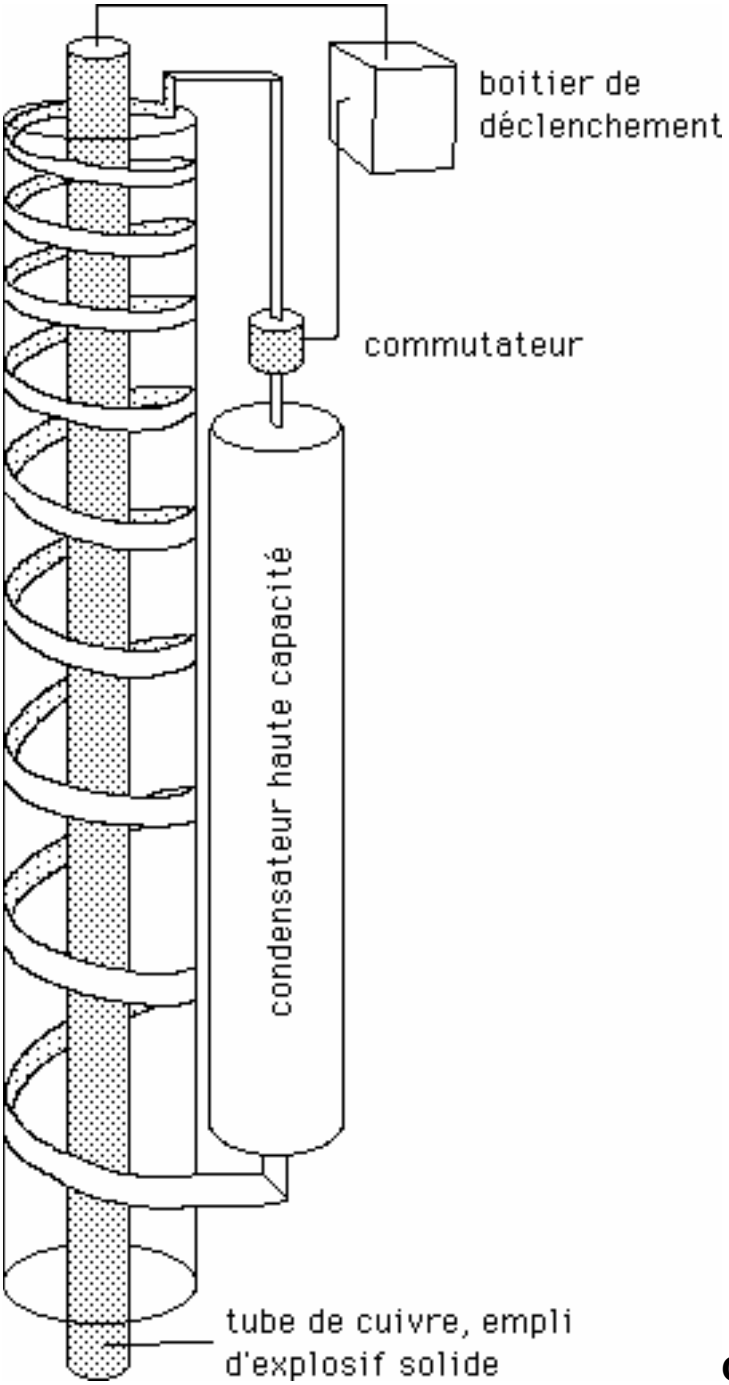
Un solénoïde crée un puissant champ magnétique dans la région située entre le tube central de cuivre empli d'explosif, et la culasse. La mise à feu de l'explosif, en bout, entraîne une déformation plastique du tube de cuivre selon un cône se déplaçant à grande vitesse (dix kilomètres par seconde, c'est à dire la vitesse de détonation dans l'explosif solide. Le champ magnétique se trouve alors emprisonné entre la culasse métallique et le tube central en cours de déformation. Il est résulte une accroissement intense du champ et de la pression magnétique, qui agit sur un petit anneau d'aluminium de deux grammes enserrant le tube axial, qui sert de guide.

L'anneau est alors transformé en un tore de plasma et éjecté à une vitesse de cent kilomètres par seconde. On appelle ce genre d'objet un plasmoïde.



Ici l'onde de détonation commence à comprimer le cône de cuivre. L'énergie magnétique se conservant, la pression magnétique croît et c'est elle qui expulse la bague d'aluminium, vaporisée sous l'effet des courants induits.

Parmi la batterie d'idées introduites par Sakharov on trouve également un générateur de courant électrique MK-2 correspondant au schéma ci-après :



Générateur MK-2
d'Andréi Sakharov

Un condensateur crée une forte décharge électrique dans un solénoïde constitué de quelques spires à écartement variable, et de self L. En fin de décharge l'énergie stockée est 1/2 L I^2 . Au centre du système se trouve un tube de cuivre empli d'explosif qui est mis à feu par une extrémité et subit, comme dans le montage précédent, une déformation plastique conique se déplaçant à très grande vitesse. Le cône de cuivre court-circuite les spires du solénoïde les unes après les autres. La conservation de l'énergie dans le solénoïde, dont la self ainsi décroît, implique une montée de l'intensité du

courant qui la parcourt. Des essais effectués en 1953 sur ce générateur MK 2 ont permis de produire des courants allants jusqu'à cent millions d'ampères avec une masse d'explosif de quinze kilos représentant dix millions de joules.

Ce système, extrêmement simple, permettant de créer des intensités de cent millions d'Ampères (en 1953 !) était totalement inconnu en 1977 non seulement des Français, mais des militaires Américains, qui envisagèrent ultérieurement d'alimenter leurs stations de tir à l'aide de générateurs homopolaires, semblables à ceux qui alimentent les Tokamaks.

Sakharov couple ensuite les deux systèmes, le générateur MK2 produisant le courant destiné à alimenter le solénoïde d'un générateur MK1, avant son implosion . On ignore quels ont été les intensités de champ magnétique obtenues, mais dans article datant de 1966 Sakharov a proposé l'extension de tous ces dispositifs à des expériences thermonucléaires effectuées dans des cavités souterraines. Citons-le :

"A notre avis la plus importante application scientifique des générateurs magnétocumulatifs pourrait bien être la fourniture d'une puissance très élevée aux accélérateurs de particules élémentaires et aux installations de mesure et d'enregistrement. Pour obtenir une énergie de 1000 Gev soit un téraélectron volt, en tablant sur une valeur de dix millions de gauss au centre d'un bétatron à explosif (ce qui ne constitue sûrement pas une limite) l'énergie nécessaire représenterait l'équivalent d'un million de tonnes de TNT. L'énergie totale serait évidement plusieurs fois supérieure, c'est à dire qu'il s'agirait de l'explosion souterraine d'une charge thermonucléaire de puissance "moyenne".

Une telle explosion peut avoir lieu sans retombées radioactives à une profondeur quelque peu supérieure à un kilomètre. La dépense principale correspondrait à la construction à une telle profondeur d'une chambre ayant un volume supérieur à dix mille mètres cubes et au montage dans cette structure de plusieurs milliers de tonnes de structures métalliques.

Il existe une possibilité que l'on pourrait qualifier de fantastique. Au moyen de vastes lentilles magnétiques pulsées (l'énergie du champ à mettre en œuvre représenterait quelques centaines de kilotonnes d'explosif) il serait possible de focaliser un intense flux de 10^{18} protons, émis en 10^{-5} seconde sur une surface d'un millimètre carré. "

Ce texte de Sakharov, datant de 1966, préfigure les systèmes à énergie dirigée et à haute énergie développés ultérieurement par les Soviétiques.

Ces protons ont une énergie unitaire de 10^{12} électron-volts, soit 10^{12} x 1,6 10^{-19} = 10^{-7} joule. L'ensemble de flux émis équivaut à 1,6 10^{11} joules soit une bordée d'un millier d'obus. La puissance est de 10^{16} watts, soit dix mille térawatts.

Il existe un autre thème de recherche, lancé en 1948 par Andréi Sakharov, pourrait avoir partie liée avec les futures armes spatiales.

L'existence des mésons en tant que particules de liaison à l'intérieur des noyaux d'atomes a été postulée en 1935 par le physicien Yukawa. Les molécules sont des assemblages d'atomes liés par des électrons jouant des rôles de "go-between", faisant l'aller retour entre les noyaux. Selon Yukawa les noyaux étaient des assemblages de nucléons liés également par des particules de liaison, sortes d'électrons lourds (également chargés) , les mésons. La masse des particules de liaison étant inversement proportionnelle à la portée de la force Yukawa, se basant sur les mesures faites sur les dimensions des noyaux, déduisit que les mésons devaient avoir des masses égales à deux cent fois celle des électrons. Ces mésons furent par la suite identifiés à l'état libre et on montra que leur durée de vie atteignait deux millionièmes de seconde.

En 1948 Sakharov eut communication d'un article de Frisch (USA) interprétant des expériences faites à Berkeley par Powell comme un effet de catalyse muonique. L'idée d'une telle catalyse avait précédemment été émise par Frank en 1947, dans la revue Nature. Dans les molécules les noyaux sont liés par les électrons. Une molécule d'oxygène, à basse température, donc neutre, faisant intervenir des éléments lourds ou légers, représente une liaison due à l'échange de deux électrons. A plus forte température l'hydrogène s'ionise. Un des électrons devient libre et la liaison dans l'ion n'est plus assurée que l'électron restant. Cette ionisation est obtenue pour une température de l'ordre de trois mille degrés (extrêmement faible par rapport aux températures recherchées dans les machines à fusion, qui sont de l'ordre de cent millions de degrés, donc trente mille fois plus élevées).

Il est envisagé alors de remplacer l'électron de liaison dans l'ion par un méson (suffisamment ralenti) , ce qui aurait alors pour effet dans cet "ion mésonique" de rapprocher les deux noyaux à une distance de l'ordre des distances internucléons dans les noyaux, par réduction de leur "barrière de potentiel", avec in fine fusion des dits noyaux. Ce phénomène fut mis en évidence en 1956 par Alvarez. Sakharov montra qu'après cette fusion exo-énergétique des deux noyaux , par exemple de deutérium et de tritium, liés dans un ion mésonique, le méson pouvait être libéré en étant susceptible de créer d'autres ions mésonique et d'autres fusions. D'où un processus autocatalytique dit de "catalyse mésonique".

Le tout donnant naissance au concept de "fusion froide". Cette idée souleva un grand enthousiasme dans les années 50 mais se heurta malheureusement à des problèmes de réalisation pratique, qui pourraient peut-être être levés en fonctionnant à très haute densité.

L'idée de Sakharov, subtile, est là pour rappeler que les mécanismes nucléaires n'ont pas livrés tous leurs secrets, ni dévoilé toutes leurs possibilités. Le concept de catalyse froide est familier à tout lecteur qui aura vu s'initier une réaction de combustion d'un mélange d'hydrogène et d'oxygène sur une mousse de platine, à la température ordinaire, réaction qui, dans d'autres conditions, ne s'amorce qu'à des températures se chiffrant en centaines de degrés.

Le développement de canons à mésons, assez voisins dans leur principe des canons à électrons, aux Etats-Unis (Los Alamos) comme en URSS, apporte une nouvelle possibilité sur la fusion à distance de cibles par faisceaux d'énergie.

ANNEXE 8
La Force de Frappe Française
(données de 1986)

Anglais et Américains possèdent un nombre de têtes équivalant à 3 % de l'ensemble mondial. Ceci dit, avec ses joujoux, la France à elle seule peut tuer de 25 à 35 millions de personnes et détruire entre 16 et 25 % de la capacité de production Soviétique. [51]

En 1986 France possèdedait 18 missiles S-3 de portée intermédiaire porteurs d'une ogive mégatonique, implantés en 1980 dans le site d'Albion (très vulnérables) , 80 missiles M-20 embarqués à partir de sous-marins nucléaires type Redoutable (16 par bâtiment), porteurs également d'une ogive d'une mégatonne. Un nouveau sous-marin a été lancé en 1985, l'Inflexible, porteur de 16 missiles M-4 à têtes multiples pilotables et pouvant frapper des cibles séparées (incorporées à un "bus" de "livraison"). Chacun de ces missiles a une puissance de 150 kilotonnes. Enfin 18 bombardiers Mirage IV, dont le rayon d'action étendu par ravitaillement en vol est de 3500 km, étaient porteurs d'une charge unique de 70 kilotonnes.

Le nombre de têtes dans les silos et les bombardiers est de 36, alors que les sous-marins emportent 176 ogives. Le total est donc de 212 têtes nucléaires. Il faut noter que la mise en service en 1985 du sous-marin l'Inflexible, à missiles mirvés, a représenté à lui seul un *doublement* de la force de frappe Française.

La France est en train de rééquiper ses Mirages IV d'un missile nucléaire ASMP, de portée intermédiaire, qui évitera les aléas du ravitaillement en vol. D'ici 1995 tous les sous-marins existants seront équipés du missile M-4 mirvé , ce qui multipliera le nombre de têtes embarqué par les sous-marins par 3 (576 têtes pilotables). Deux nouveaux sous-marins nucléaires seront construits.

Il existe un consensus politique assez exceptionnel en France au sujet de la force de frappe et ce programme ne modernisation ne sera sans doute pas remis en cause. Le gouvernement socialiste a en particulier accentué la part de l'effort militaire consacré au nucléaire, vis à vis de celle dévolue aux forces conventionnelles.

A la fin 1990 le système stratégique Français pourra à lui seul tuer entre 38 et 55 millions de personnes et mettre à bas 40 % de la puissance économique d'un pays équivalent à l'ex-URSS. Quand les sixième et

---

[51] Sources : "Les forces nucléaires françaises et britanniques", par John Prados, Joel Wit et Michael Zagurek. Pour la Science Octobre 1986
numéro 108. pp. 94-106.

septième sous-marins nucléaires seront opérationnels, vers 1995, la France pourra tuer environ 80 millions de personnes et détruire les deux tiers du potentiel économique d'un pays équivalent à l'ex-URSS (il est à noter que les Soviétiques et les Américains peuvent de leur côté tuer deux milliards et demi de personnes, ce qui correspond à une situation d'Overkill).

La stratégie Française est du type anti-cités.

Les britanniques ont également une force de frappe sous-marine basée sur des missiles de fabrication Américaine. Quatre sous-marins nucléaires du type Resolution emportent chacun 16 missiles de type Polaris, mirvés à 3-6 têtes de 40 kilotonnes chacune. Les Anglais ont créé leur propre "bus de livraison", nommé Chevaline. En Juillet 1980 Margaret Thatcher a décidé d'acheter aux Etats-Unis le missiles Trident I qui équipe ses nouveaux sous-marins nucléaires. La force de frappe Anglaise comporte 512 têtes et est équivalente à la force Française.

Présentement la force de frappe Française représente un total de 113 mégatonnes, environ dix fois le potentiel Anglais (les Polaris emmènent des charges de 40 kilotonnes).

L'Angleterre fait partie de l'OTAN, la France non. La seconde a donc toute indépendance quant à l'emploi de ses forces nucléaires.

Lors des négociations SALT les occidentaux ont adoptés deux positions successives contradictoires. Dans un premier temps, s'agissant de discussions sur la limitation des armes nucléaires tactiques, à faible et moyenne portée, il ont souhaité exclure les forces nucléaires Européennes, prétendant que celles-ci étaient du type stratégique. Puis, quand les débats portèrent sur la limitation des forces stratégiques, ils tentèrent cette fois de présenter celles-ci... comme des forces tactiques, afin de les exclure de nouveau des négociations (...)

A travers ces chiffres il est facile de voir que France et Angleterre ont suivi les mouvement général de gonflement des arsenaux nucléaires de ces dernières années et que leur effort reste dirigé en ce sens. Les positions occupées par les deux pays ne sont qu'un élément de plus de l'absurdité générale.

Thèmes

Thèmes abordés

ORBAN 1 pages 1 à 23 **Prologue**, **Livermore.**

ORBAN 2 Pages 24 à 36 **De Livermore à Sandia**

Lac Vegas - Le doute n'existe pas aux USA - L'Univers avant Einstein - Lucrèce - Michelson et Morley - Le Cosmic Park - Les cours en philo - L'intuition relativiste - Page 36 retour dans l'avion - Lecture du prospectus Sandia

ORBAN 3 pages 37 à 57 **SANDIA**

L'avion descend sur Albuquerque - Montgolfières et deltaplane- 41 retour aux atomes - tube de télé - Découverte de la radioactivité - Nemo - Futurologie et SF - Rutherford - Le tas de sable - Reijkiavik - La science en chantier - L'atome de Bohr - Pythagore - Premières évocation de la fission - 55 Sandia, première journée -

ORBAN 4 Rencontre avec Yonas pages 58 à 89

Science, morale et religion - Chadwick coincé en Allemagne en 14-18 - Schrodinger - Hilberth - Gottingen - Rust - Chasse aux juifs - Yukawa - Retour au chateau de sable - Fermi et la première fission - Hahn - Slizard - Joliot - Ruse des atomiste Allemands - Rencontre Heseinberg Bohr - 77 retour Sandia - 78 IMFM et MHD - Vélikhov - 81 Yonas évoque les projets Russes - 83 Sakharov - Kapitza - La fusion par mésons - L'idée Sakharov Tamm - Les armes antisatellites

ORBAN 5 Retour vers le vieux monde pp. 90 128

La Terre, crassier cosmique - Période des éléments naturels - Principe Anthropique - Début Guerre 39 - Lettre de Slizard Einstein - Groves - Oppenheimer - 100 Chevalier - Attraction des sujets scientifiques - Alsos et la chute de l'Allamagne - Pilonnage des villes Japonaises - Nouvelle démarche de Slizard - 110 Rapport Franck - Décision de bombarder le Japon - Visite CEA Effet Tcherenkov -

ORBAN 6 (Suite chapitre précédent) pp. 129-162

Slotin - Essai de la bombe - Hiroshima - Diplomatie et bombardements - Daignan - Croisade des savants - Dernier appel de Kapitza - Mort de Slotin - Incidents nucléaires - Guénoche et le FH - Dans l'avion je me souviens de Kurtchatov - Astuce de Golubev - La salle de l'stronautique Russe - Le Foxbat - Les Chinois et la MHD - 144 les Russes et la fission - Einstein et L'emergency comity - Oppie après la guerre - L'armée US et les savants - La course à la bombe H - Teller Ulam - Esai bombe U US - Essai Russe - L'idée de la FFF de Von Neumann - Morts Japonais par retombées - Oppenheimer à Paris - Procès Oppneheimer - Phrase de Segré

ORBAN 7 L'Europe hors du coup pp. 163-189

Retour France, mise en ordre de la doc - Mon papier Rewrité - L'accident - Satellites US aveuglés - Keegan - Le laser, son fonctionnement - Les Français sceptiques - La myopie scientifique - Fontaine et les lasers à eximeres - Visite à Arcueil - Semipalatinsk - 176 le réveil US dans le spatial - La baie des cochons - Rencontre avec Lichné -

ORBAN 8 : Nouveaux lâchers d'informations pp. 190- 199

La réponse Américaine dans AW fin 78 - 187 les négociations sur la limitation des armes - Coef de léthalité -

ORBAN 9 : Retour aux sources pp. 200- 205

Colloque MHD 1974 - Colloque Boston,Afghanistan - Machine Pamir - Vélikhov au centre de la guerre des étoiles - Le parapluie Talon Gold à lasers chimiques.

ORBAN 10 : Folamour revient. p. 206- 217

Teller - La commission Jason - ABM - EMP - Boston 1979 - L'oursin - Polémique au sujet de la thèse de Teller - Asthénie Française - Relance de la course aux armements - La Rouche - MAD et la ritualisation de la guerre

ORBAN 11 : La Guerre des Etoiles pp. 218 - 222

Le projet IDS - Réactions en France -

ORBAN 12 : STARWARS CONTRE MAD pp. 223- 234

MAD et la force sous marine stratégique - La SEP à Istres - La stratégie de réponse sur attaque - aléas d'une guerre conduite par ordinateur

ORBAN 13 : L'ami qui venait du froid.
pp. 235- 247

Alexandrov - L'Hiver Nucléaire - Les armes au plasma

ORBAN 14 : L'Etrange Galaxie des Media
pp. 248 - 266

Impossibilité de faire passer l'information dans la presse - Contact avec le Vatican - Face à face avec Gallois - Les mésaventures de la Navette - Les articles dans l'Huma - Le jour d'après - L'apocalypse fantasmée - Le cerveau primitif - L'affaire du boeing - Messages mediatiques Russes et Américains - films - Les boulettes de Reagan et de Brejnev - Le reconditionnement planétaire - le film d'Hitchkock - Reich - L'affaire du boeing sud coréen -

ORBAN 15 : La nouvelle ligne Maginot.
pp. 267 - 273

Le battage médiatique - La croisade d'Alexandrov - La désinformation - Salt, données numériques - La politique de réarmement de Reagan - Attitude de Gallois vis à vis des thèses d'Alexandrov

ORBAN 16 : Disparition d'Alexandrov
pp. 274 - 286

Passé scientifique d'Alexandrov - Conditions de sa disparition - Contre offensive du Pentagone à son sujet - Film de sa disparition - Les communiqués du Pentagone - Indifférence de la presse - Les hypothèses

ORBAN 17 Epilogue pp. 287 - 297

Le colloque d'Orsay - Les trafics d'armes - La tutelle du militaire sur le scientifique - Le colloque Français science et défense - L'affaire Gell-man - La perversion de l'activité scientifique - L'homme en état d'évolution non biologique - La naissance possible d'un "corps" humain - L'hypertélie - L'illusion d'un malthusianisme technologique - L'appel de Sakharov - L'utopie ou la vitrification.

ANNEXES SCIENTIFIQUES :

Annexe 1 : la bombe A pp. 298 - 2

Annexe 2 : la bombe H pp. 295 - 298

Annexe 3 : la bombe à neutrons pp. 299

Annexe 4 : La bombe à radiations réduites
pp. 300 - 301

Annexe 5 : L'effet EMP pp. 302 - 306

Annexe 6 : L'Hiver Nucléaire pp. 307 - 311

Annexe 7 : La guerre des étoiles selon Andréi Sakharov
pp. 312 - 316

Annexe 8 : Le plan Gorbatchev du 17 janvier 86
pp. 317 - 321

Le texte de la proposition - commentaires

Annexe 9 : La Force de Frappe Française
pp. 322 - 324

Etat des forces nucléaires Françaises et Anglaises
Projets de modernisation.