

SCIENCE et ENSEIGNEMENT

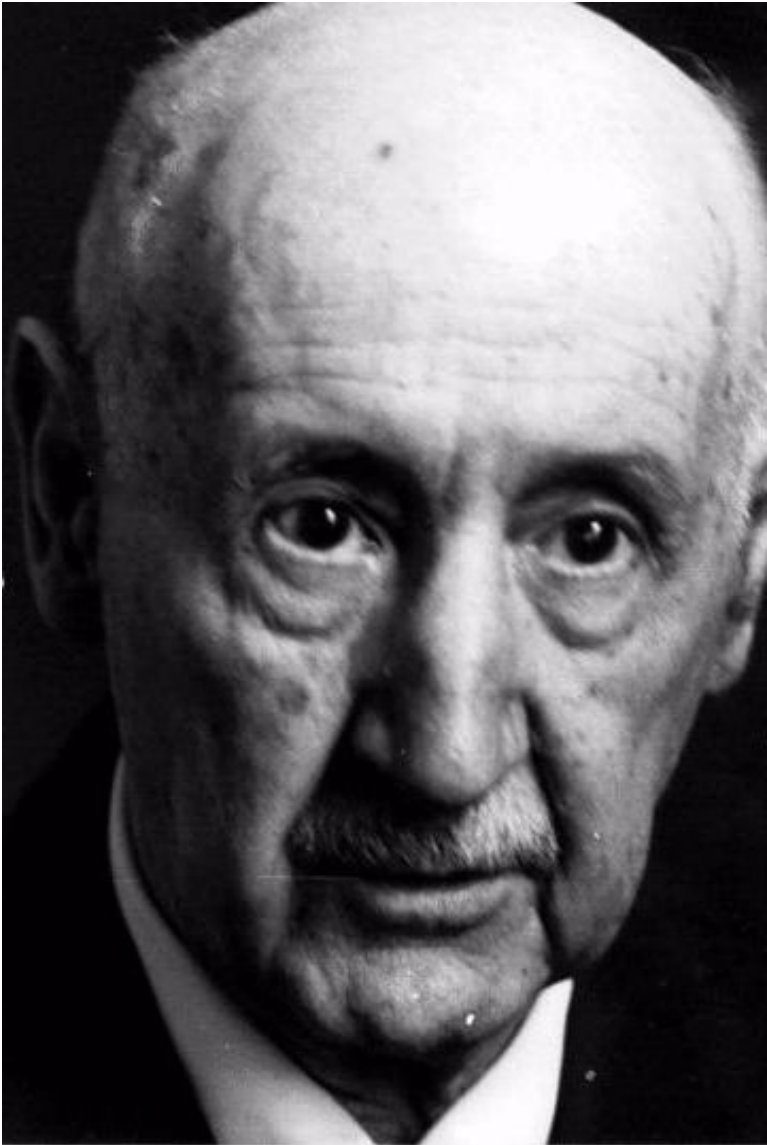
Propos “hors cours”

de l'Ingénieur Général SABATIER



*Association de l'Enseignement Militaire Supérieur,
Scientifique et Académique.*

Édition 2020



L'Ingénieur général Henri **SABATIER**

Biographie succincte de l'Ingénieur général SABATIER

Petit-fils d'un prix Nobel de chimie, l'Ingénieur général SABATIER né à Montpellier, le 7 mars 1896 est décédé le 24 mai 1986.

Engagé volontaire dans l'artillerie en 1915, il est lieutenant en 1918.

En 1922, il crée le premier cours d'électronique ayant existé en France, et sans doute à l'étranger.

Commandant de groupement d'artillerie en 1939, il est fait prisonnier le 25 juin 1940 jusqu'en décembre 1941. Il milite ensuite dans la Résistance, après son affectation dans le Matériel.

L'Ingénieur général SABATIER est affecté à la Section Technique de l'Armée de Terre dès sa création en 1945.

Il participe activement, dès sa création, au fonctionnement de l'Enseignement Militaire Supérieur Scientifique et Technique, organisé par décret du 20 février 1947, en recevant la charge de la formation préparatoire des «officiers susceptibles de faire la synthèse entre les considérations tactiques des utilisateurs et les considérations scientifiques ou techniques».

Il est nommé Ingénieur général le 7 juin 1952.

Plusieurs blessures, les Croix de Guerre 14-18 et 39-45 avec trois citations, le grade de Commandeur de la Légion d'Honneur attestent la qualité de ses services militaires.

Les sept Prix Scientifiques Militaires qu'il a fondés, les grades de Commandeur des Palmes Académiques et du Mérite National, les quatre lettres de Félicitations du Ministre, montrent bien son engagement dans la formation de milliers d'officiers en assurant lui-même un nombre prodigieux d'heures de cours.

L'Ingénieur général SABATIER était :

- ingénieur diplômé de l'École supérieure d'électricité,
- licencié es sciences mathématiques,
- licencié es sciences physiques,
- licencié es lettres

Il détenait :

- un doctorat,
- une médaille d'or pour « Travaux techniques remarquables »,
- une médaille de la Société de topographie de France,
- un brevet d'invention concernant un magnétron,

Il avait écrit :

- six cours originaux d'électricité, de téléphone et de télégraphie sans fil,
- un cours de mathématiques élémentaires,
- une quarantaine d'études scientifiques, dont le premier article paru en France (et probablement à l'étranger) sur la bombe à uranium, un mois avant qu'elle n'éclate sur Hiroshima.

L'Ingénieur général SABATIER était encore :

- Membre de l'Académie des sciences de Toulouse,
- Membre de l'Académie des sciences de Lyon.

« La science et l'enseignement sont les deux passions qui m'ont procuré les plus grandes joies ».

(Citation de Ch. FABRY, souvent reprise par l'IG Sabatier)

SOMMAIRE

- Avant-propos **p. 3**
- Propos hors cours **p. 5**
- Science et Enseignement **p. 27**
- En marge de la cybernétique **p. 37**
- Tiercé de l'uranium **p. 59**
- Les chevilles maîtresses des beaux parleurs **p. 69**
- Le Général SABATIER donnant un cours **p. 73**

Avant propos

Les propos hors cours¹ de l'Ingénieur général SABATIER étaient destinés aux Officiers préparant par correspondance leur admission à l'Enseignement Militaire Supérieur Scientifique et Technique dans les années cinquante et soixante.

Ceux qui les ont reçus à cette époque trouveront plaisir à les relire et ceux qui les liront pour la première fois regretteront sans doute de ne pas avoir été les élèves d'un tel maître.

Quelques autres textes, choisis parmi les nombreux écrits du Général, sont également proposés au lecteur. Ils illustrent bien la pensée de l'auteur dans deux domaines qui lui sont chers : la science et l'enseignement.

Au delà de l'intérêt des sujets abordés, de la qualité des conseils prodigués, on reconnaîtra la marque d'un esprit profondément cultivé, d'un homme de science et d'un homme de cœur.

Tous les officiers que l'Ingénieur général SABATIER a formés ont apprécié sa sollicitude et sa hauteur de vue ; ils sont fiers de lui en rendre témoignage et lui demandent de bien vouloir trouver ici l'expression de leur reconnaissance.

La réédition de ces propos, toujours d'actualité, est destinée aux jeunes générations pour qui le nom de Sabatier ne rappelle qu'un amphithéâtre de l'École militaire. Il faut qu'ils sachent quel homme, à la fois militaire, scientifique et pédagogue, fut l'Ingénieur général et qu'ils comprennent, au travers de cette lecture, l'esprit de l'enseignement militaire supérieur, scientifique et technique, auquel ils appartiennent dorénavant.

1- La présente édition est réalisée par « MINERVE » l'Association de l'EMSST, à partir d'un original édité par l'Amicale de l'EMSST en 1978

PROPOS HORS COURS...

I

Dès à présent, **intéressez-vous à une spécialité**. Vous n'êtes pas arrivé jusqu'à ce jour sans avoir été tenté par une branche de la technique ou de la science : armement d'infanterie, armement d'artillerie, automobile, engins blindés, balistique, fusées, optique, acoustique, électricité, haute fréquence, physique nucléaire,...

Une fois choisie cette spécialité, soyez à l'affût de tout ce qui s'y rapporte. Vous serez étonné du rendement.

Sans doute, vous ne serez pas aussitôt une lumière de la question, mais une spécialité est un bien qui s'acquiert lentement, formé d'apports incessants, gros et petits, comme des mille bribes qu'on accroche au passage et qui permettent de pénétrer insensiblement plus avant dans la partie qu'on a faite sienne.

Si, aujourd'hui, rien ne vous tente, laissez-vous porter pendant la durée du Cours. D'ici là, des éléments d'orientation vous seront apparus. Si, à ce moment, rien ne vous a encore décidé, la Direction du Cours vous aiguillera.

II

Gardez-vous de « *tuer le temps* », il n'a pas besoin de vous ...cherchez plutôt à empêcher que ce soit lui qui vous tue.

Ne prenez un livre ni par maintien ni par passe-temps, mais dans un dessein bien arrêté de lui arracher un peu du trésor qu'il doit contenir ; et s'il n'en contient pas, ne le prenez pas.

La statistique veut que la connaissance d'une question déterminée soit acquise, d'une façon telle qu'elle puisse servir de base solide, avec 300 heures de travail. Elle indique en outre que l'homme actif moyen perd deux heures par jour.

Faites le total des heures que, depuis quelques années, vous avez peut-être déjà perdues, et mesurez le manque à gagner dont vous êtes victime.

Si vous en êtes effrayé, que cet effroi vous aide à ne plus perdre une minute ...



TACTICIEN...ou...TECHNICIEN ?

Il n'est plus possible aujourd'hui d'être l'un sans l'autre...

Soyez surtout l'un, mais sachez un peu du métier de l'autre.

Les programmes d'armement, les considérations techniques sur le choix des matériels, les avancées de la science, même les plus spéculatives, deviennent inséparables de toute élaboration tactique.

Une formation technique, à condition qu'elle ne soit pas devenue une spécialisation très poussée, constitue un avantage essentiel pour celui qui entreprend des études militaires supérieures.

Le type d'officier réellement moderne, capable et seul capable d'embrasser l'ensemble des problèmes militaires où s'enchevêtrent de plus en plus les questions tactiques et techniques, est le type de l'officier technicien qui a ensuite acquis la formation classique du commandement.

Il appartient au jeune officier de valeur de comprendre qu'une bonne culture technique est déjà et sera de plus en plus un bagage nécessaire à tout chef moderne d'un rang quelque peu élevé.

IV

Mettez-vous toujours à la place de l'autre ...

L'autre..., c'est celui qui doit lire ce que vous avez écrit, suivre ce que vous dites, subir ce que vous faites.

L'autre..., c'est l'élève que vous enseignez, l'ouvrier que vous utilisez, l'employé que vous dirigez...

L'autre..., c'est celui qui devra examiner le rapport que vous aurez établi ou interpréter l'étude que vous aurez faite.

L'autre..., c'est le subordonné que vous conseillez, le supérieur que vous secondez.

Exercez-vous à cette gymnastique éminemment profitable. Vous ne serez pas long à constater une évolution étonnante dans votre façon d'agir, de penser, de parler et d'écrire.

Et vous ne serez pas peu surpris de voir combien votre intelligence a été ennoblie, et affinée votre intuition.

...mais, attention ! c'est un exercice difficile.

V

La seule manière de progresser est de commettre toutes sortes d'erreurs ...

La seule manière de traiter un problème est de se livrer à toutes sortes de calculs faux.

Si vous n'avez pas noirci des pages de calculs erronés et de figures malheureuses, la question que vous. avez traitée ne vous rapporte pas le maximum.

Or, dans l'étude, il n'est qu'un but : le *maximum*. Vous n'aurez jamais fait assez si vous n'avez pas fait *trop*.

VI

Mettre au jour une réalisation quelconque, c'est accepter délibérément de faire œuvre imparfaite.

Le ... « ***polissez-le sans cesse et le repolissez*** » est peut-être valable en littérature. Mais il est la négation de tout progrès scientifique ou technique.

Au surplus, un chercheur peut difficilement prétendre aller jusqu'au bout d'une œuvre. Celle-ci exige généralement l'apport d'idées neuves et l'impulsion féconde de nombreuses critiques à des stades divers dans la conception et dans le temps.

Ne renoncez jamais à présenter un ouvrage, quel qu'il soit, sous le prétexte dissolvant qu'il n'est ***pas au point***. Jamais rien n'est « ***au point*** » et tout est toujours perfectible.

Et tout peut servir de base à un développement que d'autres rendront brillant, même s'il s'éloigne de votre idée première.

VII

L' évolution d'une grande technique présente deux phases caractéristiques : la phase **spéculative** et la phase **utile**.

La première est lente ; elle peut durer des siècles (vapeur, électricité, ...).

La deuxième est rapide ; quelques décades, une génération, ou deux ...

Mais cette rapidité ne doit pas donner le change : ***elle n'est pas la preuve d'une supériorité quelconque, ni d'une fécondité particulière ...***

Elle n'est que l'épanouissement du lent amassage, l'agencement des matériaux réunis un à un, *le profit facile d'une préparation laborieuse...*

Ce phénomène de déclenchement brusque après une lente montée a un nom : c'est la **relaxation**.

C'est le vrai nom de ce qu'on appelle **progrès**.

VIII

Il fut un temps - pas si lointain ! - où les gens de science se piquaient de manier la langue française avec une extrême correction, et s'octroyaient le rare privilège d'écrire avec *clarté*, *simplicité* et **respect scrupuleux** de la **règle établie** ; faute de quoi, le langage scientifique, qui a d'autres motifs d'être obscur et confus, était difficilement compréhensible.

***Cette discipline est indispensable ...,
mais elle est « oubliée ».***

Le résultat est qu'aujourd'hui plus de la moitié des documents scientifiques ou techniques ne sont pas lus parce que désagréables à lire, mal écrits, émaillés de fautes et confus.

Cette discipline, indispensable et oubliée, il importe que chacun de vous s'astreigne à l'observer et prenne à son compte le profond souci d'un style sans défaut.

IX

L'INGÉNIEUR ET LE PHYSICIEN ...

***Deux fonctions tout à fait différentes,
peut-être opposées et hostiles.***

Le second fournit au premier le moyen de « créer » et celui-là se croit le créateur d'origine.

L'ingénieur établit en une génération ce que le physicien a péniblement mûri en trois, quatre, ou dix ans.

Celui-ci donne ; celui-là prend.

De là une certaine confiance en soi, une impression de supériorité, que l'ingénieur a tendance à prendre pour vraie et dont il s'attribue le mérite.

Cette confiance erronée dans son propre savoir, qui semblerait le propre d'un esprit primitif, est loin cependant d'être de l'ignorance ou de la naïveté. C'est simplement un oubli ...l'oubli de la dualité qui existe entre la préparation et le résultat.

L'ingénieur, obligé à réaliser, est amené à lutter contre la matière brute, c'est-à-dire contre un adversaire qui se défend, et qui se défend parfois cruellement si l'on se trompe.

Et l'habitude de cette lutte finit par lui cacher l'origine de sa science et les bases mêmes de son combat.

Si, par malheur pour un esprit insuffisamment puissant, le spécialiste de la **lutte contre les choses** se transporte dans le **domaine des idées**, il ne trouve plus devant lui aucune des résistances passives qui, dans l'action, le retenaient obligatoirement ... et à ses dépens. Son « **moteur intellectuel** », privé du frein

automatique et brutal de la matière hostile, s'emballe et l'entraîne à l'absurde.

Il n'est besoin cependant que de faire marche arrière et de se souvenir ...

En s'efforçant à ce retour, l'ingénieur arrivera vite à cette conclusion que, si la matière à vaincre lui est encore si brutalement hostile, c'est que le physicien ne lui a pas encore donné le moyen de la maîtriser et que ce qu'il est déjà arrivé à maîtriser si admirablement ne le fut que grâce aux travaux du physicien.

X

Pour un esprit ouvert à la science, ou à la technique, il suffit généralement d'un léger « **choc** » pour déclencher une idée, une réalisation, une vocation...

Alors qu'il suivait au « Polytechnicum » de Zurich les cours de Thermodynamique du professeur Linde, un jeune étudiant, écoutant les démonstrations du cycle de Carnot, écrivit en marge de son cahier de cours cette phrase aussi totalitaire qu'enthousiaste : « **Je passerai ma vie à améliorer le cycle de Carnot** ».

Cette idée fixe, née d'une lueur passagère d'un cours, ne cessa de le guider et de l'inspirer.

Ce jeune étudiant s'appelait Rudolf DIESEL.

Son moteur est sans doute le plus parfait de tous les moteurs à combustion en usage actuellement.

XI

Toutes les **comparaisons**, toutes les **images** que le physicien s'ingénie à faire pour réduire les choses de la nature au niveau de sa conception « **humaine** », ou à son échelle, sont fausses.

Mais l'homme en a besoin ...

Sinon, l'esprit, toujours à la recherche du « **reposoir** » qui « **assoit** » la pensée et conditionne l'essor de conceptions nouvelles, n'a pas la sérénité nécessaire à l'éclosion... Il lui faut une assise pour poser sa pierre, **cette assise fût-elle fausse**.

- Fausse, la conception de Galvani ;
- Inexacte, l'idée de JJ. Thomson, mère de la relativité ;
- Faux corpuscules que les électrons ;
- Représentations « fantaisies » que les cortèges électroniques ;
- Incorrectes, les comparaisons atomiques et nucléaires ;
- Quant au modèle mécanique d'éther établi par lord Kelvin !...

Entachés d'erreurs à la base, tous ces trempins pour l'esprit du chercheur ?

...Qu'importe !

Les analogies hydrauliques faites à profusion en électricité étaient également fausses... **Elles n'ont pas empêché d'inventer la dynamo ...**

XII

Évitez le point de vue du microbe ...

Le « microbe », c'est l'animalcule parasite qui vit dans le repli d'une peau d'éléphant. Son univers, purement linéaire, c'est le sillon que représente ce repli. Il ignore l'éléphant lui-même, il ne sent même pas le cataclysme que crée l'énorme bête quand elle se gratte, tout au plus, peut-il être mouillé quand elle se baigne ... et ce n'est même pas sûr.

Il est évident que son horizon n'est pas celui de l'éléphant

Ainsi l'homme ..., s'il n'élargit pas ses vues, s'il se contente d'être à **une** dimension.

Gardez-vous de vivre en microbe unidimensionnel...

Vivez dans les trois dimensions, ... largement et même dans les quatre, car le temps compte ..., celui qui est passé comme celui qui vient ..., surtout celui qui est présent

Ne vivez pas dans une rainure de plancher.

XIII

Quand on parle du monde savant d'aujourd'hui, on se plaît à propager une affirmation qui a beaucoup de succès : **les grandes découvertes scientifiques ne peuvent naître que grâce à un matériel énorme et très coûteux et à un travail continu d'équipes disciplinées.**

Pour une petite part de vrai, il y a beaucoup de faux.

Matériel énorme et coûteux, les laboratoires de Louis de Broglie ou de Joliot-Curie d'où sont sorties la Mécanique ondulatoire et la première fission du noyau d'uranium ? Matériel énorme et coûteux, le misérable outillage d'un **Pierre et Marie Curie**, d'un **Branly**, d'un **Becquerel**, d'un **Pasteur** ?².

Travail continu d'équipes, les réalisations de ces pionniers ? Allons donc !

La vérité est que tout repose sur **l'intuition individuelle** d'un homme de génie qui, par son « **intelligence** » aiguë de la question, sait voir ce que les autres se contentent de **regarder**.

La vérité est aussi qu'une étincelle jaillie d'un cerveau, et éclairant un milieu propice, suscite des gerbes d'idées dans d'autres cerveaux bien préparés.

La vérité est encore qu'on confond le **maître** avec les disciples.

La vérité est enfin qu'on se plaît à rabaisser les valeurs individuelles ; les noyer dans une équipe semble moins mesquin que de jouer au briseur d'idoles. Mieux, ça paraît **raisonnable**.

2- Pour ne citer que des Français et des découvertes françaises contemporaines.

La conclusion, c'est que le matériel et l'équipe sont beaucoup ; mais qu'ils ne sont rien sans l'essor individuel. Tandis que, sans eux, le génie personnel peut presque tout.

Claire échappée, volonté persévérante, travail incessant, ce sont là qualités d'un **seul**. C'était vrai hier ; c'est vrai aujourd'hui ; ce sera vrai demain encore ...

Dans une apparence tentante, sachez distinguer ce qui est **réalité** de ce qui n'est que **sophisme**.

XIV

Le savant physicien est *triple* :

- **Expérimentateur** ;
- **Mathématicien** ;
- **Philosophe**.

Cette trinité en un seul être est rare. Pour ne pas désigner des vivants, nous citerons **Newton, Maxwell, Laplace, Ampère**.

Ce sont des « **géants de la pensée** ».

Mais une seule de ces vertus suffit :

- Galilée ne pouvait guère faire de calculs (l'analyse n'existait pas) mais il avait l'esprit mathématique ;
- Stephenson, fils de chauffeur, fut berger jusqu'à 17 ans ;
- Faraday, jeune homme, fut apprenti relieur, puis laveur de flacons ;
- Foucault, autodidacte et non scientifique par surcroît, ne fut d'abord (presque jusqu'à 30 ans) qu'un amateur daguerréotypiste.

Pour ces quatre - parmi d'autres - c'est l'esprit qui l'emporta, avec en plus, pour Faraday, un génie sans égal de l'expérimentation.

Or, on sait très vite si l'on est **mathématicien** ou non ... mais on ne sait que très tard si l'on a la pensée.

***Exercez et jugez la vôtre ...
Et développez-la ... Sans arrêt ...***

XV

L' histoire est viciée par une erreur à la base, l'erreur dite « **de perspective** » : on juge avec les yeux du jour ce qui s'est passé voilà cent ans, ou mille, dans une ambiance et dans des conditions qui nous sont totalement étrangères. L'homme est incapable de replacer un acte passé exactement dans son cadre du moment.

Lui-même, pour ses propres actes, a oublié³ la tyrannique influence des conditions du moment. Et, dépouillés, nus, réduits à l'acte sec, il ne les reconnaît plus.

La « vue » sur une chose est comme une fonction mathématique dont les paramètres peuvent être modifiés, ce qui peut entraîner des résultats s'opposant radicalement.

Voulez-vous une image ? Représentez une fonction par une courbe du type $y = ax^2$. Au temps qui vous plaira, donnez au paramètre a la valeur a_1 ; aujourd'hui, donnez-lui la valeur a_2 . **La fonction est la même**, mais le paramètre a a changé. Et essayez de comparer le résultat en faisant $a_1 = 1000$ et $a_2 = -0,001$.

C'est déjà une vertu rarissime que de pouvoir se remettre dans la « **peau du moment** » quand il s'agit de soi. Quand il s'agit des autres ... !

L'erreur correspondante dans la Physique, c'est **l'échelle d'observation**. Cette erreur n'est plus due à la déficience des moyens « **psychiques** » de l'homme ; elle est due à l'insuffisance de ses moyens « **sensibles** ». Ses yeux, ses oreilles, son système

3- Le verbe « oublier » n'exprime pas correctement la disparition d'une sensation et son remplacement par une autre. Ce n'est pas le mot qui convient ; ce mot n'existe pas. Pour exprimer cette variation de « sentiment », c'est toute une périphrase qu'il faudrait.

enregistreur ne sont pas aptes à « *s'insérer* » dans le domaine étudié, lequel est trop petit, ou trop grand, ou inaccessible aux moyens d'investigation connus, etc.

C'est une vertu rarissime que de se mettre psychologiquement dans la « peau du passé »;

C'est une manifestation du génie que de se mettre compréhensivement à l'échelle du phénomène étudié.

XVI

L' homme cultivé, à partir du moment où il est classé tel, ne s'appartient plus ; surtout l'officier, l'ingénieur, le professeur...

Il appartient à sa science, à son milieu, à sa culture, à sa hiérarchie sociale, à son pays... **il appartient aux autres ! ...**

C'est une **valeur nationale**.

Quelle que soit sa partie - et il n'en est pas de petite - il participe à l'évolution de sa génération, au progrès de sa science, au perfectionnement de sa technique.

Et bon gré, mal gré, il contribue à façonner – en bien ou en mal - ceux qui le regardent vivre, travailler, agir, ou ... perdre son temps.

C'est une **valeur et un modèle**.

Parfois inconsciemment, souvent volontairement, il semble ignorer que c'est lui qui fait la valeur de son temps ... ; c'est plus commode ... mais c'est une **abdication redoutable qui abaisse irrémédiablement une génération**.

*

* *

Candidat technicien, sanctionné ou non par un titre, vous êtes maintenant définitivement placé au-dessus de la catégorie de gens qui peut encore avoir le droit de se contenter de vivre.

Déjà, vous ne vous apparteniez plus guère.

Désormais vous ne vous appartenez plus, plus du tout

Gardez-vous dès lors de perdre une minute...

Ce serait un vol ...

Elle n'est pas à vous !

XVII

Au double point de vue de votre fonction d'officier et de votre culture, **vous êtes deux fois un chef.**

C'est dire que vous êtes responsable de devoirs accrus.

Parmi ceux-ci, il en est un d'ordre bien particulier ; c'est celui que nous appellerons le devoir de **sollicitude**.

Vous dominez vos subordonnés de votre grade et de votre science. Vous devez aussi les dominer doublement de votre sollicitude.

N'avez-vous pas déjà - ne fût-ce qu'une seule fois - souffert du manque de cette sollicitude que vous auriez souhaité rencontrer chez ceux qui, à un titre quelconque, vous étaient supérieurs ? Ne sentez-vous pas confusément, autour de vous, qu'une des choses qui manquent le plus au monde présent est précisément ce souci attentif et efficace que le supérieur doit à son subordonné ? Et n'avez-vous jamais constaté que telle ou telle personnalité d'élite (de l'Armée, de la Science, de l'Enseignement...) était particulièrement « **affable** », ou réputée telle ?

C'est là une vertu de l'élite ...

Et, désormais, à un degré qui ne peut aller qu'en s'élevant, vous faites partie de l'élite ...

Sachez acquérir - si vous ne l'avez déjà - cette sollicitude que vous devez aux autres ; sachez ne jamais être dérangé quand on s'adresse à vous ; sachez avoir toujours le temps (sauf pour vous) ; sachez vous dépenser pour le subordonné qui compte sur vous, sachez aimer...

SCIENCE et ENSEIGNEMENT

*Le grand savant Enrico Fermi
a décidé de professer lui-même,
à l'université de Chicago,
un cours de physique élémentaire
à l'usage des débutants.*

Il n'est pas de nouvelle d'Amérique qui ne contienne, sous une forme ou sous une autre, un panégyrique à la gloire de l'enseignement de la science. Tout est motif pour servir à cette propagande :

- éloge des instituts scientifiques ;
- participation des universités aux recherches scientifiques de la guerre ;
- création de laboratoires spéciaux dans les écoles et dans les usines ;
- étalage complaisant des résultats obtenus ;
- extension spectaculaire des offices scientifiques existants ;
- développement des programmes scientifiques dans les universités et ouverture de chaires nouvelles ;
- accroissement incessant du nombre des étudiants passant, par exemple, de 1.000 à 10.000 en dix ans ;
- groupement de jeunes gens, pendant la guerre, dans des centres spéciaux d'enseignement scientifique ;
- multiplication des laboratoires de recherches, enrichissement des bibliothèques ;
- proclamations largement diffusées sur la nécessité pour une nation d'être hautement scientifique ;
- prévisions généreuses sur l'amélioration de la vie des peuples par le progrès de la science ;
- stages d'instruction, relatifs à la physique nucléaire, institués pour les amiraux, les généraux, les officiers supérieurs de l'Armée ;

- contrats passés par l'Armée avec les universités pour « sonder » les domaines de l'infra-rouge, du rayonnement cosmique, des radiations solaires, de l'autopropulsion, etc. ;
- invitation aux techniciens et aux directeurs des grandes branches des travaux publics et de l'industrie (mines, ponts et chaussées, chemins de fer...), de compléter leurs « études déjà vieilles » par la connaissance des nouveautés introduites dans la science physique depuis vingt ans ;
- appels véhéments à l'adresse des jeunes, auxquels les expressions de haute fréquence, d'électronique et d'atomistique sont généreusement lancées comme des tentations irrésistibles, et dont « les cerveaux sont soulevés par l'explosion des sciences nouvelles » ;
- enfin - argument nouveau et inattendu - exaltation des savants et des professeurs et ennoblissement de la fonction enseignante.

Relégués, les qualificatifs ironiques (quand ils n'étaient pas méchants) dont il était coutume de traiter les « savants minables, aveugles derrière leurs lunettes », les professeurs « aux longs cheveux sales » et « aux idées aussi faibles que les muscles » ... Aujourd'hui, « ***l'avenir immédiat de l'Amérique est entre les mains des savants*** ».

D'une façon moins bruyante, mais aussi active, d'autres pays parmi les plus importants du monde présent, manifestent la même évolution caractéristique.

Pour la plupart, ces mêmes pays, qui mettent aujourd'hui la science et son enseignement au premier rang de leurs préoccupations et en font même un élément majeur d'intérêt national, avaient eu jusqu'à la guerre une politique intellectuelle tout autre. Les affaires et le sport occupaient les esprits bien autrement que l'enseignement scolastique de la science. L'enseignement généreusement « libéral » et largement « aéré » des universités étrangères, très célèbres ou peu connues, ne laissait à la science proprement dite qu'une part systématiquement réduite, la part du pauvre.

Pendant le demi-siècle qui a précédé la guerre, qui n'a pas constaté, parmi ceux qu'intéressait le problème de l'enseignement scolaire à tous les degrés, l'éloge de l'enseignement étranger (et

notamment anglo-saxon) opposé à l'enseignement français « beaucoup trop scientifique ». Qui n'a pas lu avec peine, en général, écrit d'une plume étrangère et quelquefois hélas ! d'une plume française, la lourde ironie dont on écrasait les écoles françaises « à l'enseignement rétrograde », l'importance exagérée donnée aux sciences pures dans le programme des grandes écoles », la « curieuse obligation d'apprendre une somme confuse d'intégrales dans les écoles militaires d'où sortaient de malingres cerveaux déformés, à la place de chefs vigoureux... » ? « La belle affaire pour un officier, fût-il d'artillerie, de connaître les mystères du cycle de Carnot ! »

Et faut-il rappeler « les enfants accablés sous l'*inutile couche* d'un enseignement scientifique perpétué dans l'aveuglement total des exigences modernes... » et l'obligation, dans l'éducation de l'enfant, de « remplacer le charabia scientifique par le sport et l'enseignement de la vie » ?

*
* * *

Ces phrases paraissent aujourd'hui un défi. Et pourtant, il surfit d'avoir seulement 40 ans pour les avoir lues ou entendues ! En face de ces critiques regrettables et mal fondées, lancées contre l'enseignement scientifique français, s'élevaient bien cependant quelques voix défensives exprimant la clairvoyance et le bon sens.

Les unes, françaises, ont permis que ne disparût pas complètement le flambeau de l'enseignement scientifique français ; maintenu en veilleuse, il peut resplendir à nouveau. Les autres, étrangères, faisaient que nos programmes d'enseignement secondaire et supérieur étaient adoptés comme directives générales hors des frontières de la France.

Les programmes suivis en France depuis 1875 jusqu'à ces dernières années (et surtout jusqu'en 1914) étaient certainement les plus solidement charpentés du monde et les mieux adaptés aux possibilités des élèves comme aux exigences didactiques et nationales du moment.

S'il n'en avait pas été ainsi, tel et tel pays étrangers, en désir de régénération complète de leur politique enseignante, ne les auraient pas choisis comme modèles, libres qu'ils étaient d'en adopter d'autres.

*
* * *

Mais le dernier écho qui nous vient d'Amérique mérite une attention spéciale. Il est caractéristique, et c'est pour en souligner l'importance que cette brève note est présentée ici.

On en prête l'origine à l'un des plus grands savants du jour, l'Italien Enrico Fermi, émigré un peu avant la guerre en Amérique où il tint un rôle essentiel dans l'élaboration de la bombe.

Fermi, prix Nobel, illustre physicien et l'un des premiers atomistes du monde, professe actuellement à l'université de Chicago un cours de **physique élémentaire** pour débutants. Il déclare qu'il éprouve « un plaisir inespéré » à faire le cours de science le plus élémentaire de l'université. Mais il ajoute « il faut donner aux débutants une base solide et leur inculquer le besoin de prendre ces cours élémentaires très au sérieux. Il faut que les universités insistent sur l'importance de ces cours, et la meilleure façon de réussir est de persuader les professeurs et les savants âgés et connus de professer eux-mêmes ».

Cette manifestation de Fermi est lourde de sens. Que signifie-t-elle sinon que l'enseignement qui est donné n'est pas plus conforme aux besoins des élèves qu'aux exigences d'une nation ?

Les expressions de « cours de science le plus élémentaire » et de « débutants » signifient qu'il s'agit d'enfants ou de jeunes gens de 14 à 19 ans, période qui est précisément la plus critique, la plus délicate de l'enseignement scientifique, celle qui décide, pour l'avenir de l'homme que sera cet enfant, de l'intérêt ou de la répulsion qu'il éprouvera pour la science.

Mais ce que l'élève (à tout âge) ne « prend pas au sérieux », ce n'est pas la science, c'est le professeur qui l'enseigne. Le geste de Fermi, pour si expressif qu'il soit, peut être plus théâtral qu'efficace car on ne nous donne pas la mesure de ses qualités enseignantes. On

peut être très grand savant et pédagogue inapte, doué des meilleures intentions et n'être pas capable de soulever l'enthousiasme scolaire d'un élève, avoir soi-même un esprit génial et ne pas pouvoir éveiller les qualités spirituelles de l'enfant.

En somme, souhaite Fermi, ***il est nécessaire d'avoir des professeurs qui soient à la fois des savants et des accoucheurs d'esprit***

*
* *

Certes, la France n'a pas attendu la manifestation de Fermi. Depuis l'origine de ses universités et de ses laboratoires - même en l'absence de ceux-ci ou malgré leur pauvreté -, les plus grands savants qui l'ont honorée ont trouvé tout naturel de dispenser leur enseignement, directement ou indirectement ; mais la propagande malheureuse faite contre l'enseignement scientifique de ses écoles menaçait cependant de porter des fruits. Au nom de l'encombrement des programmes ou du surmenage scolaire, de la pléthore d'élèves ou de la santé des enfants, la primauté du sport-spectacle et le libéralisme anarchique des études étaient en train de marquer des points. Sous l'influence mal assimilée de certains systèmes étrangers, et entraînés par une ambiance générale très favorable, les jeunes Français glissaient vers une dangereuse désaffection de l'étude et de la discipline scolaire.

Par une évolution inverse, les États-Unis glorifient aujourd'hui la multiplication de leurs élèves et l'extension de leurs programmes.

*
* *

Qu'en un pareil moment, l'Amérique découvre la nécessité d'un enseignement scientifique très poussé et qu'elle en arrive à préconiser pour ses enfants (on serait tenté de dire à ***imiter***) ce type d'enseignement français tant décrié dans ses programmes comme dans ses maîtres, cette circonstance, en vérité dramatique, devrait

constituer pour nous à la fois un cri d'alarme et une arme puissante pour lutter contre les slogans destructeurs.

Si l'on a pu chercher dans les disciplines d'outre-Atlantique les mauvaises raisons que l'on voulait bien y trouver en faveur du relâchement des études, ou si l'on a tiré argument favorable des circonstances particulières qui font que l'élève, à tous les âges, est aujourd'hui noyé dans un climat qui est tout l'opposé du climat studieux convenable, que l'on profite vite de l'exemple américain (pour ne citer que le plus spectaculaire et peut-être le plus convaincant) pour redresser une situation qui offre encore en France, par sa tradition et par ses moyens, le maximum de possibilités.

Mais il faut le vouloir !

La doctrine humaine la plus généreuse et la plus féconde pour l'économie intellectuelle d'un pays est, sans contredit possible, l'enseignement dispensé à la jeunesse et en particulier l'enseignement scientifique ; l'enseignement scientifique est celui qui se prête le mieux au transfert de la flamme, à la reconduction de génération en génération, à la transmission du maître au disciple. À l'encontre de bien d'autres branches de la culture, aucun épanouissement nouveau ne balaie le passé, aucune branche de la science ne s'élève sur les ruines d'une autre ; aucun savant n'écarte ce qu'a établi son prédécesseur. La culture scientifique, perpétuelle évolution sans solution de continuité, se stratifié par couches dont chacune sert d'assise à la suivante.

Mais, de tous les enseignements, c'est peut-être aussi le plus rude.

C'est sans doute pour cette raison, plus encore que pour le coup de fouet dont la guerre vient de cingler - et de réveiller par la même occasion - les détracteurs honteux des « savants rétrogrades » et de « l'enseignement scientifique pour poitrinaires », que l'alerte et l'exemple ont été donnés par un **savant**. Il est significatif que celui-ci soit ***l'un des plus qualifiés du monde***.

L'Amérique a senti l'effroyable danger, le danger mortel, que représentait pour elle ***une science plus développée chez l'ennemi que chez elle***. Elle sent aussi le rôle capital que cette même science

représente pour la paix. « L'avenir immédiat de l'Amérique est entre les mains des savants », affirmation terrible qui commande aujourd'hui toute l'économie d'un pays et qui fait mobiliser les plus grandes lumières du temps pour préparer les enfants à l'attrait de la science et à la passion de la recherche scientifique.

Pour elle, comme pour tous les autres pays de premier plan, le degré de son enseignement scientifique est l'indice de la puissance. Doute-t-on de la suprématie, temporaire sans doute mais mortellement redoutable cependant, de celui qui posséderait, le premier, le moyen de désintégrer l'eau ou le fer, de baigner son adversaire dans une atmosphère ionisée annihilante ou radioactive destructrice, de modifier ou de ruiner sa vitalité par un flux approprié, électromagnétique ou autre, et même **simplement** de réaliser, à la suite de la bombe, la **balle atomique** ?

*
* *

C'est donc l'enseignement qui est à l'ordre du jour, et l'enseignement scientifique. De nouveau il faut « s'instruire pour vaincre », formule française qui nous revient par l'Atlantique, corrigée et augmentée. Il faut « inculquer aux élèves, aux enfants, **le besoin** de prendre **très au sérieux** l'enseignement scientifique ... Il faut que les plus grands savants s'appliquent à cette tâche élémentaire... ».

Ainsi, pendant que d'autres, qui l'avaient jusqu'alors jalousement cultivé, l'oublie, l'Amérique découvre que **l'élève doit être le premier souci d'une nation**.

L'élève étant pris avec son génie personnel et ses aptitudes propres qui sont ce qu'ils sont, le résultat qu'il obtient est fonction de trois facteurs extérieurs à lui-même : **le climat** social et intellectuel qui l'entoure et le baigne, **la famille** qui le dirige, **le maître** qui l'enseigne.

Le climat est affaire d'État et de gouvernement, c'est-à-dire de politique intellectuelle ; nous voyons aujourd'hui l'Amérique mettre en œuvre tous les moyens pour le créer chez elle, lutter en faveur d'une ambiance studieuse scientifique contre le climat d'affaires et de sport.

La famille est affaire de volonté et de puissance paternelles ; celles-ci se heurtent dangereusement aux influences extérieures constituant le climat. Si ce dernier n'est pas favorable, volonté et puissance paternelles ne sont plus agissantes. La famille est soumise au climat ; et l'une et l'autre sont façonnées par les conditions matérielles et spirituelles du moment : ce sont **des variables**. Mais il reste **une constante** : le maître.

Le maître peut beaucoup, sinon tout ; c'est le despote éclairé et bienfaisant, aimé et vénéré, dévoué jusqu'à l'épuisement.

Quelles que soient les vicissitudes et l'économie intellectuelle d'un pays, le maître exerce sur l'élève une influence directe, immédiate. Le don de sa pensée et l'illumination des esprits sont des phénomènes émouvants indépendants de toute contingence.

La communion du maître à l'élève est le mystère magnifique de l'enseignement.

*
* * *

C'est dans ce sens qu'il faut interpréter le geste de Fermi. La petite besogne enseignante, **surtout l'élémentaire**, n'est pas indigne du plus grand savant ; s'il sait l'accomplir, c'est un foisonnement de disciples, c'est une semence très riche qu'il prépare pour l'avenir. Le grand savant qui n'enseigne pas, s'il en a **le don**, est une force perdue ; c'est un flambeau dont toute la flamme n'éclaire pas⁴.

Mais, tout puissant dans son autorité magistrale, il faut que le maître enseigne avec son âme et avec son cœur, et non avec son seul esprit. Le meilleur professeur n'est pas le plus savant, mais le plus ardent et le plus habile ouvreur d'esprit. L'enseignement n'est pas une profession, c'est un apostolat. Il ne se vend pas, il s'insuffle.

Colonel SABATIER
octobre 1946

4- « Le SAVOIR doit se transmettre » (Viète).
« Je SAIS, donc il faut que les autres SACHENT » (Vésوله).

EN MARGE DE LA CYBERNÉTIQUE : LES CORRÉLATIONS ENTRE LES PHÉNOMÈNES DE LA PHYSIQUE ET LE COMPORTEMENT DE L'INDIVIDU (isolé ou en société)

NOTES LIMINAIRES

Il y a bien longtemps que, dans le vieux continent en général, et en France en particulier, les militaires sont familiarisés avec le « ***Ils s'instruisent pour vaincre*** » des Saint-Cyriens, tout autant qu'avec le fameux « ***On leur fera faire des Mathématiques*** » de Napoléon.

En France, une armée de haute valeur n'allait pas sans la plus haute culture scientifique.

Mais dans le Nouveau Monde, où les étapes de l'évolution militaire n'ont pas été et n'avaient eu aucune raison d'être les mêmes, la valeur de l'enseignement apparaît aujourd'hui comme une nouveauté qui s'impose et prend l'allure d'une véritable mystique : le business et le sport cèdent le pas. L'enseignement scientifique dans l'armée passe au premier plan des ***préoccupations gouvernementales***. Et circulaires, notes et articles de revues, de multiplier les études sur « ***La Science et le Commandement*** », « ***les Savants et l'Armée*** », « ***Pas de Victoire sans les Sciences Mathématiques*** », « ***L'armement demande des savants*** », et même sur cette vieille évidence : « ***La sécurité nationale fait appel à la science*** » ..., toutes phrases qui ne font que répéter les devises de nos écoles militaires et les slogans napoléoniens.

Chose curieuse - et bien désagréable à constater - on trouve sous des plumes françaises les mêmes évidences, avec les mêmes naïves découvertes de choses vieilles chez nous de tous les temps, ou presque ! Curieuse, parce qu'elle dénote l'ignorance de ce qui s'est fait en France ; désagréable, parce qu'elle tend à montrer que la France semble s'être désintéressée de la valeur scientifique de ses officiers⁵.

Et l'on découvre aujourd'hui qu'il faut de la science pour faire du radar ou pour connaître les « méfaits » du neutron, comme s'il n'avait pas fallu de la science pour faire autrefois des canons, des instruments d'optique ou des cuirassés !

*
* * *

Toutefois, dépassant le cadre de la culture scientifique individuelle pour englober de larges ensembles, dépassant aussi le cadre des seuls objectifs militaires, l'exigence des choses réelles pousse inexorablement les sciences dites exactes (Mathématique et Physique) à s'incorporer étroitement à la conduite de l'homme comme au comportement des sociétés d'hommes.

L'élite intellectuelle de l'humanité constate cette incorporation forcée (qu'elle ne dirige pas) en essayant d'en tirer le maximum de profit pour la conduite des choses humaines.

Mais si l'élite mondiale ne l'a ni cherchée, ni voulue, si le commandement civil ne s'y intéresse que vaguement, il est d'une brûlante nécessité que le chef militaire en soit nourri.

5- *Quant à la Russie, voici en quels termes ses journaux quotidiens parlent de ses officiers : « Nos Officiers ont clairement conscience que du niveau de leur culture générale dépendent leur aptitude à résoudre les questions que leur pose l'éducation militaire de leurs subordonnés, leurs facultés d'assimilation des leçons de la guerre et leurs possibilités de faire progresser la Science militaire soviétique ».*

« Dans ces années d'après-guerre, l'enseignement par correspondance connaît un essor sans précédent dans les rangs de notre armée ».

« Le parti bolchevik et le gouvernement soviétique favorisent ces notables aspirations chez nos Officiers en leur assurant des conditions favorables pour des études fructueuses ».

« Il faut élargir inlassablement l'horizon culturel de nos Officiers ».

INTRODUCTION

Cybernétique : encore un mot nouveau ... sinon la chose.

Mais celle-ci est grave et mérite bien que lui soit attaché un nom sensationnel. Etude de portée immense, elle hante l'homme depuis qu'il pense, depuis qu'il s'est aperçu qu'il commande à ses muscles, qu'il se meut à sa guise, peut marcher sur les mains, courir, s'arrêter, sauter, ...enfin, lâchons le mot, depuis qu'il sait qu'il peut se transmettre à lui-même des ordres d'exécution. Car il s'agit en définitive de ce phénomène capital que constitue, chez l'homme et chez l'animal, la transmission des ordres – disons des signaux – entre ce qui commande et ce qui exécute.

La philosophie et la métaphysique se sont de tout temps attaqué à ce problème : réflexe, instinct, conscient et subconscient, intelligence, rêves, somnambulisme, colère, amour, principe de vie, toutes ces aptitudes mystérieuses de l'être vivant ont été passées au crible – au crible très grossier – du raisonnement philosophique.

Aujourd'hui, les « transmissions », dans ce qu'elles ont de « scientifique », se sont emparées de la question, et elles en ont fait un problème de... **transmission**, tentant de suppléer par la fine analyse mathématique à l'épais tamis de la philosophie : la subtilité limitée de l'esprit philosophique fait place, pour le temps présent, à l'automaticité moins limitée de la mathématique. Nous disons bien « moins limitée », car il ne s'agit là que d'essais pour faire reculer quelque peu les limites de la connaissance de l'homme dans ce qu'il a de « volontaire ».

Le héros de ce passage entre la philosophie et la science pure, cet intermédiaire entre Bergson et Galilée, ce Galvani (1950), est le savant américain Norbert Wiener.

Pour prétendre ainsi être le Newton de la transmission humaine, il devrait être à la fois médecin, philosophe, métaphysicien, penseur et mathématicien...

Pour les mathématiques, un grand pas vient ainsi d'être fait.

Pour la physique, tout est encore à faire.

La **PHYSIQUE** et **l'HOMME**

À mesure qu'évolue l'étude de la psychologie individuelle et de la sociologie, on se plaît à leur reconnaître – d'abord avec étonnement, ensuite avec une avidité utilitaire bien compréhensible – des corrélations étroites avec les phénomènes physiques tenant de la science pure.

Les lignes qui suivent vont évoquer une dizaine de ces phénomènes physiques particulièrement dominants dans la vie de l'individu isolé et dans le comportement de groupements humains, que ces groupements soient à caractère purement social ou qu'ils aient l'allure d'unités militairement constituées. Ce sont :

- 1.- les phénomènes d'action et de réaction, avec leur corollaire immédiat, le principe de contradiction ;**
- 2.- les phénomènes de résonance (contre-partie des précédents) ;**
- 3.- les méthodes statistiques ;**
- 4.- et 5.- l'hystérésis et le déphasage ;**
- 6.- l'induction ;**
- 7.- la polarisation ;**
- 8.- le champ ;**
- 9.- la relaxation ;**
- 10.- l'entropie.**

Dans cette simple évocation, il n'y aura - et pour cause ! - aucune pénétration mathématique. Sauf pour le cas des statistiques, dans lesquelles a pénétré le calcul des probabilités, nul **mathématicien-physicien-philosophe** n'a aujourd'hui les moyens de mettre en **équation humaine** l'un quelconque de ces phénomènes ; c'est là un travail des âges futurs.

1.- Action et Réaction - Contradiction.

Très tôt, le **principe d'action** et de réaction présidant en Mécanique à certaines lois de l'équilibre fut appliqué à l'individu pensant. Le **principe de contradiction**, qui lui est étroitement lié, est chez l'individu une condition de son équilibre, comme il est une condition de stabilité pour la plupart des associations d'individus. C'est là, sans doute, la première constatation - et la plus facile, la plus immédiate - que fait l'homme de sa soumission involontaire à des lois générales devenues l'apanage des sciences exactes.

2.- Résonance.

Mais en même temps que la Mécanique nous enrichit de cette corrélation humaine, la Physique fournit son exacte contre-partie avec le phénomène essentiel de la **résonance**⁶. Il s'agit de la physique des vibrations, avec, comme base du raisonnement, la fréquence de ces vibrations.

Tout mouvement vibratoire est essentiellement caractérisé par la fréquence de ses vibrations. Appliquons-nous avec précision au circuit électrique, dit **oscillant**, base de tout appareillage de T.S.F. Ce circuit est le siège d'un courant dont la fréquence constitue la caractéristique ; plus précisément nous dirons sa **personnalité**.

Si, à côté de ce circuit, on place un deuxième circuit, accordé sur une fréquence différente, le premier circuit est à peu près sans effet sur le deuxième : **leurs personnalités sont différentes**. Et même en développant une grande énergie, il ne réussira pas à faire « vibrer » son voisin.

Mais si le deuxième circuit est **accordé sur la même fréquence**, le premier circuit (l'inducteur) va induire dans le deuxième un effet maximum : **leurs personnalités sont les mêmes**. Et la moindre énergie émise par le premier fait « vibrer » le deuxième au maximum.

6- *La mécanique aussi.*

Ainsi en va-t-il d'une réunion d'individus soumis à l'action d'un chef, d'un orateur, d'une idée. Supposons un orateur politique s'adressant à un auditoire.

Si **orateur** (premier circuit) et **auditoire** (deuxième circuit) sont de même **opinion**, leurs personnalités sont les mêmes, et la plus petite énergie oratoire émanant du premier développera (induera) chez le deuxième une vibration intense manifestée par de bruyantes acclamations (analogie avec le courant intense induit dans le deuxième circuit). **Les deux personnalités en présence sont en résonance**⁷

Si, au contraire, orateur et auditoire sont d'opinions différentes, **quelle que soit l'énergie développée par le premier, le deuxième ne « vibrera » pas**⁸.

Il est presque indiqué de penser que, dans la nature profonde des choses, les éléments qui régissent la résonance entre circuits électriques régissent aussi la résonance entre individus. Mais pour la première, on connaît physiquement et mathématiquement les grandeurs qui entrent en jeu (constantes, variables et paramètres), et l'on peut établir et régler les « conditions de résonance », tandis que pour la deuxième, on ne connaît encore rien. C'est dans cette ignorance que se trouve précisément le puissant aiguillon de toutes les recherches qui naissent actuellement en vue d'appliquer la physique à l'humain.

3.- Méthodes statistiques.

Il suffit de signaler la corrélation. Nul n'ignore que c'est sur ce point que la science a le mieux manifesté son emprise sur les choses humaines. Lois du hasard, lois de probabilité, lois des grands nombres, assurance et mortalité, débit des foules et rythme des chemins de fer, pourcentage de spécialistes, de malades, d'anormaux,

7- C'est en vertu de ce principe de résonance qu'on a pu dire : « L'ordre d'un chef n'est que la synthèse des aspirations de ses troupes »; ou encore, d'une façon plus nuancée : « Un général ne lance un ordre qu'après avoir convaincu ses officiers qu'ils en feraient tout autant à sa place ».

8- Ou vibrera « en sens inverse », auquel cas on tombe sur un phénomène de réaction ou de contradiction.

contrôles de toutes sortes, etc., il est presque devenu banal d'en parler. Nous nous contenterons de les citer.

4. et 5.- Hystérésis et Déphasage.

Le mot a été appliqué, assez récemment, à un phénomène physique connu de tous, mais il aurait pu, depuis l'origine des temps, être appliqué au comportement de l'individu, isolé ou en groupe.

Tout chez l'homme est hystérésis. Il ne peut s'en affranchir qu'au prix d'une rébellion contre sa nature d'homme, et cette rébellion a bien peu de chance de tomber juste.

L'hystérésis est ce phénomène qui consiste à « rester en arrière », figé dans une situation, dans un état, dans une idée, alors même que la cause qui avait déterminé cette situation, cet état, ou cette idée, a disparu : c'est un retard à vivre exactement en fonction des conditions exactes du moment.

Et comment l'homme comblerait-il ce *retard* puisqu'il ne lui est pas possible de connaître les paramètres directeurs qui vont déterminer sa vie dans les minutes (ou dans les jours, ou dans les années) qui vont venir ?

Pour que l'homme ne subisse pas l'effet d'hystérésis⁹, il faudrait que lui-même, avec tout ce qui l'entoure physiquement et moralement, soit d'une constance parfaite. Or, dans la nature, il n'y a pas de constance : tout est variable, tout évolue. Et telle évolution s'est produite, que l'homme en est encore à ce qu'il était avant. Chacun peut se trouver de multiples applications : vie courante, instruction, éducation, médecine, politique, tactique militaire, armement, conduite des troupes, etc.

Pour un chef militaire, de toutes les corrélations physico-humaines que nous exposons ici, c'est sans doute celle qui présente la conjoncture la plus grave. La boutade a-t-elle une autre cause, qui dit qu'un stratège est toujours en retard d'une guerre ?

9- Plus exactement, pour que la cause de l'hystérésis disparaisse.

Mais, dira-t-on, le sort des guerres dépend étroitement de l'évolution scientifique. Il appartient donc à la science d'affranchir les militaires de cette redoutable « hystérésis ». C'est bien de cela qu'il s'agit précisément ici : la corrélation entre la physique et le comportement humain, et les moyens de transposer les puissantes ressources de cette physique au comportement humain.

Il n'est pas jusqu'à **l'énergie** représentée par le cycle fermé de l'hystérésis magnétique qui ne puisse avoir sa corrélation humaine. Cette perte d'énergie par hystérésis a sans doute son correspondant dans une partie de l'énergie que l'homme développe journallement pour lui permettre de se délivrer des raisons d'hier et vivre avec les raisons d'aujourd'hui.

À la vérité, l'hystérésis est bien un phénomène physique qui domine l'humain.

*
* * *

Le déphasage peut être rattaché à l'hystérésis. Pas le déphasage simple qui exprime le décalage de l'effet résultant sur la cause qui le produit : cela, c'est encore de l'hystérésis. Mais le déphasage du type des courants polyphasés, à savoir : tel individu, ou tel groupe d'individus, suit une doctrine déterminée, soumise évidemment au phénomène propre d'hystérésis. Tel autre groupe suit une autre doctrine, plus « hystérésée » que celle du groupe précédent, ou moins. Tel autre groupe suit une troisième doctrine, encore différemment « hystérésée », etc.

Chacun de ces groupes est **déphasé par rapport aux autres**, tout en étant lui-même décalé, « hystérésé », par rapport aux causes qui commandent son comportement particulier.

Ce n'est pas une hardiesse démesurée que d'imaginer un créateur de génie découvrant un jour le cosinus Φ de ces déphasages humains¹⁰. Du même coup seraient mises en équation les différences d'opinions entre individus, entre partis, entre nations, ...

10- *Il va sans dire que, ce jour-là, les facteurs humains entrant en jeu dans ce cos Φ de l'homme auront pu être déterminés et que d'autres « progrès » de la cybernétique auront été réalisés.*

C'est là une des prémisses de l'évolution humaine. Nous en verrons plus loin deux autres, aussi importantes sinon plus : la relaxation et l'entropie...

6.- Induction.

Il est presque banal de parler **d'influence** et **d'induction** : le « pouvoir inducteur » de certaines personnalités et la nature « induisible » de nombreux êtres humains ne sont pas contestables. Mais ce qui est moins banal, c'est de constater que les lois de **l'induction** (électromagnétique) trouvent exactement leurs correspondantes philosophiques chez l'individu, y compris la complication de **l'induction mutuelle**.

Mais la forme mathématique de ces lois appliquées à la nature humaine est encore loin d'apparaître.

7.- Polarisation.

Le mot est un de ces termes abusifs (nombreux malheureusement) que le langage de la physique est obligé d'employer, faute de mieux sans doute.

Il a au moins quatre acceptions. Considérons celle qui, ici, prend un intérêt particulier : la **polarisation des ondes**.

Dans un milieu isotrope, homogène, une source perturbatrice (acoustique, calorifique, électrique, lumineuse) rayonne sa perturbation de façon identique dans toutes les directions : de sorte que, dans l'espace, à un instant donné, la perturbation propagée se trouve sur la surface d'une sphère ayant la source perturbatrice comme centre : c'est la **sphère d'onde**.

Dans cette considération générale, aucune direction autour du centre n'est privilégiée, aucune n'est lésée.

Mais imaginons, **au-dessus** de la source (lumineuse par exemple), un plan horizontal opaque : la lumière ne traversera pas ce plan. **Les conditions du milieu ont changé et influent d'une façon décisive sur le rayonnement de la vibration.**

Plaçons un deuxième plan opaque identique au premier **au-dessous** de la source. La source ne pourra rayonner **ni vers le haut, ni vers le bas** ; elle ne pourra rayonner que sur les côtés, à l'intérieur d'un cylindre plat ayant comme hauteur la distance qui sépare les deux plans.

L'onde n'est plus sphériquement rayonnée. Elle est **polarisée**.

Réduisons la distance qui sépare les deux plans opaques jusqu'à la rendre très petite : l'onde ne peut plus se propager qu'à l'intérieur du disque extrêmement plat subsistant entre les deux plans.

À la limite de rapprochement, les deux plans d'arrêt sont confondus en un seul et la source ne peut plus rayonner que dans ce plan.

L'onde est polarisée dans un plan.

Disons qu'elle a été « écrasée » entre deux plans, comme le serait un ballon de baudruche entre deux planches qu'on rapprocherait progressivement l'une de l'autre : l'expansion du gaz ne serait plus libre dans toutes les directions autour du centre du ballon ; elle ne pourrait s'exercer que dans un plan.

Pour un individu, pour un agrégat humain, la « vibration » est constituée par tout ce qui rayonne autour d'eux ; leur travail, leur activité, leurs tendances, leurs désirs d'expansion, leurs passions, leurs pensées, et surtout leurs idées.

Un individu « normal », à ambiance isotrope et homogène, « rayonne » librement, disons : pense librement dans toutes les directions. Ses idées se propagent sans barrière vers tel point, sans exagération vers d'autres.

Mais un individu « polarisé » n'a plus **son expansion** libre dans tous les sens. Sa pensée peut être bloquée dans une direction et hypersensibilisée vers une autre. Il « pense » entre deux plans qui l'écrasent et le dirigent.

Si, dans le domaine de la physique, la polarisation est un phénomène de dégénérescence, dans le domaine humain, c'est aussi

un phénomène de déchéance¹¹ : lequel d'ailleurs est utilisable (à des fins peut-être contestables) comme est utilisée la polarisation de la lumière.

Encore, tant que la polarisation reste un phénomène plan, la pensée humaine a tout de même 360 degrés pour se développer. Mais si deux autres plans perpendiculaires aux premiers viennent encore resserrer l'intervalle, ce n'est plus dans **un disque** que l'homme ainsi étrié dans des plans verticaux pourra penser, c'est **le long d'une ligne**.

Non seulement il ne pourra plus penser dans l'espace, mais encore il ne pourra plus penser dans un plan : il sera **rectilignement polarisé**.

À la limite, on peut encore resserrer le domaine de la pensée et réduire la fente rectiligne à un point. À cette polarisation ponctuelle, correspond l'absence de toute pensée, de toute idée.

8.- **Champ.**

C'est un des plus vastes problèmes de la physique, qui tend rapidement à devenir un des plus vastes problèmes de la métaphysique et de la physiologie (individuelle et sociale).

À la base, règne le champ gravitationnel de Newton, illustré par la loi de l'attraction universelle : **champ gravitationnel, attraction universelle, action à distance** sont devenus des expressions presque synonymes. À la suite de Newton, on s'empessa de faire rentrer dans une immense famille tout phénomène mystérieux, inexplicable, mettant en jeu des actions à distance (d'attraction et de répulsion). Les différents champs électriques illustrent cette annexion de la façon la plus familière.

Mais justiciables du « champ » sont aussi les phénomènes chimiques dans leurs attractions moléculaires, les phénomènes atomiques dans leur équilibre entre noyau central et électrons

11- *Et de déformation (comme le ballon de baudruche enserré entre deux planches).*

périphériques, les phénomènes nucléaires dans la cohésion du noyau (champ neutronique, champ mésonique).

Etendu à l'humain, le vieux champ newtonien présente au moins quatre aspects indépendants :

- un aspect de cohésion individuelle dont la compréhension la plus saisissante est sans doute la liaison entre l'âme et le corps, l'esprit et la chair, l'organe de commandement et l'organe d'exécution (véritable base de cette pseudo-nouveauté dite «cybernétique»);
- un aspect d'attraction particulièrement important, base physiologique du monde vivant, et sensible à tout être organisé quel qu'il soit : l'attraction sexuelle ;
- un aspect d'affinité entre individus, aspect dont la camaraderie affectueuse et la sympathie sont les formes courantes ;
- un aspect de cohésion sociale, d'agrégat pourrait-on dire, ces formations grégaires (nations, associations, sociétés, clans, syndicats) obéissant indiscutablement à des lois de « champ »

Attraction astronomique, attraction chimique, attraction atomique, attraction humaine (ou animale), ensemble de phénomènes qui peuvent passer pour différents, mais qui ont sûrement à leur base un même type de champ « essentiel ».

Obtenir un enchaînement entre ces champs, et les rattacher à ce type de champ « essentiel » serait un couronnement étrangement puissant aux trois siècles de « champs » qui viennent de s'écouler.

C'est une réussite de ce genre qui, ébranlant le monde savant au début de l'année 1950, fut prêtée à Einstein. Ce dernier aurait mathématiquement établi une unification entre le champ magnétique et le champ gravitationnel terrestre. Mais Einstein disposait-il de la mathématique adéquate ? Et, s'il n'en disposait pas, a-t-il pu créer cette mathématique ? si oui, il a fait faire un pas à la véritable cybernétique.

À avoir noté au passage l'importance du « champ » dans le comportement humain, on imaginera sans peine l'énorme retentissement que peut avoir toute avance justifiée de l'esprit à l'intérieur de cette question, inhérente à la nature même des choses.

9.- Relaxation.

La relaxation est un des phénomènes humains, individuel ou social, les plus vivants ; entendons par là qu'ils entrent plus que tous autres dans la vie individuelle et sociale de tous les jours. La relaxation est, pour ainsi dire, l'exutoire du phénomène de l'hystérésis.

L'hystérésis est un phénomène de conservation, d'accumulation, de retard ; la relaxation est un phénomène d'écoulement brutal d'un trop-plein longuement amassé, débridage soudain de passions contenues, décrochage instantané d'éléments lentement accrochés.

La science physique s'est récemment emparée de la relaxation, principalement dans les phénomènes de haute fréquence : mais ce phénomène a commandé de tout temps les excès de l'homme, comme ceux des sociétés humaines.

La digue qui se rompt brutalement sous l'effet des eaux accumulées pendant des heures ou pendant des jours est un exemple type de relaxation¹². C'est une réalité manifeste des choses : mais c'est aussi le même mécanisme qui met l'homme « hors de ses gonds », ou bouleverse une société.

Dans la physiologie humaine, les battements du cœur sont des phénomènes de relaxation.

C'est de la relaxation que relèvent les grèves sociales : c'est aussi de la relaxation que relèvent les guerres.

On met en équations les phénomènes de relaxation quand ils intéressent les courants électriques. Qui mettra en équations la relaxation pour les débordements humains, pour les déclenchements de conflits sociaux, pour les déclarations de guerre ?

12- *Les exemples de relaxation sont légion : abcès qui crève, volcan qui explose, orage qui éclate, ressort trop tendu qui casse.*

Si l'on a pu écrire, à propos de l'hystérésis, que tout dans la vie de l'homme était hystérésis, on doit raisonnablement ajouter que tout dans la vie de l'homme est aussi relaxation, puisque la relaxation est, en quelque sorte, le phénomène compensateur de l'hystérésis.

En cela comme en toutes choses de la présente étude, l'homme, la société, la nation attendent leur mathématicien, leur cybernéticien.

10.- Entropie.

Avec l'entropie, nous touchons à un phénomène dominant et particulièrement délicat.

Remarque importante : il n'entre pas dans l'intention de l'auteur de présenter ici des commentaires entropiques exactement calqués sur la thermodynamique.

Le cas général de la thermodynamique est de donner le phénomène de l'entropie comme une grandeur « finale », c'est-à-dire comme un effet résultant de certains facteurs, qui sont la quantité de chaleur Q et la température T . Dégagée de la forme différentielle, cette expression finale de l'entropie est $S = Q / T$. Et son utilisation pratique réside dans le tableau d'entropie qui en résulte.

Les lignes qui suivent considèrent l'entropie non pas comme une grandeur finale, mais comme un simple facteur contribuant avec le facteur « température » T à la production de la grandeur finale Q .

Celle-ci est une quantité de chaleur, donc une énergie. De sorte que, sous la forme :

$$Q = T.S.$$

Le facteur entropie S apparaît comme concourant, au même titre que la température, à la production d'une énergie.

C'est un facteur de l'évolution de l'énergie.

Ces mots simples et précis n'expriment certes pas la complexité du phénomène de l'entropie. On se trouve aujourd'hui devant ce problème comme on se trouvait aux environs de 1810 devant le courant électrique, aux environs de 1600 devant le magnétisme, aux environs de 1700 devant le champ gravitationnel. Dans les écrits du temps, ces notions, devenues aujourd'hui plus facilement accessibles, sont présentées avec les mêmes difficultés, les mêmes obscurités, les mêmes hésitations et surtout les mêmes mots mal adaptés que nos commentaires de 1950 sur l'entropie.

Peut-être que, dans ce qui suit, la stricte orthodoxie du point de vue thermodynamique subit, du fait même de la considération du couple énergétique $T.S$, une extension discutable. L'auteur prie le lecteur de ne voir là qu'un sujet de réflexion, dont l'importance considérable justifie toute tentative d'exploitation.

Jusqu'à présent, les phénomènes que nous avons passés en revue faisaient agir l'homme, le faisaient se mouvoir, mais ne le **modifiaient pas**. L'entropie au contraire ne fait pas agir l'homme, elle le transforme. Disons tout de suite, pour donner une image expressive de l'entropie, que l'évolution qui a fait que l'homme du XX^{ème} siècle est différent de l'homme des cavernes relève du phénomène général de l'entropie. Cette image est peut-être fautive ; elle l'est même sûrement parce que trop brutale et trop simpliste. Mais peu importe ! il suffit que l'esprit, aux prises avec une question difficile, trouve un moyen de s'accrocher à quelque chose qu'il comprend ; plus tard, il améliore et va plus loin !

Parmi toutes les impressions géniales d'un savant, la conception de l'entropie peut être considérée, au même titre que le champ newtonien par exemple, comme l'un des plus importants apports à la science physique.

Mais son créateur rencontra assez de difficultés à l'exprimer en termes clairs pour qu'il se contentât de lui trouver une forme mathématique dans le seul chapitre de la thermodynamique. Et ses successeurs, strictement cantonnés dans la thermodynamique, commentèrent abondamment cette notion sans lui donner une clarté définitive.

Le mot « entropie » a été créé par Clausius pour exprimer un phénomène précis de la thermodynamique, mais dans sa généralité la chose existe dans beaucoup de phénomènes physiques et trouve son répondant dans nombre de questions humaines. Elle trouve place par excellence dans tous **les phénomènes évolutifs naturels**. Si elle est encore aussi étroitement confinée, c'est qu'elle n'a guère qu'un demi-siècle d'enseignement (enrobée dans une épaisse couche de mystère) alors que le champ newtonien a plus de deux siècles et demi d'existence¹³. C'est aussi qu'elle est très « subtile ».

La plupart des grands phénomènes précédents (résonance, hystérésis, relaxation) sont des phénomènes locaux et limités. Ils forment un tout en eux-mêmes. Par exemple, un phénomène relaxé (la crevasse d'un abcès) est très localisé dans l'espace comme dans

13- Si la notion d'entropie met un temps comparable à se développer et à se généraliser, ce n'est qu'au XXI^{ème} siècle qu'on en parlera familièrement.

le temps. Après crevaisson de l'abcès, la relaxation est révolue ; elle n'est plus en cause.

L'entropie au contraire « dure » en permanence. Ce phénomène a-t-il un commencement ? A-t-il une fin ? On ne sait.

C'est une **tendance**, et une **tendance à sens unique**.

C'est l'expression de tout phénomène évolutif. De sorte que, plus explicite que le mot « entropie », c'est l'expression « accroissement de l'entropie » qui devrait être employée.

C'est une loi **principale de la nature**, comme l'est, par exemple, la loi de la conservation de l'énergie. C'est un « état » inhérent au phénomène considéré, ce « phénomène » fut-il une machine à vapeur, un être humain, une société, une nation.

- Entropie, la croissance inéluctable d'un être vivant, animal ou végétal, sans régression possible ;
- Entropie, le fait que demain suivra aujourd'hui sans que nul n'y puisse rien ;
- Entropie, le temps, sous la forme nécessaire que l'homme lui a donnée, sans arrêt ni retour en arrière possible ;
- Entropie, la chute d'un corps, sans qu'aucun phénomène naturel puisse le faire remonter ;
- Entropie, la course au progrès matériel, la recherche d'une vie meilleure, l'effort de l'homme « normal » pour vivre, et pour vivre mieux ;
- Entropie, l'évolution d'une société ;

etc., etc.

*
* *
*

Est-il possible de préciser pour un individu - quitte ensuite à l'étendre à une société - cet état d'entropie ? Oui, avec un peu de bonne volonté.

Considérons un homme au cours de sa croissance et l'énergie qu'il peut fournir. Cette énergie peut être envisagée comme étant le produit de deux facteurs¹⁴ dont l'un est évidemment **sa qualité intrinsèque** ; cette propriété appartient à l'individu considéré, et elle diffère d'un individu à un autre.

En dehors de cette qualité personnelle, le travail fourni dépendra des circonstances qui entoureront l'individu et des moyens qui lui seront donnés : son âge, son alimentation, ses outils, l'atmosphère de travail, les lois sociales, l'émulation, la concurrence ... bref, tout ce qui peut concourir à former une espèce de « climat », un « état » des conditions de travail. C'est cet état qui, de façon rudimentaire, constitue le deuxième facteur énergétique de l'individu et peut donner, avec son caractère évolutif, une idée de l'entropie individuelle.

Une extension à l'entropie sociale n'est pas malaisée, non plus qu'à l'entropie d'une nation, à l'entropie d'une famille, à l'entropie d'une armée.

D'éminents auteurs ont pu écrire ces deux choses contradictoires :

- « l'entropie est une grandeur insensible à nos sens » ;
- « la loi de l'entropie est une loi purement expérimentale, et elle est mieux établie par d'innombrables expériences que n'importe quelle autre loi de la nature ».

Apparemment en contradiction, ces deux auteurs cités ont raison. L'écoulement du temps est un bel exemple d'entropie. Or, est-ce que le temps qui s'écoule est sensible à nos sens ? Pourtant, l'écoulement du temps est une loi expérimentale bien établie¹⁵.

14- *Cette considération se rattache à la conception des couples énergétiques (toute énergie peut se mettre sous la forme de deux éléments de base, constituant les deux facteurs du couple énergétique).*

15- *Puisque nous sommes dans des considérations simplistes - fort utiles quand l'esprit ne veut pas se trouver désarçonné devant des conceptions difficiles qu'aucun génie n'a encore éclairées - descendons très bas dans la philosophie et rappelons que tout le monde fait de l'entropie, sans s'en douter, depuis que la sagesse des nations lui a répété à satiété : « Qui n'avance pas, recule ».*

L'heureux isolement fait par Clausius d'un phénomène précis extrait des processus évolutifs de la chaleur entre son apparition et sa consommation en énergie ne doit pas rester renfermé dans une application stricte et étriquée. ***C'est une marque du physicien que de généraliser au maximum un phénomène mis en évidence, quelle que soit l'origine de cette mise en évidence.***

Or, l'entropie est peut-être, de tous les phénomènes physiques énumérés dans cet exposé, celui qui a la plus grande importance puisqu'il domine tout le comportement humain dans sa pérennité évolutive ; on pourrait même dire qu'il préside à ce comportement. Il se trouve que c'est celui qui a reçu le moins d'extension ; c'est peut-être parce qu'il est le plus difficile à extraire de sa subtilité abstraite.

Les thermodynamiciens ne l'ont pas encore éclairci : il est à peu près en 1950 dans le même état confus où le laissa Clausius en 1888. Quoi d'étonnant qu'il ne soit pas « familier » aux autres ?

D'importance comparable, il n'y a guère que le champ, ce phénomène profondément mystérieux qui fait les attractions, les répulsions, les cohésions (sous toutes les formes).

Le champ construit des ensembles, l'entropie les emporte dans une direction indéfectible. ***Posséder le sens*** de cette direction, la prévoir ou la deviner, l'utiliser, c'est là probablement ce qui permet la féconde continuité d'un effort ; c'est là aussi sans doute cette vertu majeure qui fait grands conducteurs d'hommes, les grands Chefs d'État, les grands Chefs d'Armées.

CONCLUSION

« Assigner aux phénomènes physiques et mécaniques la part qui leur revient dans les fonctions de la vie, c'est supprimer beaucoup d'hypothèses imaginées autrefois sur les forces vitales et sur les propriétés des tissus vivants. Qu'est devenue la force pulsifique des artères, maintenant qu'on sait reproduire, sur des tubes élastiques où circule de l'eau, toutes les formes que présente le pouls artériel soit à l'état de santé, soit dans les maladies ? ».

«Si l'on suivait dans le passé l'évolution de la biologie, on verrait que toutes les grandes découvertes en physique ou en mécanique ont éclairé d'une vive lumière la nature des fonctions des êtres vivants. Ainsi lorsqu'en 1679, Borelli publia son célèbre traité *De Motu Animalium*, l'intérêt dominant de cet ouvrage fut qu'on y trouvait appliquées, pour la première fois aux phénomènes de la vie, les découvertes de Newton, de Galilée, de Toricelli et de Pascal.

De récents progrès de la physique et de la mécanique ouvrent à la biologie un nouveau champ d'applications. La conception si belle de la conservation de l'énergie, de son unité sous des formes diverses, de ses transformations dans lesquelles les affinités chimiques, la chaleur, la force mécanique et l'électricité se substituent les unes aux autres par voie d'équivalence, cette conception, dis-je est appelée à modifier beaucoup la manière dont nous concevons l'harmonie des fonctions de la vie.

Un souci mal entendu de la dignité de leur science semble avoir longtemps éloigné les naturalistes de tout ce qui paraissait les réduire au rôle de simples applicateurs de lois découvertes par d'autres. Ils ont âprement revendiqué pour les sciences naturelles une autonomie peu enviable, car elle n'eût fait qu'en arrêter les progrès.

À peine les mécaniciens avaient-ils formulé et vérifié par l'expérience les transformations réciproques de la chaleur et du travail, qu'un physiologiste français J. Béclard chercha en biologie la vérification des lois de la thermodynamique ; il présuma que la production du travail musculaire devait s'accompagner de la disparition d'une certaine quantité de chaleur sensible dans le muscle.

La découverte récente des phénomènes électrocapillaires par M. Lippmann est venue fournir aux biologistes une explication assez naturelle des transformations réciproques de l'électricité et du travail mécanique chez les animaux. »

*
* *

Les phrases qui précèdent pourraient être écrites par un savant cybernéticien moderne. Or, elles sont extraites d'un grand discours prononcé au Collège de France par Marey, le 3 juillet 1886.

Quelques années plus tôt, et sous un titre où le mot *governor*¹⁶ joue le rôle essentiel, J.Cl. Maxwell publiait une brillante étude sur la commande des mouvements. Plus tôt encore, sévissait la passion des automates.

La cybernétique est une bien vieille chose.

Aujourd'hui, la technique des télécommunications et du téléguidage a donné un essor considérable à ces études sur la commande des mouvements. Notons immédiatement la différence des études modernes avec les études purement énergétiques évoquées par Marey : la technique énergétique s'intéresse à un *bilan des énergies* ; la technique des télécommunications n'en est plus à un bilan énergétique, elle s'intéresse à **la reproduction exacte et rapide d'un signal bien défini**. Du téléguidage et des machines à calculer, le créateur de la cybernétique moderne, Wiener, est passé à la commande des signaux humains transmis par le cerveau, à la fois poste de commande et machine à calculer.

En cela, les travaux de Wiener sont une fusion de considérations mathématiques, physiques et biologiques ; et, comme le dit ce grand chercheur, on arrivera certainement à construire des mécanismes pilotes pour membres artificiels aussi précis et aussi souples que le mécanisme humain lui-même agissant sur le membre naturel.

*
* * *

Mais cette application biologique précise risquerait de masquer un autre aspect des liaisons possibles non seulement entre les mathématiques, la physique et l'individu, mais aussi entre les sciences exactes classiques, d'une part, et les sociétés humaines, les nations et leurs mouvements, d'autre part,

Autrement dit, il importait de mettre en lumière les rapports entre **la physique**, d'une part, et **la psychologie**, individuelle ou grégaire, d'autre part.

16- *Anglicisation du mot latin « gubernator », lui-même déduit du mot grec « gubernetes », transformé en « cybernetics » par Wjener.*

Tous les grands phénomènes physiques matériels ont leurs homologues dans le comportement humain. Le présent exposé en a offert une dizaine au lecteur, choisis parmi les plus caractéristiques et les plus importants.

Établir mathématiquement les phénomènes physiologiques qui commandent les gestes de l'homme dans sa soumission au cerveau, c'est là, certes, une étape considérable.

Mais il était nécessaire d'établir le parallèle avec la psychologie et de montrer comment la physique élargissait étrangement la question en possédant, de façon développée à une exception près¹⁷, les moyens d'appliquer une étude précise à ces immenses problèmes que constituent d'une part le comportement de l'homme (indépendamment de son cerveau) et des sociétés, et d'autre part leur évolution.

Il n'est pas question d'opposer l'importance de la soumission **de l'homme à son propre cerveau** avec l'importance de sa soumission **aux puissantes « entités »** extérieures.

Il s'agit de les mettre toutes deux en lumière, sans oublier l'extension de la deuxième aux ensembles sociaux.

Chacun pourra apprécier par lui-même ce que pourra représenter, si jamais on y arrive, la connaissance mathématique, appliquée à l'homme, aux sociétés, aux nations, aux armées, des phénomènes physiques évoqués dans la présente étude et dont, sans doute, les six suivants sont particulièrement dominants pour le comportement de l'homme et des groupements humains : résonance ; hystérésis ; polarisation ; champ ; relaxation ; entropie.

On pourrait les appeler **les paramètres directeurs** des problèmes humains.

Colonel SABATIER
juillet 1950

17- « L'entropie ».

Le CURIEUX et FÉCOND TIERCÉ de l'URANIUM

L'uranium est à la mode, et son rejeton aussi, sinon plus, le plutonium.

Mais connaît-on la genèse de cette triste célébrité ?

Pour ceux qui pourraient croire à quelque phénomène de génération spontanée, la courte histoire suivante, qui part de 1896, fournira un minimum d'éclaircissement.

Une fabuleuse histoire en vérité...

Qui, des vivants d'aujourd'hui, ne connaît l'uranium ? et ne soit submergé, par les yeux et par les oreilles, de ses faits et méfaits ! Et qui sait, cependant¹⁸, les origines et le pourquoi, les raisons et les déraison, de son rôle éminent ! Qui sait, surtout¹⁹, que nul savant, nul chercheur, nul prophète n'a pensé ni voulu ni prévu cette fabuleuse obtention d'énergie hors de l'uranium, et qu'elle a été imposée à l'homme - bon gré, mal gré – par la nature des choses ? Au seuil de la tempête nucléaire scientifique (1934), le plus grand sans doute d'entre eux²⁰ déclarait, ingénument et parfaitement convaincu : « Celui qui s'imaginerait qu'on puisse extraire de l'énergie de l'atome déraisonnerait étrangement ». Quelle étrange résonance, quarante ans après !

Y a-t-il donc un mystère caché sous ce curieux métal ? Certes non ! Il n'y a que la passion dévorante des chercheurs et les aléas de leur recherche : on cherche passionnément une chose, on en trouve une autre, laquelle autre est telle qu'elle en arrive à éclipser la première !

Trois fois, l'uranium fut en cause, le fameux « tiercé » ! Sur les trois, une seule fois, il fut gagnant : entendons par là qu'on étudia

18- *En dehors, bien sûr, de ceux... qui savent !*

19- *Toujours en dehors de ceux qui savent !*

20- *Ernst Rutherford, illustre grand Anglais, anobli par le roi (bien avant 1934).*

effectivement l'uranium avec l'espoir (horrible espoir !) d'en tirer quelque chose ; espoir vain, heureusement, hâtons-nous de le clamer, du moins à l'époque (1934-1939). Les deux autres fois, la première et la troisième, si l'uranium finit par s'imposer, l'homme n'y fut pour rien, la nature fit tout.

Première face du tiercé

Le premier volet de l'aventure uranique c'est 1896, le héros en étant Henri Becquerel, dernier représentant d'une illustre lignée de savants zoologues.

Henri Becquerel s'adonnait à la luminescence, la luminescence animale et minérale : de nombreux animalcules, lampyre en tête (ver luisant), émettent dans l'obscurité une faible lumière. De même, de nombreux minéraux (sulfures, sulfates, tartrates), soumis à la lumière du Soleil et placés ensuite dans l'obscurité, émettent (radient) une leur blafarde assez semblable à la luminescence animale. Privilégions tout de suite l'un de ces minéraux : **le sulfate double d'uranyle et de potassium**, sel quelconque sans autre intérêt que son aptitude à la luminescence artificielle.

Dans l'un et l'autre cas, d'où vient cette « lumière » ? Quelle en est l'origine ? Tel était le sujet des recherches qui passionnaient Henri Becquerel et son école à la fin de ce grand siècle scientifique que fut le XIX^{ème}.

L'année précédente, en 1895, l'Allemand Röntgen avait mis en évidence l'existence de ces rayons mystérieux qu'il nomma « **X** » ; en janvier 1896, il faisait à Paris une démonstration de sa découverte. Assistaient à celle-ci Henri Becquerel et son illustre ami, Henri Poincaré. Or, dans cette démonstration, apparaît une tache luminescente d'où semblent provenir les fameux **rayons X**...

On imagine sans peine la fièvre qui s'empare de ce champion de la luminescence qu'est Henri Becquerel : la luminescence serait-elle pour quelque chose dans l'émission des **rayons X** ? Lui, Henri Becquerel, ferait-il depuis des années, et bien avant Röntgen, des **rayons X** sans s'en être jamais douté ? Pourquoi Röntgen a-t-il utilisé

des plaques photographiques et pas lui ?

Car tout était là : la plaque photo ! L'outil qui permettait de constater le phénomène, l'indispensable détecteur !

La suite est classiquement connue. Insolé, irradié par le Soleil ou non, c'est-à-dire non rendu luminescent, le sulfate double d'uranyle et de potassium « attaquait » l'émulsion photographique à travers des écrans protecteurs, papier noir, papier métallisé, carton léger...

Un phénomène sensationnel.

On conçoit sans peine que, pour « attaquer » une émulsion photo, il faut de l'énergie, l'énergie solaire à l'accoutumée ; et non seulement de l'énergie type Soleil, mais de l'énergie « pénétrante », capable de traverser des écrans protecteurs, ce que le Soleil ne fait pas..., et enfin de l'énergie totalement invisible (à l'œil humain, du moins).

Indiscutablement, de l'énergie « sortait » du sulfate double d'uranyle et de potassium, et cette énergie était capable, à travers des écrans, de détruire des équilibres chimiques (émulsions photographiques d'abord, puis rapidement, la cellule vivante).

Henri Becquerel venait de mettre au monde ce que Marie Curie, dix ans plus tard, en 1906, appellera « radioactivité », substantif unique signifiant « énergie » (activité) radiante (radio).

Mais quoi, dans ce fameux sulfate double... ?

C'est à Pierre et Marie Curie que revient la détermination du facteur radiant dans ce composé tripartite de soufre, de potassium, et d'uranium ; c'est l'uranium.

Telle est la première apparition de l'uranium sur la scène du monde scientifique : paternité de **la Radioactivité**. Rapidement, en quatre ou cinq ans, allaient suivre les découvertes de presque tous les éléments radioactifs naturels : le polonium, le radium, l'actinium, le

thorium (une dizaine en tout, tous se suivant dans la classification chimique)²¹.

Une remarque toute naturelle, s'impose ici : l'homme se passionnait pour la luminescence (surtout animale), et il découvre ce qui deviendra la radioactivité. Cette remarque est suivie d'une autre, aussi importante : cette radioactivité existait depuis toujours sur Terre. Il a fallu attendre la conjonction entre un chercheur génial et un « outil » tout nouveau (la plaque photo) pour la mettre en évidence.

La deuxième face du tiercé

Le deuxième acte, tel un coup de tonnerre, éclate en 1934 ; et pendant près de cinq ans, il va fracasser le monde savant, l'obnubiler à un point incroyable aujourd'hui. Rien de commun d'ailleurs, avec ce qui précède.

Il faut d'abord bien connaître une circonstance exceptionnelle concernant l'uranium, circonstance qui est la cause de ce deuxième acte : l'uranium est le dernier de la classification chimique. Précisons : le dernier en 1934. Depuis, on a pu en classer plus de douze après lui.

Mais en 1934, il est le dernier...

Que comporte de remarquable cette place de dernier ? C'est que, dixit Monsieur de la Palisse, ***il n'y en a pas d'autre après !***

Or, les neuf éléments chimiques dont l'uranium est le dernier sont tous des éléments radioactifs naturels (donnés en renvoi au bas de la page précédente). Ils forment un « groupe », comme forment des groupes les métaux, les gaz, les corps bons conducteurs de la chaleur ou de l'électricité, les corps utilisables en pharmacopée, etc.

Revenant ***au dernier groupe*** de la classification, le groupe radioactif, une question troublante (oh ! combien) s'installe

21- Dans l'ordre « descendant » : uranium (numero92), protactinium (91), thorium (90), actinium (89), radium (88), francium (87), radon (86), astate (85), polonium (84).

insidieusement dans l'esprit tourmenté et toujours affûté des chercheurs: à connaître les propriétés terrorisantes du « dernier » groupe (les radioactifs corrosifs), que pourraient avoir, comme propriétés, des éléments inconnus de l'homme d'aujourd'hui, mais qui auraient peut-être existé à des époques très reculées et que l'homme du XX^{ème} siècle - qui douterait de son pouvoir ! – pourrait créer (ou recréer)?

Or, ce phantasme n'était pas folie pure !

D'une part, la structure atomique de ce fameux dernier élément chimique connu (l'uranium) n'interdisait pas d'imaginer la possibilité d'un élément « supérieur » (un transuranien); d'autre part, une certaine expérimentation réussie par un savant italien (Enrico Fermi) convainquait le monde des chercheurs atomistes - les atomiciens, dirait-on aujourd'hui - que cette création d'un élément transuranien était parfaitement possible.

De fait, Enrico Fermi, annonçait au monde survolté de l'époque, la création effective d'un élément transuranien, à partir de l'uranium lui-même. C'était en 1934.

L'axe Rome-Berlin.

Ici, une parenthèse s'impose.

Ceux qui vivaient alors et qui vivent encore se rappellent, s'ils n'ont pas la mémoire trop courte, le malaise politique qu'engendra, dans l'Europe occidentale, la collusion Hitler-Mussolini (Hitler, Chancelier du Reich depuis un an, et Mussolini, maître de l'Italie) et l'opposition déjà bien nette entre l'axe Rome-Berlin, belliqueusement claironnant, et la pauvre entente Paris-Londres, résolument - c'est peu dire ! - pacifiste.

Et voilà que la science italienne offrait à son pays la possibilité d'une arme aux capacités bien plus terrifiantes que la « radioactivité corrosive », puisque au-delà du groupe radioactif...!

Le défi stratégique s'en empara, et la terreur transuraniennne commença son règne. Comme on va le voir, elle dura près de cinq années, les cinq plus tragiques années qui précédèrent la guerre.

Le drame des transuraniens.

Cependant, les trois autres grandes « écoles » atomistes d'alors : l'allemande, l'anglaise et la française ne restaient pas inactives, peu flattées, d'ailleurs, d'être ainsi dominées par cette jeune école italienne qui, jusqu'alors, n'avait guère fait parler d'elle²², alors qu'elles-mêmes, à des titres divers, avaient déjà bouleversé le monde. Et peu de jours après la sensationnelle annonce italienne, elles affirmaient à leur tour « avoir en mains » le terrible transuraniens ...

Premier équilibre moderne de la terreur !

Sur quoi, le génial Enrico Fermi annonce : « Oui, mais nous, les Italiens, nous venons de créer quatre autres éléments *supérieurs* au précédent ».

Nouvelle panique occidentale, assez rapidement éteinte, d'ailleurs, par l'annonce presque simultanée de la création de ces quatre nouveaux éléments par les trois autres pays concernés (Angleterre, Allemagne, France).

Équilibre de la terreur rétabli ...

Mais qui, le premier, en cas de guerre - et la guerre, en 1935, tout le monde y pensait ! - qui, le premier, allait, stratégiquement parlant, être en mesure de déverser sur l'ennemi ces abominables transuraniens ?

Alors se passa un phénomène extraordinaire. Tandis que les gouvernements et les états-majors se posaient la question cruciale, les laboratoires cherchaient fiévreusement à déterminer les propriétés (sinistres évidemment) de ces redoutables transuraniens...et ils ne trouvèrent rien !

Et la hantise dura plus de quatre ans !

22- Cette brusque primauté de l'école atomiste italienne se prête à d'intéressantes digressions qui ne peuvent pas prendre place ici.

Ce n'est que dans les derniers jours de 1938, que la curieuse obsession des transuraniens prenait fin. Et se terminait aussi²³ le rôle de l'uranium en tant que créateur d'éléments transuraniens aux propriétés d'autant plus terrifiantes qu'elles étaient mystérieuses.

Tel fut le deuxième volet du tiercé de l'uranium.

Troisième face du tiercé

Le troisième acte dérive du deuxième : de 1934 à la fin de 1938, les chercheurs atomistes, quelque envie qu'ils en eussent, n'arrivèrent point à créer des éléments transuraniens ; ou s'ils y arrivèrent, ne purent pas les déterminer.

Mais, sans **le vouloir**, ils avaient déclenché une autre découverte qui, la hantise des transuraniens disparue, allait faire naître un autre cauchemar.

Enfin, une lueur...

Dans les derniers jours de 1938, plusieurs savants, français et allemands (Frédéric Joliot, Irène Curie, Otto Hahn, Lise Meitner, Strassmann, Fritsch) soupçonnent enfin... quelque chose, mais quelque chose de tellement impensable qu'ils ne risquaient pas... d'y avoir pensé ! l'obtention d'éléments qui, au lieu d'être des éléments « supérieurs » à l'uranium, étaient, au contraire, des éléments très « inférieurs ». Chacun se fortifiant de la pensée et des travaux des autres, le soupçon, dès janvier 1939, devint certitude : loin d'avoir « supériorisé » le noyau d'uranium, **ils avaient rompu le dit noyau !**

Constatation quasi « stupide » et totalement imprévue qui stupéfia, en l'amusant, le monde. Tant de mal, tant de recherches, tant d'années perdues pour aboutir à ce que d'aucun traitèrent - un peu légèrement, sans doute, mais la conjoncture s'y prêtait ! - d'amusettes de laboratoire.

L'amusettes dura peu...

23- *Du moins provisoirement.*

Printemps 1939 ! le malheur point... De Charybde en Scylla !

Si certains prirent la chose à la légère, tellement convaincus qu'ils étaient de son non-intérêt, d'autres s'y attachèrent. Et le calculateur de l'équipe française, Francis Perrin (fils de Jean, l'illustre découvreur de l'électron), s'intéressant au caractère énergétique éventuel de cette rupture²⁴ du noyau d'uranium, trouve qu'elle dégage de l'énergie, et il en détermine la valeur.

Valeur minimale en vérité, sinon infime..., mais dégagement d'énergie tout de même !

D'impensable trois mois plus tôt, l'énergie nucléaire devenait parfaitement concevable à partir du noyau d'uranium.

Et, avec ce troisième rôle de l'uranium, se termine pour nous l'épopée de ce moderne fabuleux métal, épopée sinistre en vérité, mais il faut bien dire - et avec insistance ! - que l'homme n'y fut pour rien. Il n'a cherché ni la radioactivité corrosive, ni l'énergie uranique, l'une et l'autre totalement hors de son univers pensant : et ce qu'il cherchait, les terribles et mystérieux transuraniens, il ne les trouva pas !

Enfin, au cas où ce qui précède manquerait de netteté, précisons le fameux tiercé de l'uranium (que, vraiment, nul honnête homme du XX^{ème} siècle ne saurait ignorer) :

radioactivité (1896),

transuraniens (1934),

nucléonergie (1939).

24- *En anglais, fission, vocable définitivement francisé (sans conteste).*

Notes annexes

1- Si les transuraniens ne furent pas constatés avant la guerre, leur étude fut reprise aux États-Unis après l'entrée en guerre de ceux-ci (lendemain de Pearl Harbour, décembre 1941) ; et à la lumière des tribulations européennes des années 34-38, l'équipe américaine (comprenant beaucoup de savants européens réfugiés aux États-Unis, parmi lesquels E.Fermi, dès 1937) réussit tout de même à créer des éléments transuraniens; le plus connu de ceux-ci est le plutonium²⁵ constituant de la bombe de Nagasaki, le 8 août 1945. Actuellement, on en connaît treize, peut-être quatorze.

2- L'énergie dégagée par la rupture d'un noyau d'uranium est infime, avons-nous dit. Mais un gramme d'uranium contient un nombre énorme de noyaux, environ mille milliards de milliards, de sorte que la rupture instantanée (ou quasi instantanée, une milliseconde, par exemple) dégage une énergie considérable. Avec quelques kilogrammes, c'est la bombe, la bombe-uranium (ou plutonium) que l'habitude dit, très improprement, « atomique ».

Ici encore, c'est la nature elle-même (et non l'homme) qui est justiciable de la possibilité de réalisation.

Mais cela est une autre histoire...

***Ingénieur général Henri SABATIER,
Membre de l'Académie des Sciences de Toulouse et de Lyon
1977***

25- *Pour la fabrication duquel la France a créé l'usine de Marcoule (décidée en 1952)*

LES DIX CHEVILLES-MAÎTRESSES DES GRANDS PARLEURS DE NOTRE TEMPS (Grands et...petits...)

Il s'agit de ces bouts de phrases plus ou moins redondantes, plutôt plus que moins !, et emphatiques, que tel ou tel « parleur », orateur, conférencier, voire professeur se prend à dire, généralement sans même qu'il s'en doute, probablement pour « faire du remplissage », meubler un silence, éviter le célèbre « euh ! », « euh ! » classique chez chacun de nous quand l'inspiration fuit notre langue.

Ces bouts de phrases, qui finissent à force de rabâchage par devenir des « locutions » communes automatiques, naissent on ne sait comment, vivent (ou vivotent) un temps, puis disparaissent : c'est, apparemment, une question de mode.

En voici une dizaine, des plus célèbres, excluant délibérément les « euh ! » et les « s'pa » (pour « n'est-ce pas ») qui sont de tous les temps et de tous les niveaux culturels.

Au reste, ceux qui les prononcent, aussi bien les deux ci-dessus que les dix qui suivent, tombent de leur haut quand, après quelques instants de discours, quelque méchant observateur leur dit tranquillement « En deux minutes, vous avez dit six fois (ou douze, ou plus) telle cheville-rengaine ».

1 - La « grande cheville », celle des années 1900²⁶:

« quoi qu'il en soit, du reste, à cet égard »...

C'était, pour nos pères (ou nos grands-pères pour ceux qui n'ont pas dépassé la cinquantaine), un grand moment de réjouissance que de se gausser de tel brillant causeur au « quoi qu'il en soit... ! »

26- Pour rester dans les années de « notre temps »

2 - « en ce qui concerne » ...

Dans les années d'avant-guerre, il était de bon ton (!) de commencer toute phrase par ce quartet; et de clore son discours par le pompeux:

3 - « en tout état de cause »... .

« Ça » faisait riche²⁷, sans doute !

4 - « pour autant » (au lieu de « pour cela ») :

petit diptyque qui se mit à sévir dans les années 45-50, et qui s'entend encore, épisodiquement.

5 - « comment dirai-je ? » (ou dirais-je).

Né vers 1930, cet euphonique triplet, très coulant sous la langue, sévissait encore très largement après la guerre, et s'entend encore, surtout édulcoré - mais ayant alors perdu toute saveur constructive et toute majesté ! - en le penaud « **comment dire ?** », pauvre honteux du grand « comment dirai-je ? ».

6 - La « cheville-maîtresse » des illustrissimes du jour :

« **s'efforcer de faire en sorte** » que...,

ou

« **tâcher moyen de faire en sorte** » que... .

Comme remplissage, il est difficile de faire mieux. Dite, avec l'emphase qui convient à un grand discoureur, cette redondante envolée l'emporte sur la « grande cheville » de 1900.

7 - Moins emphatique, normale quand elle « vient bien » - ça arrive ! - la locution « **dans la mesure où...** » devient comique par l'abus : ne l'entend-on pas, actuellement, chez certains, une dizaine de fois dans dix minutes de discours ?

Il nous reste maintenant deux rengaines aujourd'hui permanentes :

8 - « si vous voulez ».

Ce n'est pas dix fois en dix minutes, c'est... à tout bout de phrase (début ou fin). Avec la suivante, on peut dire que ces chevilles sont les deux piliers de la causerie moderne.

27- Et l'on ne peut pas affirmer que cette pittoresque « cheville » ne soit pas encore « aimée », de nos jours, par certains (qui ignorent qu'elle n'est plus à la mode).

La suivante, c'est :

9 - « **disons** », petit mot anodin, qui vient sournoisement sur les lèvres. Ecoutez tel parleur : ce foisonnant « disons », vous l'entendrez « sortir » avec une régularité de métronome, ou de mitrailleuse...

10 - Enfin, la dixième cheville : elle est toute jeune, à peine un an, ou deux. Les parleurs publics, du moins ceux qui, connaissant le ridicule des abus de chevilles, s'en méfient donc et les évitent, ont trouvé un succédané, qui fait doucement son chemin : « **me semble-t-il** ».

*
* * *

Attention ! Gardez-vous de rire de ces douces faiblesses.... Tel qui en sourit avec une condescendance amusée quand il les entend chez autrui - s'il les entend ! -, les sort lui-même avec sérénité et ne les perçoit point !

Ingénieur général SABATIER
novembre 1977

L'Ingénieur général SABATIER donnant un cours

