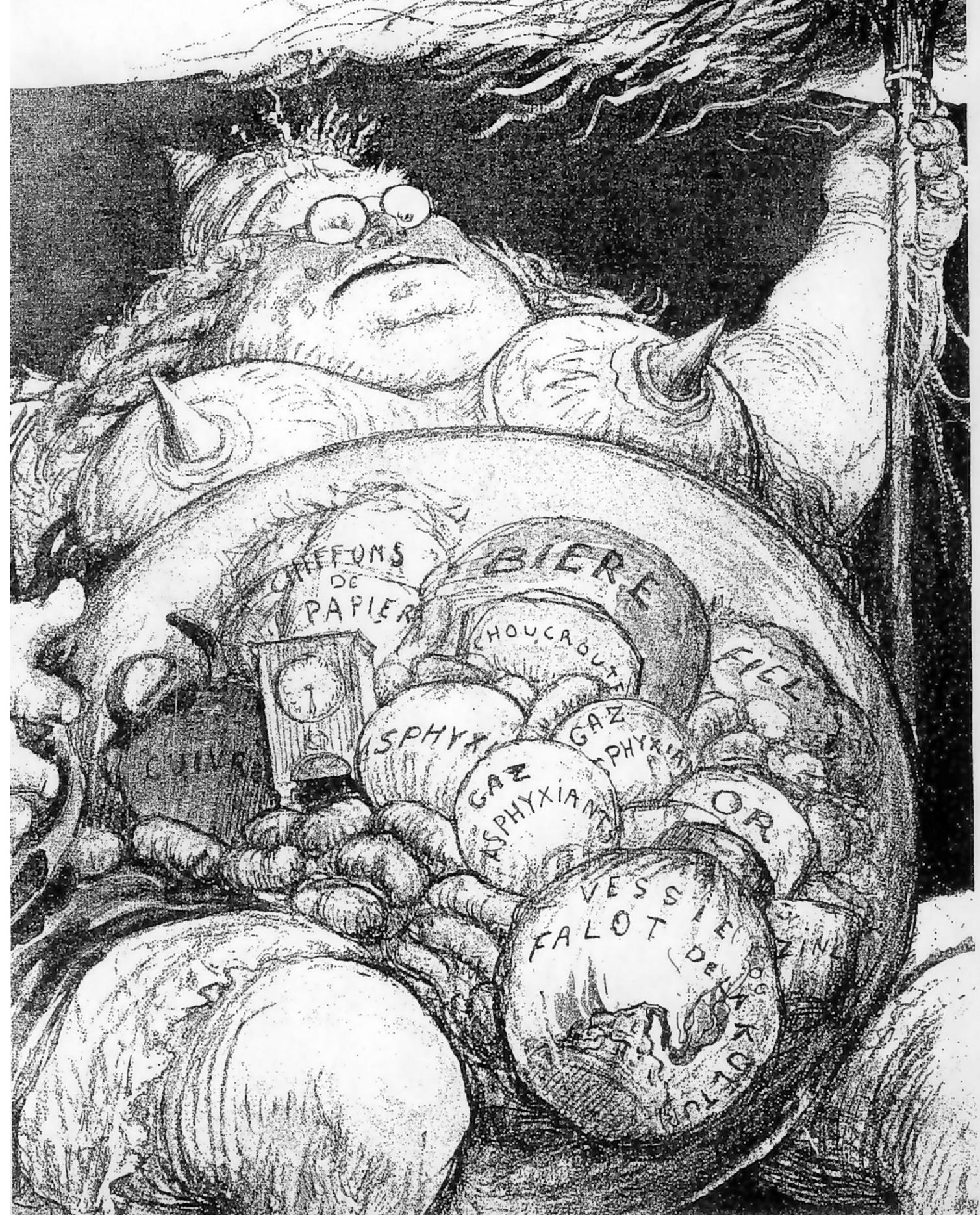


A BAÏONNETTE



Science et guerre

Eclairages sur le thème et définitions

La guerre ou les guerres : des problèmes de définition

Le dictionnaire étymologique situe en 1080, Roland, le mot guerre, du francique *werra* qui a éliminé le latin *bellum* confondu avec *bellus* beau.

L'origine grecque, *polemos*, qui signifie choc, tumulte de combat, personnifie la Guerre.

Dans *Pratique de la philosophie de A à Z* (Hatier):

- toute espèce de combat, de lutte, ou même de résistance (ex "déclarer la guerre à l'injustice")
- au sens strict, lutte armée entre groupes sociaux ou entre Etats

Dans l'encyclopédie Universalis, la guerre « est une lutte armée et homicide, présentant une certaine amplitude et se déroulant dans une certaine durée de temps, entre des collectivités organisées ayant une autonomie politique au moins relative »

On parle de guerre mondiale, de guerre civile, de guerre des 6 jours, de guerre de 100 ans, de guerre froide... La guerre est la forme absolue de la violence

Origines et fondements de la guerre

- A partir de quand y a-t-il guerre?

J.J. Rousseau : *Discours sur l'origine et les fondements de l'inégalité parmi les hommes*, 1755

Dans la seconde partie de ce discours, qui théorise le passage de l'état d'égalité naturelle à l'état d'inégalité sociale, J.J. Rousseau envisage les premiers progrès des hommes : chasse, pêche, feu, langage, famille, interdépendance des hommes dans une naissante division du travail. « La métallurgie et l'agriculture furent les deux arts dont l'invention produisit cette grande révolution. Pour le poète, c'est l'or et l'argent, mais pour le philosophe ce sont le fer et le blé qui ont civilisé les hommes et perdu le genre humain ». Ces deux arts approfondissent la division du travail. « Dès qu'il fallut des hommes pour fondre et forger le fer, il fallut d'autres hommes pour nourrir ceux-là ». La culture des terres engendre leur partage; la propriété, elle, engendre les règles de justice. L'inégalité économique se déploie et engendre la domination, la servitude, la violence, les rapines. «La société naissante fit place au plus horrible état de guerre : le genre humain avili et désolé, ne pouvant plus retourner sur ses pas ni renoncer aux acquisitions malheureuses qu'il avait faites et ne travaillant qu'à sa honte, par l'abus des facultés qui l'honorent, se mit lui-même à la veille de sa ruine »

- La guerre est-elle naturelle ?

Non, elle nécessite des rapports entre les hommes, entre les Etats ; J.J. Rousseau dans *Du Contrat Social*, 1762, Livre I, chapitre IV écrit : « la guerre n'est donc point une relation d'homme à homme mais une relation d'Etat à Etat, dans laquelle les citoyens ne sont ennemis qu'accidentellement, non point comme homme, ni comme citoyens, mais comme soldats ; non point comme membres de la patrie mais comme ses défenseurs. C'est le rapport des choses et non des hommes qui constitue la guerre ».

Cependant Kant dans *Idée pour une histoire universelle du point de vue cosmopolitique*, 1784, pense que la guerre est la manifestation de la nature humaine : l'observation des enfants, des ethnies, de l'Histoire le montre. L'idée de paix perpétuelle ne possède un sens que parce que la guerre est naturelle.

- Une origine mythique : Prométhée

Platon dans *Protagoras (320c-321d)* explicite la naissance de la technique chez l'homme et ses avatars. Epiméthée (l'imprévoyant) s'étant chargé de partager entre les animaux les qualités nécessaires à leur survie, sur le mode de la compensation, il ne lui reste rien à distribuer à l'homme, nu, sans fourrure, sans sabots... Prométhée, son frère, décide alors de voler le feu à Zeus et d'en faire cadeau à l'homme.

Avec cette technique qui développera la chaleur, la lumière, la cuisson, la métallurgie, l'armement, l'homme se trouve pourvu d'un bien proprement humain et proprement inhumain puisque ce don n'est pas accompagné de la moralité de son usage : savoir faire sans savoir ce qu'on doit faire.

L'histoire de Prométhée exalte donc le progrès humain et son caractère inéluctable, mais aussi l'effroi de l'homme devant ses créations, sa transgression de l'ordre divin que Prométhée paie d'un châtement exemplaire et infini. Prométhée dans son supplice préfigure l'homme moderne en proie aux tourments titanesques de la civilisation technicienne.

L' Intervention de Patrice Bret

Patrice BRET, professeur certifié d'histoire-géographie et docteur en histoire, a publié plusieurs livres et une centaine d'articles d'histoire des sciences et des techniques. Il est actuellement responsable scientifique du Département d'histoire du Centre des hautes études de l'armement, à la Délégation générale pour l'armement du Ministère de la Défense, et secrétaire général du Comité Lavoisier de l'Académie des sciences. Il est également chercheur associé au Centre de recherche en histoire des sciences et des techniques -Centre Alexandre Koyré (CNRS) et au Centre d'histoire des techniques du Conservatoire national des Arts-et-Métiers.

Quelles articulations penser entre les sciences, les techniques, l'Etat et l'armée?

Introduction

ou quelques remarques liminaires à propos du titre « science et guerre »

L'expression « science et guerre » est en fait mal adaptée à une étude sur le temps long., car elle prend un sens particulier en ce début du XXI^e siècle. Actuellement, avec les techno-sciences on ne fait plus toujours très bien la différence entre sciences et techniques. Pourtant, historiquement, il convient de la faire, au moins puisqu'il existe des techniques sans science. C'est une vision très contemporaine de penser que la technique dépend de la science, ou que la technique n'est qu'une science appliquée. Il suffit d'étudier des sociétés primitives pour voir que la technique possède ses dynamiques propres, ses structures propres, et que les sciences et les techniques ne sont pas, dans l'histoire, assimilables. Au reste, même à notre époque, entre les physiciens qui ont conçu et supervisé le projet Manhattan, et les ingénieurs de Dupont De Nemours, qui ont participé à son développement, il y a des clivages importants, comme l'a bien montré Pap N'Diaye dans le hors série « Science et Guerre » de la revue *La Recherche*. C'est la raison pour laquelle il est intéressant de traquer des articulations plus complexes, et de voir comment sciences, techniques et guerre peuvent entrer en relation. Il s'agira donc plutôt ici de « sciences, techniques et guerre ».

Il convient aussi, d'ailleurs, de prendre garde au mot « guerre ». Si l'on regarde la situation depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, cette guerre nucléaire si redoutée pendant des décennies, dont on a vu une réalité bien concrète en août 1945, n'a jamais eu lieu. Il y a un formidable paradoxe du nucléaire : du fait de l'explosion de la bombe A, qui a montré son efficacité à Hiroshima et Nagasaki de deux façons (uranium 235 et plutonium), la réalité de cette arme a été prouvée. Les Russes, eux, n'en ont jamais fait la preuve sur le terrain, sinon lors d'expériences, pas plus que la bombe H. Pourtant, hors de toute guerre ouverte, cette arme nucléaire a maintenu la paix entre les grandes puissances, dans un climat de tension internationale et avec une menace d'anéantissement sans précédent. La guerre prend alors une certaine virtualité, sous le nom de Guerre froide. En somme, l'arme la plus meurtrière, celle qui symbolise le mieux l'alliance entre science et guerre, a justement évité la guerre : là est le paradoxe. Aussi, plutôt que de « science et guerre », parlera-t-on ici de « sciences et techniques, Etat et armée », puisque ces relations ne s'articulent pas seulement lors des conflits armés.

L'histoire refuse justement tout dilemme manichéen, tout « choix radical ». A l'image du dieu Janus, bicéphale, le progrès technique porte en germe des aspects positifs et des aspects négatifs (on pensera à Rabelais comparant les bienfaits de l'imprimerie et les méfaits de l'artillerie). Toute production humaine a ces deux volets : le vrai problème est l'usage que l'on en fait. Il n'y a donc pas de bonne science et de mauvaise science ; il y a peut-être un bon et mauvais usage. Dans ce cas, c'est le domaine des valeurs morales qu'on cherche à défendre. Mais là non plus, rien n'est simple, puisque l'on a vu des pacifistes comme Paul Langevin travailler pour l'armée, même en temps de paix.

Enfin, il faut se méfier d'une vision téléologique du progrès, vers une finalité, avec un sens à l'histoire. C'est une idée extrêmement discutable... Il y a une marche à la fois dialectique et cumulative de la science. Dialectique, parce qu'il y a un dialogue d'une science avec les autres, un dialogue nécessaire avec le contexte : si la science peut avoir une dynamique propre (c'est vrai pour les mathématiques), elle n'évolue pas seule, mais en interaction avec son milieu géographique et historique. Et cumulative, parce qu'il y a accumulation, ce qui ne veut pas dire qu'il y ait un sens ou un parcours linéaire. L'accumulation des savoirs, des méthodes, passe aussi par des oublis. Il y a également des impasses, et vraisemblablement beaucoup plus de recherches qui n'aboutissent pas que de recherches qui aboutissent.

Il y a certes une historiographie de l'histoire de la guerre, avec les batailles, les corps, l'histoire sociale, l'histoire stratégique, mais l'armement, c'est-à-dire le cœur des relations « science et guerre », a longtemps été assez absent de la recherche historique, laissé à des amateurs passionnés pour les armes, pour une histoire technique hors de tout contexte. Les historiens, les anthropologues historiques et les sociologues s'en sont emparés au cours des dernières décennies, pour le saisir dans sa globalité, dans ses rapports avec le politique et le corps social. De fait, depuis la chute du communisme, une nouvelle réflexion s'élabore sur l'armement, y compris

au sein même de ceux qui sont chargés de sa conception et sa fabrication. Mais si les ingénieurs de l'armement ont des préoccupations historiques, leur but n'est pas la recherche historique. C'est pourquoi a été créé un Département d'histoire de l'armement au ministère de la Défense, non pour écrire une histoire officielle, mais pour faire émerger une histoire indépendante en en mettant les matériaux à la disposition des chercheurs.

Notre seule ambition ici sera donc d'apporter des éléments historiques à une réflexion plus générale, qui peut avoir d'autres approches, économiques, politiques, sociologiques, psychologiques. Mais ces dernières, aussi légitimes soient-elles, ne peuvent se passer de données historiques contextualisées, vérifiées et vérifiables, dès lors qu'elles entendent s'appuyer sur des faits historiques.

Le plan

I - Comment les sciences et la guerre ont partagé leur histoire commune pendant 400 ans ?

II - Pourquoi les scientifiques -ou les chercheurs- ont ils collaboré à la guerre ?

I – Sciences, techniques et guerre : une longue histoire commune

On pourrait remonter à Archimède. Il appartient à cette lignée des ingénieurs grecs qui ont construit une première forme d'artillerie, dite mécanique ou névroballistique : des machines pour la prise des villes. Alexandre avait un grand nombre d'ingénieurs autour de lui. Archimède en est l'héritier. Il est devenu un héros, l'inventeur en quelque sorte des relations entre sciences et guerre, parce qu'il a utilisé des miroirs ardents pour mettre le feu à la flotte romaine qui assiégeait Syracuse. En fait, il a surtout développé un certain nombre de machines, qui étaient utilisées par les ingénieurs grecs depuis deux siècles déjà. Il est la figure emblématique qui revient le plus souvent dans l'histoire de ces relations, et les ingénieurs de la Renaissance le reconnaissent comme un père fondateur.

A. Les traditions des rapports entre scientifiques et militaires , ou entre la science et l'Etat.

Il faut observer que l'Etat est une expression qui n'a pas toujours de validité sinon pour l'Etat moderne, dont les prémices apparaissent à la fin du Moyen-Age ; il conviendrait plutôt de parler de la science et du Prince pour la Renaissance.

Il est évident que le pouvoir a toujours besoin de se défendre ; pour autant, le recours à la science n'a pas toujours été utile, ni même le recours conscient à la technique, puisque les hommes du néolithique font des flèches et les utilisent contre une autre tribu ; ce serait un recours « inconscient » à la technique. Le développement technique sophistiqué est alors fondé sur un savoir-faire plutôt que sur un savoir. Jusqu'à une période récente, il le sera sur un art plutôt que sur une science.

Quels sont ces rapports dans la construction de l'Etat ? Certaines traditions participent de la construction de l'Etat.

La première période est celle des ingénieurs de la Renaissance. Plantagenet avait aussi ses ingénieurs au XIII^e siècle, donc au Moyen-Age, mais ce qui était alors marginal devient un phénomène très important sous la Renaissance : l'apparition de l'ingénieur tel qu'on le connaît de nos jours, ou du moins son ancêtre direct.

On pense à Léonard de Vinci, à ceci près que ses dessins sont des solutions techniques virtuelles à des problèmes concrets. Ses solutions sont restées sur le papier, à la croisée de l'imaginaire et du savoir : il s'agit d'un acte créatif incomplet, embryon d'invention non aboutie, d'une intelligence technique non socialisée, mais restée dans le domaine de l'intime... (voir à ce sujet l'interview fictive de Léonard dans le hors série « Science et Guerre » de *La Recherche*). Par sa notoriété, Vinci est l'arbre qui cache la forêt des ingénieurs véritables, qui allaient d'Etat en Etat, de cité italienne en principauté italienne, voire jusqu'en Allemagne ou en France.

Leur caractéristique est donc de se déplacer, un peu comme les *condottiere* ou comme les mercenaires qui vont faire la guerre pour tel ou tel prince . Ils se louent avec leur savoir intellectuel, nomade, leur « savoir construire » surtout ; ce sont des constructeurs d'engins, qui maîtrisent la science de l'époque dans son degré d'avancement , les mathématiques surtout. Celles-ci ressurgissent essentiellement en Italie, car après la prise de Constantinople par les Turcs, toutes les connaissances acquises par l'empire byzantin se déplacent vers l'Italie, et on retrouve, soit par des traducteurs arabes, soit par des textes grecs originaux, tous ces textes –comme par exemple Euclide, redécouvert à l'époque.

C'est donc la première période, celle des hommes qui savent imaginer et construire.

Pour une part, cette période se poursuit jusqu'au XVIII^e siècle, puisque les princes essaient d'attirer à leur service les ingénieurs qui leur semblent avoir de très fortes capacités (Louis XIV fait appel au Liégeois Rennequin pour construire la machine de Marly) et même des savants : c'est le cas de Lagrange, mathématicien

né à Turin, appelé par le roi de Prusse pour présider l'Académie des Sciences de Berlin, puis par le roi de France qui lui fait un "pont d'or" pour le faire venir à Paris. Même si le souverain n'a pas un objectif militaire immédiat, comme il peut l'avoir avec un ingénieur, il sait qu'il est important d'avoir cette réserve scientifique dans laquelle il peut puiser, le cas échéant.

La deuxième période est celle de l'institutionnalisation des rapports entre la science et l'Etat. Jusque là, il n'y avait pas de recherche, on ne recherchait pas de produits, on recherchait des hommes capables. Au XVIII^e siècle, un double mouvement va s'opérer : l'Etat va utiliser ces hommes capables, et va institutionnaliser ce processus.

Ce phénomène apparaît en France. Après avoir recherché des ingénieurs pour la construction, on fait appel à des savants pour l'expertise. Colbert fonde l'Académie des Sciences, qui prendra toute sa puissance au XVIII^e siècle (ainsi que la Royal Society de Londres). D'autres pays s'inspirent du modèle français sur ce point, avec des différences. Les savants sont maintenant des experts, experts en matière de science (l'Académie des Sciences est faite pour juger la science), mais experts aussi en matière de techniques : c'est même l'essentiel du travail accompli par l'Académie Royale des Sciences au XVIII^e siècle, qui s'occupe de techniques militaires, mais pas seulement – la question des cosmétiques occupe aussi une place, car l'Académie juge et contrôle toutes les techniques et les procédés de fabrication...

Le moyen de ne pas aller chercher en Italie, en Suède, est d'avoir ses propres ingénieurs. En France, sur le modèle des cités italiennes, l'Etat a les siens depuis la fin du XVII^e siècle, ingénieurs civils des Ponts et Chaussées, ingénieurs militaires. La France est surtout la première à scolariser ses ingénieurs. L'idée de créer une école est tout à fait progressiste : donner une bonne formation scientifique, et les savants enseigneront – Gaspard Monge invente la géométrie descriptive dans l'école du génie de Mézières, fondée en 1748. Une uniformisation par le haut s'effectue avec un concours d'entrée sur des bases scientifiques – mathématiques essentiellement —, une formation élevée, puis un concours de sortie pour entrer dans un corps d'ingénieurs.

Cette tradition de la monarchie française, consacre une relation importante entre la science et l'armée, et permet une harmonisation : en sortant de cette école, un ingénieur vaut un autre ingénieur. Non seulement il n'est plus nécessaire de chercher des ingénieurs à l'étranger et de les payer comme des mercenaires, puisqu'on les fabrique sur des bases scientifiques importantes, mais ils sont devenus relativement interchangeables, à l'époque où l'on voit apparaître également l'idée de pièces interchangeables dans l'artillerie. Comment faisait-on un canon auparavant, ou un fusil ? C'était comme un chef-d'œuvre d'artisan : même si des manufactures existaient, les pièces étaient uniques. A la fin du XVIII^e siècle, on essaie d'en faire des pièces standardisées, alors que jusque là il était impossible de remplacer directement une pièce cassée. Ceci apparaît en France, ensuite aux Etats-Unis, et ce ne sera réellement répandu qu'au XIX^e siècle, pour des raisons qui tiennent à la métallurgie.

Cette recherche de la précision culmine avec l'Ecole Polytechnique : la science de base, ce sont les mathématiques, et dans leurs applications militaires, la balistique, dès le 16^{ème} siècle avec Tartaglia. Des mathématiciens aussi importants que Euler ont travaillé sur ces questions de balistique, et également sur des points qui peuvent paraître anecdotiques : les derniers travaux d'Euler portent sur l'aérostation, les ballons- qui seront d'ailleurs utilisés par les militaires après l'invention de Montgolfier. La balistique, la construction navale apparaissent bien comme des applications des mathématiques, de la géométrie plus particulièrement, et, à partir du XVIII^e, l'hydrodynamique avec Borda, Bossut, Dubuat.

Dans les années 1760, le Ministère de la Guerre donne de l'argent, pour la première fois, en direction d'une recherche sur des questions d'écoulement des fluides, recherche qui n'est pas a priori liée directement à l'armée. Jusque là il n'y avait de l'argent que sur des questions directement liées à l'armement. Mais on sait que la science fondamentale porte en elle des développements ultérieurs.

B. La mise en place d'une recherche

Après ces traditions des hommes qu'on louait, puis qu'on fabriquait, vont émerger des hommes capables auxquels on va donner des moyens, et auxquels on va avoir recours lorsqu'on ne sait pas. C'est sans doute la Révolution qui va y conduire.

En 1775, lorsque Turgot, ministre réformateur du jeune roi Louis XVI, est en place, il fait appel à Lavoisier pour être l'un des quatre directeurs d'une nouvelle régie des poudres et salpêtres. Autrefois il y avait un système, comme la Ferme générale, compagnie de financiers très riches qui avançaient au roi l'argent des impôts pour les lever ensuite. C'était la même chose pour les poudres. La question des poudres était gérée comme la Ferme générale. Turgot crée une régie; Lavoisier a pour mission spécifique de trouver les moyens de résoudre les problèmes qui se posent à la fabrication des poudres. Il s'agit de poudre noire : 75% de salpêtre, 12,5% de soufre, et autant de charbon. Cette poudre noire est connue depuis très longtemps. Roger Bacon, moine savant du XII^e siècle avait inventé cette poudre noire (qui vient également de Chine...).

L'Etat ne fait plus seulement appel à un savant comme expert pour juger des projets proposés à l'Académie des Sciences, mais il a recours à ses compétences générales pour organiser complètement un secteur.

A dire vrai, à l'issue des recherches de Lavoisier, la poudre noire n'a pas véritablement progressé, quoique sa qualité soit meilleure, car elle est fabriquée de façon plus rationnelle. Même si Lavoisier a réussi sa mission, c'est pour des raisons administratives, parce qu'il a eu aussi un regard scientifique sur la gestion de son domaine.

Pourtant, s'il y eut beaucoup de guerres au XVIII^e siècle, aucun appel systématique aux savants n'eut lieu. Avec la Révolution, pour la première fois il se produit. Il est tout à fait remarquable de voir que la première réunion du fameux Comité de Salut Public, le 9 avril 1793 (Robespierre n'y est pas encore entré), crée une commission de chimistes et de mécaniciens pour chercher et éprouver de nouveaux moyens de défense. C'est la première commission scientifique et technique de défense. On demande brusquement aux scientifiques de résoudre un problème majeur, de prendre en charge un pan entier de la défense nationale. Pourquoi ? Parce que le premier président de ce premier comité est Guyton de Morveau, un chimiste. La présence d'un scientifique à la tête du pouvoir central s'explique par celle de scientifiques dans les assemblées révolutionnaires. D'une certaine façon, l'Académie leur avait donné une pratique de procédures démocratiques (scrutins de divers types, travail en commission) unique dans le royaume. Certains, comme Condorcet, ont fait des calculs de probabilité sur des questions d'élection, car c'est aussi l'apparition de la mathématique sociale, et ces scientifiques sont tous adeptes des Lumières, du progrès, et favorables à la Révolution.

Les savants donnent le "la" aux politiques. Dans cette période extraordinaire, unique au monde, les scientifiques investissent la politique. Cette mobilisation montre la capacité à répondre à l'urgence des besoins ; la France est seule contre l'Europe entière. L'armée comprenait 150 000 hommes, et il fallait passer à une armée d'un million d'hommes, dont les cadres ont disparu dans l'émigration. Il faut compenser ces pertes ; la France a un atout démographique, puisqu'elle est la première puissance démographique de l'époque. Et elle a un atout scientifique non négligeable. Par cette conjonction, la production de salpêtre va pouvoir passer de 3 millions de livres à 17 millions, avec le recours aux savants de premier plan que sont Gaspard Monge, Berthollet, Guyton, etc... et tous ceux qui font la science, les professeurs des collèges ou les apothicaires. La science s'intègre à la société.

Il convient de poser ici le problème de l'engagement. Celui des savants les plus engagés politiquement se comprend aisément. Mais pourquoi certains réactionnaires ou fédéralistes anti-jacobins ont-ils collaboré avec la République ? pourquoi certains ont-ils été écartés ? pourquoi Lavoisier a-t-il été guillotiné ? Dans ce dernier cas, ce n'est pas une question scientifique mais politique ; Lavoisier était une caricature de l'Ancien Régime, et ne s'était pas adapté. Il était fermier général. Si la sentence «la République n'a pas besoin de savants » est apocryphe, certains conventionnels pensent en effet qu'elle n'a pas besoin de savants spéculatifs, mais uniquement des sciences appliquées : chimistes, ingénieurs ; les mathématiciens sont trop abstraits. Condorcet est plus mal vu que les chimistes.

Dans cette crise, la science répond, et c'est la victoire, symbolisée par le ballon de Fleurus le 26 juin 1794 ; ce ballon représente une technologie qu'on a du mal à se représenter. Il n'y a que dix ans que l'homme a réussi à donner corps au mythe d'Icare et à voler. C'est donc récent. Au début, on fait chauffer de l'air ; dès 1783, on peut le faire par l'hydrogène. De là à rendre opérationnels des ballons sur le champ de bataille, il y a pourtant un monde, d'autant plus qu'autrefois, on versait de l'acide sulfurique dilué sur des métaux pour produire de l'hydrogène. Or l'acide sulfurique, pour être produit, nécessite du salpêtre ; et on a un grand besoin de salpêtre pour la poudre. Que demande-t-on aux savants ? de fabriquer de l'hydrogène, sans acide sulfurique. Cela justifie le recours à Lavoisier : comment diviser l'eau en oxygène et hydrogène ? Cette expérience de chimie fondamentale va passer du stade du laboratoire à l'échelle industrielle puisqu'un ballon fait dix mètres de diamètre, donc des centaines de mètres cube d'hydrogène, avec tous les dangers que cela représente.

Le succès des savants est colossal et ils en ont profité. De cette "vente" au pouvoir, on attend un retour, qui sera la création de l'Ecole Polytechnique, une véritable professionnalisation de la science. L'Ecole des Mines avait des promotions de 5 ou 6 élèves ; l'école du génie de Mézières, 20 élèves. Il n'est plus question d'être noble ; on est recruté sur le mérite uniquement, et au bout de l'école, il y a création de postes. Le phénomène de la professionnalisation est à peu près concomitant dans d'autres pays, bien que la France serve de modèle.

Revenons au cas de Lavoisier : financier milliardaire et grand commis de l'Etat, c'est un amateur des sciences, comme beaucoup de nobles, puisqu'il a des occupations professionnelles non scientifiques, mais particulièrement brillant. Parce qu'il étudia d'abord le droit au lieu de suivre le cursus ordinaire pour la chimie que suivaient les pharmaciens et les médecins, qui restaient ensuite prisonniers de leurs études il a réussi à se dégager du carcan d'une chimie liée à l'alchimie, et de la théorie du phlogistique. Il met le doigt sur certains problèmes car il est extérieur à la tradition. Il n'est pas chimiste de tradition, et c'est pour cela qu'il fait avancer la chimie. A la même époque, Guyton de Morveau, avocat général à Dijon, est à l'origine de la première nomenclature de la chimie, qui s'est conservée jusqu'à la première moitié du XX^e siècle : deux juristes ont su réformer des savoirs pratiques et une théorie imparfaite pour en faire une science, avec son corps de doctrine et sa nomenclature raisonnée.

Sous le Directoire, le Consulat, l'Empire et la Restauration, s'opère un processus de normalisation avec la création de comités d'experts. L'Académie avait une validité générale, à présent il y a des comités spécialisés, comme par exemple le comité des poudres et salpêtres, domaine exemplaire des relations entre sciences et guerre. Après avoir eu Fourcroy et Lavoisier sous la Révolution, sous la Restauration, trois grands chimistes, Gay-Lussac, Pelouze et Marcelin Berthelot gèrent scientifiquement ce domaine; un nouveau paysage s'installe, ainsi qu'une complète institutionnalisation. On va passer de l'expertise au comité d'experts, qui essaie de prévoir des choses nouvelles, puis à la recherche véritable.

La France, qu'on présente toujours, non sans raison, comme très en retard au XIX^e siècle sur le plan des laboratoires, est paradoxalement institutionnellement très en avance sur le plan des laboratoires militaires, qu'elle crée dès 1818, après une première expérience sous la Révolution. Le problème est qu'ils vont être très vite confiés à des polytechniciens; Gay-Lussac n'est pas militaire mais il est polytechnicien, il travaille avec des officiers polytechniciens. C'est un corps de technocrates, avec des capacités réelles, mais sans concurrence: là réside peut-être le problème. Il y a une absence dramatique de laboratoires dans l'industrie, alors que l'Allemagne de la même époque ouvre des laboratoires industriels et Liebig, grand fondateur des laboratoires et de l'enseignement en laboratoire en Allemagne, modèle pour le monde entier, est venu travailler d'abord avec Gay-Lussac dans le laboratoire militaire de l'Arsenal à 19 ans. Et ensuite, prenant modèle de ce que Gay-Lussac avait en germe, il crée des laboratoires qui vont pénétrer dans l'industrie, tandis qu'en France, ils restent aux mains de fonctionnaires.

C. L'intégration de la recherche.

Jusque là, le modèle est français, celui des écoles d'ingénieurs, suivi en Prusse après 1810. Mais la Prusse va plus loin en créant à l'université des enseignements scientifiques qui n'existent pas encore en France. Le problème qui va se poser est celui du changement d'échelle. Les laboratoires français du XIX^e siècle aboutissent à la guerre de 1870 et à son échec. La France avait, sur le papier, le plus bel ensemble de laboratoires militaires, avec des gens fort compétents, mais c'est un échec. Toutes les innovations, dans le domaine militaire, se font ailleurs, en Allemagne (fusil Dreyse, canon Krupp, emploi du chemin de fer pour les transports militaires). Cela explique le complexe des français en 1871 par rapport aux laboratoires allemands. Il y a des laboratoires, mais ce sont les laboratoires allemands qu'on prend en exemple pour la chimie, non sans raison. On entre dans une guerre différente, avec un changement d'échelle. Les plus grandes batailles napoléoniennes auraient paru tout à fait ridicules un siècle plus tard; à Leipzig (dite « la bataille des nations »), trois jours, et plus d'une centaine de milliers de combattants (1813); sur La Marne, un combat plus long, avec des centaines de milliers d'hommes (1914); à Verdun, plusieurs mois, avec plus d'hommes encore, et des centaines de milliers de morts...

La grande nouveauté en chimie, puisque c'est la chimie qui domine, ce sont les retombées de l'industrie chimique, et l'abandon de la poudre noire pour passer à des produits issus de la chimie organique surtout, des explosifs très puissants, également des explosifs chloratés, présentés par Berthollet à l'Académie. Et aussitôt Lavoisier fait des expériences à la Régie pour faire une poudre au chlorate, mais le produit est trop instable, et l'explosion tellement violente que Berthollet et Lavoisier en réchappent de justesse. Il y a longtemps qu'on essaie de faire de la poudre propulsive de cette façon, et cette révolution pour le chargement des obus a lieu au 19^{ème} siècle, mais aurait pu avoir lieu bien avant, sous la Révolution.

Il y eut une évolution également des batailles navales: au lieu de lancer des boulets pleins sur les coques des navires, avec une puissance de feu peu importante, un obus pénètre la coque, explose et coule le navire; c'est une idée de la Révolution. Ces obus ont existé, ils ont été fabriqués secrètement à Meudon, où étaient fabriqués les ballons, mais n'ont jamais été utilisés car les militaires ne sont pas forcément favorables aux innovations proposées par les scientifiques. C'est une recherche d'hommes de science, qui ressemble au projet Manhattan des américains pour la bombe atomique, une recherche où on propose au pouvoir politique quelque chose qui ne plaît pas aux militaires. Ces obus de la Révolution ont sûrement été jetés à l'eau parce que les marins ne voulaient pas les utiliser, parce qu'ils les trouvaient trop destructeurs pour la flotte anglaise, et que les Anglais, jugés meilleurs, reviendraient, s'empareraient de la technique et détruiraient la flotte française! Pour résumer, il y a des cheminements complexes chez les militaires: il ne suffit pas d'inventer une arme, ni de la fabriquer, encore faut-il la faire adopter.

Un autre débat de l'Empire a concerné les fusées de guerre. Napoléon a compris leur intérêt; il réunit une commission d'artilleurs et de poudriers, pour se doter d'un système de fusées. A quel moment? pas en 1806, où les Anglais les utilisent pour bombarder Boulogne. Il y a une rivalité entre la fusée et l'artillerie, et Napoléon choisit de les utiliser pendant la guerre d'Espagne, face à des villes; on assiste à l'apparition de la « brutalisation de la guerre ». On n'a plus besoin de la précision de l'artillerie, mais on peut utiliser l'imprécision des fusées, suffisante pour atteindre des villes. On entre dans une guerre totale, guerre aux populations civiles, guerre de terreur.

Le concept de « brutalisation » est employé par l'anthropologie historique à partir de la guerre de 14-18: on a des moyens extrêmes, on peut tuer. C'est le cas avec les nouveaux explosifs nitrés des années 1880-

1890, qui vont être utilisés pendant la guerre de 14-18. Il y a une montée exponentielle de la puissance de destruction, avec des paliers, des aggravations, la guerre "totale". Les inventions de la guerre de 14-18 sont bien connues : lorsque Clément Ader ou les frères Wright font des tentatives de vol, ils ne pensent pas en termes militaires, et même en 1914, l'aviation a d'abord pour seul but de présenter un observatoire utile : observer l'ennemi, transmettre une observation (un peu comme les actuels drones). Ce n'est que plus tard qu'on va avoir des expériences de bombardement dramatiques comme Dresde, 200 000 morts avec les bombes traditionnelles de l'époque, alors qu'Hiroshima a fait 80 000 victimes. Avec un déploiement de forces plus important, une puissance destructrice plus petite peut l'emporter sur la bombe atomique.

II - Pourquoi les scientifiques -ou les chercheurs- ont ils collaboré à la guerre ?

On a donc en ce début du XX^e siècle un réseau scientifique beaucoup plus construit. Au XVI^e siècle, et encore au XVIII^e siècle, il y a des individus, des groupes d'individus, des académies, des laboratoires, mais des structures petites qui forment un réseau scientifique étroit, et en rapport avec le militaire ; à partir de la 1^{re} guerre mondiale, on entre dans des structures importantes - les Etats-Unis surtout - qui vont former des centaines, puis des milliers de chercheurs civils ou militaires. Pour la bombe atomique, des dizaines de milliers de personnes vont travailler dans ce secteur. Des scientifiques de haut rang, mais pas seulement ; également tout l'appareil nécessaire, les techniciens, le financement, tous les relais. C'est la naissance du « complexe militaro-industriel ».

La guerre de 1914 fut celle de la chimie : les explosifs et les gaz. L'industrie chimique a beaucoup plus travaillé pour les explosifs que pour les gaz. L'industrie allemande au début a refusé de travailler pour les explosifs, pour des raisons morales ; il y a eu un blocage, dans cette Allemagne considérée comme une fauteuse de guerre. Cette même industrie allemande, qui au début a hésité à faire des explosifs, n'a eu aucun problème de conscience pour faire des gaz. Pendant la guerre de 14-18, il y eut 0,5% de morts par les gaz seulement. La guerre chimique concerne donc surtout les obus. En France, on a mobilisé l'industrie facilement pour les obus ; pour les gaz, ce sont les universitaires, les laboratoires du Museum, qui se sont mis à travailler sur les gaz pour la guerre. Par exemple Paul Lebeau obtient l'autorisation de rappeler tous ses étudiants qui sont sur le front pour travailler dans ses laboratoires. Après la guerre, il va passer de l'université à un laboratoire de l'armée. Les universitaires se déplacent et viennent travailler dans ces laboratoires. Plusieurs centaines de personnes viennent au laboratoire du Bouchet jusqu'en 1939. Après l'indépendance de l'Algérie, les français sont autorisés à faire leurs expériences secrètement en Algérie. La guerre chimique s'est poursuivie un certain temps. L'idée reçue est que la guerre serait chimique, et même aéro-chimique. Des essais sur les forêts ont eu lieu, pour bombarder des populations d'insectes avec des produits contenant des hormones de croissance, des recherches conduisant aux herbicides, puis aux gaz défoliants que les américains déverseront au Vietnam.

Ce qui paraît le plus civil a donc des objectifs militaires, et l'Allemagne ne pouvait pas faire autrement puisqu'elle n'avait pas le droit de faire des essais à but militaire selon la décision de Versailles. Les produits utilisés contre les insectes seront utilisés dans les camps de concentration plus tard (Zyclon B).

Le pouvoir a besoin des scientifiques pour accroître la puissance destructrice potentielle, pour pouvoir la montrer, comme à Hiroshima ; les scientifiques sont là pour trouver une nouvelle puissance, peut-être pour éviter de faire la guerre ?

Pour ce qui est des scientifiques qui continuent à travailler après la guerre de 14-18 dans les laboratoires militaires, on peut prendre l'exemple de Paul Langevin, qui a travaillé pour l'armée pendant la guerre, et devient ensuite un grand pacifiste. C'est un homme de gauche, pacifiste comme le sont la plupart des anciens combattants ; pourquoi a-t-il combattu ? cette motivation a été analysée par les historiens, pour la guerre de 14 en particulier, mais l'analyse vaut de façon générale : pendant une guerre, se développe une culpabilité à ne pas être sur le front pendant que d'autres se font tuer. Les élèves de l'Ecole Normale étaient désespérés car plus d'un tiers d'entre eux avaient été tués au début 1915. Ce réflexe complexe est très fort globalement, et on peut le retrouver dans les itinéraires individuels de chacun de ces personnages. C'est un complexe de l'arrière, de ceux qui veulent faire leur devoir autrement et s'engager militairement.

Revenons à Paul Langevin ; pourquoi continue-t-il après la guerre ? il collabore avec la Marine au laboratoire de Toulon pour l'établissement du gyro-compass de la conduite de tir pour les navires. La vision manichéenne du bon savant et du mauvais savant est donc simpliste, et l'exemple de Langevin en est la preuve.

On peut aussi évoquer Oppenheimer, l'un des pères de la bombe atomique, qui était hostile à son emploi, au point d'être sévèrement inquiété par les macarthysme pour de prétendues activités anti-américaines.

Dans tout ce qui précède, il s'agit de rapport d'Etat à Etat, des scientifiques et des militaires qui sont encadrés dans un Etat, avec éventuellement une rivalité entre eux. La guerre est un phénomène très complexe ; il y a une puissance militaire en terme de puissance de feu, d'organisation logistique, de démographie, de budget, d'appareil de production industriel, mais aussi de puissance morale. Les Romains avaient une armée exceptionnelle, mais il y a un moment où la puissance morale a manqué. La puissance morale pendant la guerre,

c'est le bon droit. Ce qui donne de la force dans une guerre, c'est qu'on se sente le droit de la faire. Dans ce cas Dieu est avec vous, quelle que soit la religion... Ce bon droit a donné des guerres de religion, justement, des guerres nationales sous la Révolution et depuis ; le bon droit, c'est aussi l'injustice d'une guerre subie : en échange on est prêt à répondre. Clausewitz dit « La guerre est la poursuite de la diplomatie sous d'autres formes ». La guerre a eu un effet structurant dans la construction de l'Etat, et en particulier les relations science-armée dans l'Etat moderne (depuis le 16^{ème} siècle). La guerre est structurante parce qu'on la prépare et qu'on la mène, cette préparation même est structurante.

Quand il n'y a pas d'autre budget que militaire, c'est pour les scientifiques le seul moyen de faire de la science ; depuis la 2^{ème} guerre mondiale, toutes les disciplines actuelles ont eu besoin de financements de la recherche militaire. Il n'y a pas de science, y compris médicale, qui n'ait eu de relation avec la recherche militaire.

Prolongements :

- Intervention de Diana Malpède (Unesco)

Il y a de nouvelles formes de guerre : la guerre sociale (famine, pauvreté), la guerre économique (l'eau devient un enjeu de la guerre comme dans le conflit Israélo-Palestinien), la guerre d'environnement. Il faut donc faire en sorte que les sciences humaines et sociales soient toujours intégrées dans toutes les recherches.

Le mandat de l'Unesco est de favoriser les conditions pour préserver la paix, par exemple l'éducation; davantage d'éducation peut-il éviter la guerre? Toute forme de frustration peut engendrer des conflits, l'illettrisme, la discrimination sont facteurs de guerre. La paix est-elle l'absence de guerre ou l'absence des conditions qui favorisent la guerre?

Depuis la fin de la guerre froide, il y a eu un plaidoyer pour le désarmement; mais les guerres ne sont pas seulement déterminées par des facteurs militaires, il y a aussi l'état de la société (pauvreté...); le désarmement est donc nécessaire mais pas suffisant.

La priorité de l'Unesco est **leau** en tant que cause de conflit. Il y a une catégorie de réfugiés environnementaux, car à cause de la désertification, des peuples doivent migrer; l'Unesco se demande si on doit parler dans ce cas de réfugiés "politiques". La gestion de l'eau est essentielle dans la prévention des conflits, au Moyen Orient et en Asie Centrale; il y a une gestion anarchique de l'eau dans les Nouvelles Républiques depuis la chute du mur de Berlin qui menace la paix.

Des problèmes se posent quant à la recherche scientifique : on constate par exemple une fuite des cerveaux africains vers l'OCDE. A qui appartient la science quand elle est faite par des immigrés?

Depuis le 11 septembre, la politique d'immigration scientifique aux USA a beaucoup changé. On observe aussi une nouvelle orientation des jeunes dans ce pays vers la biologie pour lutter contre le bio-terrorisme; la recherche scientifique américaine a d'ailleurs augmenté de 20% depuis ce 11 septembre. Mais à qui appartiendra la recherche quand elle est financée aux 2/3 par des fonds privés?

- Des textes philosophiques sur la guerre

Kant *Idee d'une histoire universelle*, 1784

La 4^{ème} proposition développe le thème de l'insociable sociabilité des hommes comme moteur de leur histoire et de leur développement

La 7^{ème} proposition énonce: "toutes les guerres sont donc autant d'essais (non pas certes dans l'intention des hommes, mais dans l'intention de la nature) pour établir de nouvelles relations entre Etats, pour former par la destruction de tous, ou du moins par leur démembrement, de nouveaux corps, qui, à leur tour, soit pour des raisons intérieures, soit à cause de leurs relations mutuelles, ne peuvent se maintenir et doivent donc subir de nouvelles révolutions semblables : jusqu'à ce qu'un jour enfin, en partie l'organisation la meilleure possible de la constitution civile, pour les affaires intérieures, en partie une convention et une législation commune pour les affaires extérieures, établissent un état semblable à une communauté civile et capable de se maintenir lui-même comme un automate".

Kant *Critique de la faculté de juger* §28, 1790

"on peut donc discuter tant qu'on le voudra en comparant l'homme d'Etat et le chef de guerre lequel des deux mérite plus particulièrement notre estime; le jugement esthétique décide en faveur du second. La guerre elle-même, lorsqu'elle est conduite avec ordre et un respect sacré des droits civils, a quelque chose de sublime en elle-même et elle rend d'autant plus sublime la forme de penser du peuple qui la conduit ainsi, qu'il fut exposé à d'autant plus de périls en lesquels il a pu se maintenir courageusement; en revanche une longue paix rend

souverain le pur esprit mercantile en même temps que l'égoïsme vil, la lâcheté et la mollesse, abais sant ainsi la manière de penser du peuple."

Hegel *Principes de la philosophie du droit* §324 , 1821

« Dans ce que nous venons de proposer se trouve l'élément moral de la guerre, qui ne doit pas être considéré comme un mal absolu, ni comme une simple contingence extérieure qui aurait sa cause contingente dans n'importe quoi : les passions des puissants ou des peuples, l'injustice, etc, et en général, dans quelque chose qui ne doit pas être. (...) La guerre comme état dans lequel on prend au sérieux la vanité des biens et des choses temporelles qui, d'habitude, n'est qu'un thème de rhétorique artificielle, est donc le moment où l'idéalité de l'être particulier reçoit ce qui lui est dû et devient une réalité. La guerre a cette signification supérieure que par elle, comme je l'ai dit ailleurs : « la santé morale des peuples est maintenue dans son indifférence en face de la fixation des spécifications finies de même que les vents protègent la mer contre la paresse où la plongerait une tranquillité durable comme une paix durable ou éternelle y plongerait les peuples ».

La question d'Einstein à Freud : *pourquoi la guerre ?* La réponse de Freud (traduits par le docteur Paul Bloch-Laroque) (site Quidnovi)

Einstein à Freud :

"Je suis heureux de pouvoir m'entretenir avec vous de la plus importante question : existe-t-il un moyen d'affranchir les hommes de la menace de la guerre ? La solution de ce problème a jusqu'ici échoué dans d'effrayantes proportions. La direction de ma pensée n'est pas celle qui ouvre des aperçus dans les profondeurs de la volonté et du sentiment humain. Je ne peux donc que poser le problème et vous donner l'occasion d'éclairer la question sous l'angle de votre propre connaissance de la vie instinctive de l'homme. Y a-t-il des moyens éducatifs possibles ? De puissantes forces psychologiques sont à l'œuvre qui paralysent les efforts vers une sécurité internationale qui devrait imposer aux Etats l'abandon d'une partie de leur souveraineté.

- appétit de pouvoir, appétit politique de puissance ;

- fabrication et trafic des armes, élargissant le pouvoir personnel individuel par une minorité.

Comment cette minorité asservit-elle la grande masse qui ne retire de la guerre que souffrance, appauvrissement et mort : par l'école, la presse, etc, elle peut faire de la grande masse son instrument aveugle.

Mais c'est une réponse insuffisante. Car il semble que tout homme a en lui un besoin de haine et de destruction. En temps ordinaire, cette disposition existe à l'état latent et ne se manifeste qu'en période anormale ; mais elle peut être éveillée avec une certaine facilité et dégénérer en psychose collective. Là est le point sur lequel, seul, le grand connaisseur des instincts humains peut apporter la lumière.

D'où la dernière question : existe-t-il une possibilité de diriger le développement psychique de l'homme de manière à le rendre mieux armé contre les psychoses de haine et de destruction ?

Il y aurait grand profit à vous voir développer les problèmes de la pacification du monde sous le jour de vos investigations, car un tel exposé peut être la source de fructueux efforts. »

Réponse de Freud :

"Vous me demandez comment libérer les humains de la menace de la guerre. J'ai tout d'abord été effrayé de mon -j'allais dire de notre- incompetence. Mais j'ai pensé que j'avais simplement à exposer le problème de la sauvegarde de la paix à la lumière de l'examen psychologique. Dans tout le règne animal (dont l'homme fait partie), les conflits d'intérêt sont réglés par la violence : au début, force musculaire, puis instrumentale (les meilleures armes) qui correspondrait à une suprématie intellectuelle.

En résumé, le triomphe de la violence a lieu par la transmission du pouvoir à une plus vaste unité, amalgamée elle-même par des relations de sentiments, les lois de cette association fixant la part de liberté à laquelle l'individu doit renoncer pour que la vie en commun puisse se poursuivre en sécurité. Mais cette communauté renferme des éléments de puissance inégale.

Il en résulte que les dominants tentent de rétablir le règne de la violence et que les dominés veulent rétablir le droit égal pour tous : d'où insurrection, guerre civile et rétablissement du droit.

Le recours à la violence ne peut être évité dans la solution des conflits d'intérêt. A notre époque, il n'est possible d'éviter à coup sûr la guerre que si les hommes s'entendent pour instituer une puissance centrale aux arrêts de laquelle on s'en remet dans tous ces conflits d'intérêt, et, condition sine qua non, dotée de la force appropriée. C'est à dire que les idéaux nationaux qui gouvernent actuellement les peuples, doivent être dépassés par une supranationalité mondiale en remplaçant la puissance matérielle par la puissance des idées. Mais on commet une erreur de calcul en négligeant le fait que le droit était, à l'origine, la force brutale et qu'il ne peut encore, hélas, se dispenser du concours de la force.

En fait les instincts de l'homme se résument en deux catégories :

- ceux qui veulent conserver et unir, instincts érotiques et sexuels ;

- ceux qui veulent détruire et tuer, pulsions agressives ou destructrices.

Il s'agit de la transposition théorique de l'antagonisme universellement connu de l'amour et de la haine. Ces pulsions sont toutes deux indispensables chez l'homme car c'est de leur action conjuguée ou antagoniste que découlent les phénomènes de la vie, mais la liaison de l'une à l'autre est permanente.

Au cours des si fréquentes cruautés de l'histoire, les mobiles idéalistes n'ont servi que d'alibi aux appétits destructeurs inconscients.

Cet instinct destructeur, cette pulsion, agit au sein de tout être vivant, tendant à ramener la vie à l'état de matière inanimée : c'est l'instinct de mort, alors que les pulsions érotiques représentent les efforts vers la vie.

Existe-t-il alors des moyens de prévenir la guerre, c'est à dire de canaliser le penchant humain à l'agression de sorte qu'il ne trouve pas son mode d'expression dans la guerre?

Si la propension à la guerre est un produit de la pulsion destructrice, il y a donc lieu de faire appel à l'adversaire de ce penchant, à l'EROS. Tout ce qui engendre, parmi les hommes des liens de sentiment doit réagir contre la guerre, et ces liens sont de deux sortes :

- les rapports qui se manifestent à l'égard de l'objet d'amour, même sans intentions sexuelles ;
- et les sentiments d'identification qui peuvent être dirigés vis-à-vis de penseurs indépendants, inaccessibles à l'intimidation et adonnés à la recherche du vrai.

Enfin pourquoi nous élevons nous avec tant de force contre la guerre, vous et moi, et tant d'autres avec nous ?

Parce que tout homme a un droit sur sa propre vie, parce que la guerre détruit des vies humaines chargées de promesses, place l'individu dans des situations qui le déshonorent, le forcent à tuer son prochain contre sa propre volonté, anéantit de précieuses valeurs matérielles, produits de l'activité humaine. J'ajouterai en outre que la guerre sous sa forme actuelle ne donne plus aucune occasion de manifester l'antique idéal d'héroïsme et que la guerre de demain, par suite du perfectionnement des engins de destruction, équivaldrait à l'extermination de l'un des deux adversaires et probablement même des deux. »

- Autres lectures

Des Revues:

La Recherche "la science et la guerre, 400 ans d'histoire partagée" avril-juin 2002

Science et Technique de la défense, décembre 2001-janvier 2002

Des Livres :

Patrice Bret : *L'Etat, L'armée, la science, l'invention de la recherche publique en France 1763-1830*, Rennes, Presses Universitaires de Rennes, 2002

Patrice Bret : *Le sabre et l'éprouvette, l'invention d'une science de guerre 1914-1939* (collectif), Noesis.

Bertrand Gilles : *Les ingénieurs de la Renaissance*, Hermann, 1964

Jean-Jacques Salomon : *Le scientifique et le guerrier*, Belin, 2001

Max Weber : *Le savant et le politique*, 10/18, 1959

Collection Que sais-je? : *Histoire de l'armement*, de A. Collet

Histoire des matériaux énergétiques, Charles Ailleret

Les armes chimiques, Olivier Lepick, 1999

Les armes biologiques, Patrice Binder et Olivier Lepick, 2001

Fabrice d'Almeida : *Images et Propagande, 20^{ème} siècle*, Casterman, Giunti, 1995

Jean-Pierre Auclert : *La grande guerre des crayons, les noirs dessins de la propagande, 1914-18*, Robert Laffont, 1981

- Des Sites à consulter

<http://histsciences.univ-paris1.fr> CNRS, MNHN, Cité des Sciences, ENS, Université de Paris 1, Ecole des Hautes Etudes sont associées sur ce portail d'histoire des sciences et des techniques.

<http://www.bnf.fr/pages/liens> une sélection d'histoire des sciences et des techniques sur le site de la BNF

http://www.ehess.fr/centres/koyre/Centre_A_KOYRE.html pour connaître les séminaires, les recherches en cours.

<http://cnum.cnam.fr> Le Conservatoire des Arts et Métiers fait le point sur l'électricité et le magnétisme au 18^{ème}, la mécanique appliquée, l'industrie française au 19^{ème} siècle ...

http://www.mpiwg-berlin.mpg.de/Galileo_Prototype/MAIN.HTM le fac-similé du manuscrit de Galilée sur le mouvement, une traduction anglaise, des représentations modernes des figures.

<http://www.aip.org/history> les archives de la physique du 20^{ème} siècle présentée par l'American institute of physics (M. Curie, Einstein, Heisenberg...).

<http://histsciences.univ-paris1.fr/i-corpus/lavoisier:index.php> tout Lavoisier, textes et images.
<http://www.sante.gouv.fr/htm/dossiers/biotox>, un site très renseigné sur le plan anti-variole
<http://www.sfm.u.org/kiosque/biotox>, tous les textes de référence du plan Biotox

- Une filmographie sur la guerre

Se demander dans quels cas la représentation de la guerre au cinéma passe par une représentation des techniques de la guerre, de l'armement, et une représentation des savants occupés à la guerre.

Un cinéma antimilitariste:

- Stanley Kubrick : *Paths of glory, Les sentiers de la gloire*, 1957, les mutineries de 1917
Docteur Strangelove, Docteur Folamour, 1964 qui incarne l'idée d'une science comme outil de puissance et de conquête, et développe le rapport stupéfiant qu'entretient l'intelligence humaine avec ce qu'elle produit (la crise de Cuba vient d'éclater). Stanley Kubrick, pour préparer ce film, s'est abonné à tous les magazines militaires se rapportant à l'armée de l'air, et possédait une grande quantité d'ouvrages concernant une guerre atomique. Voir le dossier "collège au cinéma" sur ce film sur crac.asso.fr
Full metal jacket 1987, sur le Vietnam
- Joseph Losey : *Pour l'exemple, King and country*, 1964
- René Vautier : *Avoir vingt ans dans les Aurès*, 1972

La guerre froide :

- Howard Hawks : *La chose d'un autre monde*, 1951, en Alaska une chose d'un autre monde, les autorités, le savant, le journaliste
- Alfred Hitchcock : *Le rideau déchiré, Torn curtain*, 1966

Le cinéma et la bombe :

- Fritz Lang : *Cape et poignard*, 1946
- Akira Kurosawa : *Vivre dans la peur*, 1955
Rhapsodie en août, 1990, sur le traumatisme de Nagasaki
- Alain Resnais : *Hiroshima mon amour*, 1959
- Terence Young : *James Bond contre Docteur No*, 1962
- Joseph Losey : *Les damnés*, 1960
- Shohei Imamura : *Pluie noire*, 1989, sur Hiroshima
- Andréï Tarkovsky : *Stalker*, 1980, un monde après la bombe
- John Badham : *War Games*, 1983, un enfant prodige de l'informatique menace la paix

Des moyens techniques de combat montrés au cinéma :

- Luc Besson : *Jeanne d'Arc*, 2000
- Anthony Mann : *Les héros du Tchécoslovaquie*, 1965, le sabotage d'une usine d'eau lourde en Norvège par les alliés

- Un opéra

Le fou, de Marcel Landovski; œuvre créée en 1956, au moment de la guerre froide; un savant fou refuse de livrer les secrets de sa trouvaille qui pourrait pourtant sauver l'humanité.

Des Problématiques et des parcours pédagogiques; les liens avec les TPE

- Qui fait la guerre? (parcours pédagogique)

1) Comparer l'homme et l'animal : seul l'homme fait la guerre. Si chez beaucoup de vertébrés il y a une conduite combative normale, surtout chez les mâles, la guerre est un phénomène social caractéristique de l'espèce humaine. La guerre est faite par l'Histoire en même temps qu'elle la crée en partie.

2) Parmi les hommes :

- L'homme et la femme

- Le nomade et le sédentaire
- Le civil et le militaire
- Les dominants et les dominés
- Le savant et le politique

3) Dans l'homme :

- L'humain et l'inhumain; selon la raison, la guerre n'est pas un droit, la paix est un devoir.
- La raison ou les passions?

- Pourquoi fait-on la guerre? (parcours pédagogique)

1) Qu'est-ce qui nous pousse à?

Pour éviter d'en faire une autre

Pour contraindre l'ennemi à accepter une certaine paix

Pour prévenir (attaquer pour ne pas l'être), guerre préventive

Pour se défendre (la meilleure défense, c'est l'attaque), se libérer, pacifier

Pour forger l'identité nationale du peuple, retrouver le sens d'une nation, le fortifier

Pour conquérir (des territoires, les peupler); pour Kant la nature utilise la guerre pour permettre aux hommes de vivre partout sur la terre; pour coloniser

Pour punir, exterminer

Pour jouer, quand elle est faite par une caste militaire; pour renverser les règles quand la guerre est démocratique

2) Qu'est-ce qui nous permet de?

Parce que nous possédons une force, un armement, une armée de métier, des mercenaires; la nécessité de les utiliser; parce que nous avons des alliés

Parce que nous possédons l'argent (l'argent est le nerf de la guerre ou "les nerfs des batailles sont les pécunes" dit Rabelais dans *Gargantua*)

Parce que notre biologie nous y pousserait? Nos pulsions? Les statistiques montrent une recrudescence de la criminalité après les guerres.

Parce que nous possédons l'intelligence, qui a besoin d'une émulation

Parce que nous soutenons notre droit par la force quand il n'y a pas de tribunal

Parce que nous sommes cruels. Y a-t-il des sociétés sans guerre?

Mais il y a un droit de la guerre qui nous permet en quelque sorte de la faire. La guerre ne peut pas tout se permettre car une guerre doit finir par s'arrêter et il faut donc penser à la paix à venir quand on fait la guerre, sinon ce serait une guerre d'extermination

- **Y a-t-il de "pures sciences"** dont les énoncés décrivent simplement le monde? La science vise le vrai, non l'utile. Les sciences comprennent la nature, désirent la maîtriser, agir sur elle. Depuis l'intention cartésienne dans *Le Discours de la Méthode* de "se rendre comme maîtres et possesseurs de la nature", les sciences et les techniques qu'elles engendrent permettent une action plus performante : aussi les pouvoirs économiques ou militaires s'intéressent à elles.

Ou s'agit-il de "savoir pour pouvoir"? : il convient d'étudier la place de la science dans les voyages de découverte et de conquête : y prendre part, les justifier. Il s'agit d'inventorier les données naturelles et humaines pour les connaître, les conquérir, les civiliser, les coloniser; mesurer, tracer des cartes pour se déplacer, naviguer.

Yves Lacoste dans *Les paysages du cinéma*, sous la direction de Jean Mottet, Pays/Paysages, Champ Vallon, 1999 écrit que la géo-graphie, remonte à Hérodote il y a 2500 ans : dessiner, représenter la Terre, par les cartes mais aussi par les paysages (dessin, peinture, cinéma). La carte est une représentation plus abstraite qui n'est motivée ni par l'amour de l'art, ni par une manie administrative ou mathématique, mais par des besoins d'action et de mouvement. La carte et le dessin de paysage sont nécessaires pour agir plus efficacement sur un territoire où l'on s'aventure, éviter de se perdre.

La carte et le paysage sont affaire de conquérants ou d'explorateurs, d'agents de renseignements comme le fut Hérodote au service d'Athènes et de Périclès. Les cartes de l'Union Soviétique ont longtemps été contrôlées par le KGB, qui les prêtaient pour la journée aux organismes d'Etat qui les sollicitaient.

Quand Lacoste écrit, en 1976, son fameux ouvrage *La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre*, le "d'abord" ne signifie pas "seulement" mais "pour commencer", "autrefois" et pour une grande part aujourd'hui encore. La carte est une représentation construite par des mesures mathématiques et à des échelles de réduction différentes, d'une portion de la surface de la Terre et d'une partie de ce qui s'y trouve, car la carte traduit une série de choix, comme tout dessin de paysage. La géographie est donc un ensemble de représentations, différentes selon ce que l'on veut faire, qui permettent d'agir plus efficacement. "Quelle est l'activité humaine où la sanction d'une méconnaissance géographique est la plus évidente? La guerre.", dit-il dans l'entretien du hors-série de *La Recherche (Science et guerre)*, ajoutant que toutes les technologies cartographiques ont au départ une vocation

militaire (photographie aérienne, missiles de croisière, guerre chirurgicale permise par une cartographie extrêmement détaillée).

Les plus anciens dessins de paysages connus en Europe ne relèvent pas d'une démarche artistique mais de préoccupations militaires. Les premiers dessins, ceux des environs des villes fortifiées furent réalisés pour pallier l'absence à l'époque de cartes détaillées à grande échelle. Puis aux 18^{ème} - 19^{ème} siècles, ce sont des dessins de reconnaissance de terrain croqués par des officiers de cavalerie envoyés en avant-garde. Ces peintures et ces dessins semblent avoir privilégié ce qu'on appelle les beaux paysages. Mais leurs auteurs n'avaient alors que des préoccupations tactiques et stratégiques et peu de préoccupations artistiques. Il y a donc une coïncidence entre l'intérêt militaire et ce qu'on appelle de beaux paysages, que l'on voit par exemple du haut d'anciennes forteresses; il s'agit de points de vue élevés d'où l'on voit des étendues assez vastes (et où il y a peu d'espaces masqués où un ennemi pourrait se cacher).

La mise en place d'une géographie universitaire et d'une recherche en géographie (travaux de Vidal de la Blache) en 1872, résulte de la défaite de 1870 : les Prussiens ont gagné la guerre parce que leurs sous-officiers savaient lire une carte. Aujourd'hui si l'on a mis au point l'observation en temps réel de la température de surface des océans, c'est surtout pour suivre le sillage des sous-marins nucléaires.

- **Science et technique (parcours pédagogique)**

1) la technique est un fait pré-scientifique

Si l'on compare technique animale et technique humaine, on voit que celle-ci produit des moyens de productions, des outils à faire des outils grâce à l'importance de la libération de la main chez l'homme.

La technique est fondamentalement liée aux besoins; il existe des sociétés dans science mais non sans techniques. Certaines techniques sont constantes (la permanence du besoin explique la constance du but). Cependant dans les techniques humaines ce n'est pas le besoin seul qui détermine le mode d'obtention du résultat; la fin peut être obtenue par des moyens différents, alors que dans une technique instinctive (animale) il n'y a pas de choix possibles.

Il y a donc une antériorité chronologique de la technique, pensée active qui se constitue par essais et erreurs, empiriquement

2) la naissance de la science et son indépendance à l'égard des techniques

La naissance de la science est située en Grèce, pour trois raisons : indépendance de la pensée rationnelle par rapport aux mythes; pratique de la critique et de la discussion; détermination du canon de la démonstration (opposition des mathématiques grecques et des connaissances des égyptiens). La science est une contemplation.

Il y a eu en Grèce une certaine stagnation des techniques : l'esclavage fournissait une main d'œuvre abondante; le travail manuel était méprisé; les sciences développées (mathématiques et astronomie) relevaient du haut, des révolutions célestes; les techniques artisanales n'étaient que recettes, peu différentes du travail de l'esclave.

3) la science moderne et son lien avec la technique

La collaboration entre science et technique débutera avec la constitution de la science galiléenne, qui débarrasse la physique de l'appareil conceptuel aristotélicien; il s'agit de justifier Copernic et de faire une science du mouvement.

L'unité du monde unifie la physique et l'astronomie, l'univers est homogène et l'espace géométrique ; la finalité est rejetée hors de la perspective scientifique et une nouvelle rationalité scientifique s'élabore ; l'expérience acquiert une place nouvelle. La science moderne reçoit de la technique des instruments de mesure et des sanctions par vérification. La connaissance de lois mécaniques de l'univers permet une action transformatrice (voir le tableau sur l'histoire de l'optique)

- **Penser vrai suffit-il pour agir bien? Ou qu'en est-il de la responsabilité du savant?**

Si les savants ont très souvent été liés à l'Etat, dans l'Académie des sciences par exemple, dans l'Ecole polytechnique aussi, si les développements scientifiques ont été le fait d'ingénieurs militaires, et si certains travaux de recherche (physique de l'atmosphère, lasers...) ont été financés par la Défense Nationale, les scientifiques assument difficilement cette double dimension. Ce refus peut s'expliquer politiquement, intellectuellement, voire moralement. Faut-il penser cette relation problématique en terme de responsabilité individuelle? Jusqu'à quel point peut-on accepter de penser une irresponsabilité du savant dès lors qu'il entend pratiquer une recherche désintéressée et n'être pas lié aux utilisations que d'autres feront de ses résultats?

Le savant peut se trouver dans un conflit de loyauté entre son pays et les valeurs présumées de la science; il peut aussi se trouver dans une tension entre les idéaux de la science et les contraintes du marché. Max Weber avait analysé les relations entre le savant et le politique au 20^{ème} siècle; aujourd'hui on parlerait de relations entre le scientifique et le guerrier.

Un exemple : l'optique

L'histoire de la théorie optique est une succession de dispositifs optiques concernant l'usage de la vision ; une humanité aveugle n'aurait pas inventé l'optique par absence de besoin.

TECHNIQUES

THEORIES

Œil

Feu
(source lumineuse)

{ Lanterne
Lampe
Phare

→ **Euclide** (3^{ème} s av. JC) = Optique
(« optikos » = relatif à la vue)
Théorie du rayon direct (dans un milieu transparent et homogène la lumière se propage en ligne droite)

Verre

Miroir plan

→ **Ptolémée** (1^{er} s ap. JC) = Catoptrique
(« katoptron » = miroir)
Etude de la réflexion des rayons

Lentilles
(morceau de verre poli :
2 surfaces sphériques ou
1 sphérique, 1 plane)

← **Descartes** (17^{ème}) = Dioptrique
(« dioran » = voir à travers)
Réfraction
Utilisation de la théorie pour perfectionner l'objet existant

Loupe

Lunettes

Télescope – **Galilée** (1564-1642)

Microscope – **Van Leeuwenhoeck** (1632-1723) : étude des bactéries, protozoaires, spermatozoïdes)

Newton 1675 : théorie de la structure corpusculaire de la lumière

Application de la théorie

Au phare de la Gironde (60km) :

Lentilles à échelons qui augmente le pouvoir éclairant des phares.

← **Fresnel** (1788-1827)

- Les armes chimiques (parcours pédagogique)

Plusieurs axes de travail peuvent être développés autour de cette thématique. En effet, les armes chimiques présentent un point de convergence pour plusieurs disciplines (Sciences de la Vie et de la Terre, Sciences Physique et Chimique, Histoire, Droit) et apparaissent donc comme un projet qui peut être traité dans le cadre des Travaux Personnalisés Encadrés.

Pour débiter, il est possible de revenir sur le dernier conflit en Irak avec notamment la polémique sur la présence de sites industriels de fabrication d'armes chimiques de destruction massive. C'est en effet sur la base de cette accusation que les Américains et les Anglais ont déclenché les hostilités. On peut également rappeler l'attentat dans le métro de Tokyo (mars 1995) au gaz sarin par la secte (?). La recherche d'articles sur cet attentat permet d'en donner toutes les caractéristiques (nombre de morts, de blessés, mode de propagation...).

La première utilisation de gaz toxiques date de la première guerre mondiale. La recherche de témoignages écrits ou oraux de poilus relatant cet événement permet à l'élève de pouvoir lui donner une réalité et une dimension émotionnelle. Après avoir effectué cette approche historique, l'étude des armes chimiques peut être développée dans le champ scientifique.

Est-ce que tous les agents toxiques ont des effets semblables sur l'environnement, sur l'homme ? Est-ce que leurs finalités sont identiques ? Quelles sont leurs différentes utilisations ? De par ces questions, l'élève comprend la nécessité d'établir une classification et donc de faire des choix de critères.

Une fois la classification établie, une étude de ces différents agents sur le plan physico-chimique industriels de fabrication d'armes chimiques pour chasser du pouvoir Saddam Hussein ? Quels sont les différents textes régissant l'emploi des armes chimiques ? Un historique des conventions peut être fait ainsi qu'une étude comparative de celles-ci.

peut être faite. Auparavant, le professeur peut demander à l'élève qu'il liste les différentes caractéristiques physico-chimiques de tout produit chimique après en avoir rappelé les définitions. A l'issue, il doit trouver les valeurs numériques de celles concernant les agents chimiques retenus.

Dans une autre étape, il semble important de s'intéresser aux effets des agents chimiques sur l'organisme, avec d'une part les conséquences sur la santé de l'homme et d'autre part les processus biologiques de destruction ou de détérioration des cellules mis en œuvre par les agents chimiques.

Un autre axe de développement peut être traité, celui du droit international relatif à la mise au point, la fabrication, l'emploi des armes chimiques. En effet, pourquoi les agents chimiques n'ont-ils pas été davantage utilisés dans les conflits et notamment au cours de la seconde guerre mondiale ? Quel était le rôle des inspecteurs d'armes de l'ONU en Irak ? Pourquoi les Américains et les Anglais ont-ils pris comme argument la présence de complexes

- La guerre bactériologique (parcours pédagogique)

ECJS : citoyenneté/défense, avec prolongements possibles en histoire et biologie.

- Que dit le droit international ? (recherche du texte de la Convention bannissant les armes biologiques.)
- La guerre bactériologique et l'histoire : recherche d'éléments historiques (cadavres humains ou d'animaux jetés dans les sources d'eau potable de l'ennemi pour les contaminer, cadavres de lépreux catapultés directement chez l'ennemi - origine probable de la grande peste du Moyen-Age)
- Dans l'histoire contemporaine, qui a produit et utilisé ces armes ? (l'ex-URSS, les recherches américaines)
- Où en sommes nous maintenant ? (refus américain d'un protocole sur les armes bactériologiques)
- Quelles bactéries et quelles toxines ont été utilisées ou sont utilisables aujourd'hui ? (à l'heure actuelle, il s'agit essentiellement de *Bacillus anthracis* (anthrax), *Yersinia pestis* (la peste), *Salmonella typhi* (le typhus) et *Vibrio cholerae* (le choléra), les deux derniers étant d'excellents agents de contamination des eaux potables ; la toxine botulique, qui est le poison le plus violent connu.
- Comment agissent ces substances ? Aspect biologique. Aspect épidémiologique.
- Comment les états s'organisent-ils pour prévenir ces dangers ? (contrôle des stocks, vaccins)
- En France, recherche sur le plan Biotox : la détection ; la protection ; la décontamination ; la défense médicale, la défense chimique.

La nature des relations entre la science et la guerre (parcours pédagogique)

1) Quand la science et la technique profitent à la guerre

Quelles sciences et quelles techniques ont un lien avec la guerre?

Les mathématiques et la physique : balistique

Construction navale

Aérostation

Hydrodynamique

Aérodynamique

La chimie : les poudres, les gaz toxiques, les défoliants

La biologie : la guerre bactériologique

La géographie : Yves Lacoste (voir "savoir pour pouvoir")

Les sciences humaines au service de la guerre : la manipulation, l'information

L'électronique

Francis Bacon *Novum Organum*, livre I, chapitre VI, § CXXIX, 1620, parle des trois innovations capitales de l'imprimerie, de la poudre à canon, de la boussole:

"Ces trois inventions ont changé la face du globe terrestre et produits trois grandes révolutions : la première dans les lettres; la deuxième dans l'art militaire; la troisième dans l'art de la navigation : révolutions dont se sont ensuivies une infinité de changements de toute espèce, et dont l'effet a été tel qu'il n'est point d'empire, de secte ni d'astre qui paraisse avoir eu autant d'ascendant, qui ait, pour ainsi dire, exercé une si grande influence sur les choses humaines".

Par exemple au 20^{ème} siècle, quelles sciences ont été utilisées pour quelles guerres ? (d'après Bruno Escoubès, *Alliage* n° 40)

La chimie

Emploi des gaz toxiques :

- En 1915/1918, front nord-est de France, par les Allemands, puis les Français.

- En 1936, en Abyssinie, par les Italiens contre les Éthiopiens.

- En 1937, en Mandchourie, par les Japonais contre les Chinois.

- En 1942/1945, dans les camps d'extermination nazis, par les Allemands contre les Juifs, les Gitans, les Slaves, les homosexuels.

- En 1961/1975, au Vietnam, utilisation des défoliants par l'aviation américaine .

- En 1983/1986, en Irak, l'aviation irakienne contre les villages kurdes.

- En 1991, en Irak, l'aviation américaine contre les troupes irakiennes envahissant le Koweït .

La physique nucléaire

- 1945, Hiroshima, Nagasaki, l'aviation américaine contre les Japonais.

- 1948/1999, course aux armements nucléaires (États-Unis, Union Soviétique, Royaume-Uni, France, Chine, Israël et finalement, Inde et Pakistan).

Essais dans l'atmosphère, toujours contaminée près de 30 ans après leur arrêt .

Essais souterrains ; contamination de lacs, d'océans due aux sous-marins nucléaires coulés ou abandonnés .

La course à l'espace

- Premières fusées supersoniques : les V2 allemands (Peenemüde, Werner von Braun)

- Lancement de satellites militaires d'observation visant à rendre visible chaque centimètre carré de la planète (pour l'instant, l'Otan n'arrive qu'à une précision de l'ordre de cent mètres carrés par temps clair.)

Les sciences sociales

- Techniques de manipulation employées notamment par les chaînes de télévision pour surinformer sans informer, et notamment en montrant très peu les dommages collatéraux, en cachant systématiquement le nombre de morts civils et militaires d'opérations comme les bombardements de Libye, de l'île de Grenade, de Panama, d'Irak et maintenant de Serbie et du Kosovo.

2) Quand la science et la technique profitent de la guerre

Quand des savoirs sont engendrés par le processus de guerre; quand des concepts nouveaux, des méthodes, des objets nouveaux, fabriqués dans un cadre militaire, deviennent opérants dans la vie civile.

- la géodésie

- l'océanographie

- la médecine et l'industrie pharmaceutique

- la biologie se développe aux USA après le 11 septembre à cause du bio-terrorisme
- le développement des matériaux, des tissus
- la psychiatrie (post-traumatique)

Le point sur ...

(*) Les miroirs ardents d'Archimède

Lors de la seconde guerre punique (219-202 av J.-C.), la ville de Syracuse, située au sud de la Sicile, fut dès 212, assiégée par la flotte romaine sous le commandement du consul Marcellus. Archimède, né à Syracuse, élève du mathématicien Euclide, contribua à la défense de sa cité. En effet, il mit au point des miroirs de forme concave assimilable à un paraboloïde de révolution (résultat de la rotation d'une parabole autour de son axe de symétrie), réalisés en assemblant entre eux des miroirs hexagonaux. Grâce à ceux-ci, les rayons du soleil convergent en un point et concentrent une énergie très importante. En orientant ceux-ci vers les navires ennemis, les coques en bois prenaient feu. Ces miroirs furent appelés les *miroirs ardents*. Le recours à cette ingénieuse forme de miroirs permit à la ville de résister durant trois années. Archimède, également inventeur du nombre « Pi », trouva la mort lors du débarquement des romains ; trop absorbé par la résolution d'un problème de géométrie, il ne répondit pas aux questions d'un soldat romain qui le tua.

Archimède est, selon certains historiens des sciences, à l'origine des lois de la réflexion dont l'une dit : tout rayon lumineux arrivant sur une surface réfléchissante avec un certain angle (noté i , défini par l'intervalle entre la droite modélisant le rayon lumineux et la normale à la surface réfléchissante) est réfléchi avec un angle (noté r) de même valeur numérique. Le phénomène de réflexion de la lumière est également observé pour la trajectoire d'une boule de billard.

Archimède se pencha également sur le phénomène de la réfraction. Les lois relatives aux phénomènes de la réflexion et de la réfraction sont plus connues sous le nom de lois de Descartes (ou encore lois de Descartes-Snell pour les anglo-saxons).

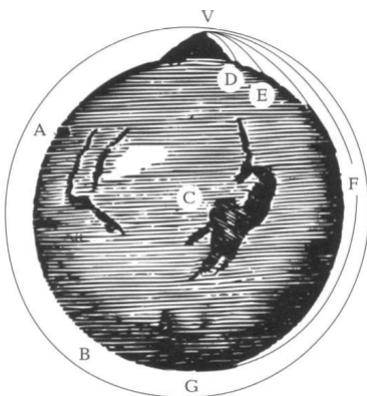
(*) La balistique

Le terme balistique vient du verbe grec « balein » signifiant projeter. On retrouve cette racine dans discobole, athlète lanceur de disque, et dans baliste, ancienne machine de guerre utilisée par les Romains qui servait à lancer des projectiles. La balistique est également la science du mouvement des projectiles.

La balistique est guerrière par définition : il s'agit de lancer des flèches et traits, puis des objets lourds (balles, obus) sur tout ennemi ou toute proie, augmentant ainsi considérablement la portée du poing. Aux époques reculées, on ne voyait guère de moyens de défense contre les projectiles que des remparts surdimensionnés. De nos jours, les projectiles nucléaires ne connaissent d'autre défense que les contre mesures, où un autre missile tiré vers l'assaillant grâce au calcul ultrarapide de sa trajectoire essaie, par une petite explosion à fort rayonnement de détériorer l'électronique interne qui gère l'instant d'explosion.

C'est à la fin du 18^{ème} siècle que la théorie vint expliquer les raisons de la stabilité aérodynamique des projectiles. Auparavant, en 1537, le Vénitien Tartaglia démontra que toute trajectoire est courbe. En 1638, Galilée attribua à la pesanteur la courbure parabolique des trajectoires mais comme son élève Torricelli, omit (ou négligea) la résistance de l'air. Newton fut le premier à en tenir compte en 1723. Il lia alors la résistance de l'air au carré de la vitesse. Cela explique que la portée des obus est toujours inférieure à celle maximale obtenue par un angle de 45° (dans des conditions particulières).

Un résultat remarquable est que le rapport entre l'angle de tir et la portée est constant. Dans le cas d'un satellite mis en orbite à la vitesse de 28000km/h, la vitesse qui lui est appliquée est tangente au sol, soit avec un angle de tir de valeur nulle. En fait, le satellite tombe, mais la terre se courbe à mesure ; le satellite ne la rattrape pas (sauf au bout d'un certain temps par l'usure du frottement dans l'atmosphère et dans le cas de trajectoires basses inférieures à 100 km d'altitude).



Un projectile, imaginaire, est lancé du sommet d'une très haute montagne.

« ...plus elle (la pierre) sera projetée avec une grande vitesse, plus elle ira loin avant de retomber sur la Terre. Nous pouvons donc en déduire qu'en augmentant sa vitesse initiale, elle pourra parcourir des distances de 1, 2, 5, 10, 100, 1000 milles avant de retomber

sur terre, jusqu'au moment où, dépassant les limites de la Terre, elle poursuivra son parcours dans l'espace sans avoir touché le sol.
(D'après système du Monde de Newton.)

(*) La théorie du phlogistique (du grec *flogiston* : inflammable)

Elle apparaît à la fin du 17^{ème} siècle, période où l'alchimie commence à décliner, à partir d'observations d'alchimistes concernant la combustion et l'action de la chaleur sur les métaux. On peut dire que c'est la première théorie chimique car elle est basée sur l'expérimentation, et a pour objet d'expliquer et d'améliorer la prédiction.

Ses inventeurs sont Johann Joachim Bêcher (1635-1682), médecin chimiste et alchimiste allemand, et Georg Ernst Stahl (1659-1734), élève du précédent, qui définissent le phlogistique comme « du feu fixé dans la matière et qui s'en échappe lors des combustions. »

L'oxydation et la calcination d'un métal y sont décrites au moyen de processus qui ont débouché par la suite sur l'équation de la réaction chimique que l'on utilise aujourd'hui.

Malgré des insuffisances et des confusions entre densité et poids, cette théorie a eu un succès durable, car elle intégrait de façon cohérente les observations et les connaissances de l'époque. Ce sont les découvertes de Lavoisier (1743-1794) sur l'oxydation qui marqueront la fin du phlogistique pour la plupart des chimistes.

Bachelard et le phlogistique dans *La psychanalyse du feu* (chapitre 5 - La chimie du feu), 1937

Dans son souci de lever les obstacles épistémologiques, Gaston Bachelard cite Carra (*Dissertation élémentaire sur la nature de la lumière, de la chaleur, du feu et de l'électricité*, 1787), : "Dans la paille et le papier, le phlogistique intégrant est très rare, tandis qu'il abonde dans le charbon de terre. Les deux premières substances néanmoins flambent au premier abord du feu, tandis que la dernière tarde longtemps avant de brûler. On ne peut expliquer cette différence d'effets, qu'en reconnaissant que le phlogistique intégrant de la paille et du papier, quoique plus rare que celui du charbon de terre, y est moins concentré, plus disséminé, et par conséquent plus susceptible d'un prompt développement". Bachelard commente alors : " Ainsi une expérience insignifiante comme celle d'un papier rapidement enflammé est expliquée en intensité, par un degré de la concentration substantielle du phlogistique. Nous devons souligner ici ce besoin d'expliquer les détails d'une expérience première. Ce besoin d'explication minutieuse est très symptomatique chez les esprits non scientifiques qui prétendent ne rien négliger et rendre compte de tous les aspects de l'expérience concrète. La vivacité d'un feu propose ainsi de faux problèmes : elle a tant frappé notre imagination dans notre enfance! Le feu de paille reste, pour l'inconscient, un feu caractéristique".

(*) Le ballon de Fleurus

Les savants et militaires ont bien compris l'intérêt de l'invention des frères Montgolfier, celle d'avoir un observatoire qui s'élève au-dessus du champ de bataille. Premier ballon captif militaire, l'Entreprenant permet à Napoléon de gagner la bataille de Fleurus, le 26 juin 1794, en renseignant l'état major français sur les mouvements des troupes ennemies. Les aérostats contribuent alors à la victoire de façon décisive. Le principe en est simple : le ballon est captif, c'est à dire relié au sol par un câble. Il est gonflé à l'hydrogène, gaz plus léger que l'air. Lorsque le pilote désire monter, il lâche du lest. Lorsqu'il veut descendre, il ouvre la soupape et libère le gaz. Il se déplace donc verticalement, ou suit la direction du vent. L'inconvénient pour les militaires est de nature logistique : transport difficile, et surtout nécessité de construire un four à hydrogène à proximité, contrainte incompatible avec le rythme des campagnes napoléoniennes. Ces deux raisons font qu'il sera abandonné en 1799, après avoir été utilisé à nouveau en Italie et en Autriche.

(*) Les fusées de Napoléon

La fusée, originaire de Chine, est réinventée en 1804 par le colonel anglais sir William Congreve. Elle se compose d'une cartouche en tôle contenant la matière propulsive (mélange de salpêtre, de soufre et de charbon), du projectile (boîte à balles, produits incendiaires, grenades) et d'une baguette servant à diriger le projectile. Ces fusées sont testées et mises au point, puis Congreve est autorisé à les utiliser sur la ville de Boulogne en 1806 : deux cent fusées sont lancées en moins d'une demi-heure sur des maisons et des navires. En France, des philanthropes demandent au gouvernement de faire des remontrances au gouvernement britannique contre

l'emploi d'armes aussi déloyales... Dans l'armée on s'intéresse à cette arme nouvelle qui sera utilisée pendant la guerre d'Espagne.

(*) La question de la dissuasion

La dissuasion consiste à empêcher une puissance adverse de prendre la décision d'employer des moyens coercitifs en lui faisant craindre (en retour) l'emploi de moyens coercitifs existants. C'est une persuasion négative : faire renoncer l'adversaire à prendre la décision d'intervenir par la simple menace d'emploi de la force.

On parle de dissuasion nucléaire, notamment en France depuis les années 70 : c'est un choix politique résultant d'une prise de conscience de la limite des moyens garantissant l'autonomie du pays. C'est une stratégie des moyens si on ne peut se surarmer. La dissuasion conventionnelle est une sorte de substitut à la dissuasion nucléaire, mais elle a pu être refusée.

La France a conféré à l'arme nucléaire un rôle politique, celui d'empêcher la guerre, puisqu'il ne s'agit pas de l'employer, mais d'affirmer aux yeux des autres pays qu'on ne dépend d'aucun d'eux pour notre survie. Cette affirmation repose sur une crédibilité technique et opérationnelle : la dissuasion n'est crédible que parce que l'emploi est possible.

Il est nécessaire de penser les dimensions des forces nucléaires : cela s'effectue sur le principe de stricte suffisance, ou dissuasion minimale. Les besoins sont limités à des dommages qui ne sont pas perçus comme disproportionnés par l'adversaire compte tenu de l'enjeu du conflit. Il s'agit de détruire chez l'ennemi par exemple 40 à 50% de sa puissance économique (cas envisagé par Valéry Giscard d'Estaing en 1961, à l'égard de l'URSS). Cependant cette mesure est souvent tue, et l'on parle plutôt de dommages inacceptables ou de risques inacceptables.

Cette dissuasion minimale ou suffisante n'a donc pas le but de détruire les moyens nucléaires adverses, ce qui signifierait la guerre nucléaire; c'est plutôt une dissuasion du faible au fort, choix moins coûteux pour une puissance moyenne telle que la France.

Enfin cette force nucléaire peut s'exercer après une frappe de l'adversaire, comme rétorsion nucléaire.

Il existe deux livres blancs sur cette question, parus en 1972, et en 1994.

Deux parcours pédagogiques

Un parcours scientifique.

Quatre thèmes d'études

- 1) quand la science et la technique profitent à la guerre
- 2) quand la science et la technique profitent de la guerre
- 3) les armes chimiques
- 4) les armes bactériologiques

Un parcours philosophique

Trois sujets de dissertation

- 1) qui fait la guerre?
- 2) pourquoi fait-on la guerre?
- 3) science et technique