

OFF-PRINT FROM

ADVANCED TECHNOBIOLOGY

edited by

BORIS RYBAK

Professeur à la Sorbonne nouvelle

FAREWELL ADDRESS

B.Rybak

I.E.L.P., Université de Paris III,
F 75005 Paris

Then we now meet to disperse. That is to say to disseminate our re-inforced knowledge and howledge, if you permit, and ,thanks to our brain and heart "hereditary mechanics", to concentrate our friendship, acting as specific carriers of a global, difficult but enthusiastic adventure which implicates as many brain-heart bio-systems as the Earth is distributor of. As contributors we are humble but Promethean.

About knowledge (adaptative information process), after a fortnight, tout le monde comprend le français maintenant. Aussi vais-je tenter de vous dire comment nous allons, dans les années à venir , nous retrouver chaque jour un peu plus dans un autre monde. Cela implique auparavant de résumer les voies nouvelles qui s'ouvrent à l'avancement de l'analyse instrumentée et de synthèses métriques et topographiques du vivant à partir, notamment, de ce que nous avons appris les uns des autres pendant ces journées de Leçons de Recherche dans notre commun périple pluraliste ou polyglotte , encore nommé transdisciplinaire.

Cette Ecole d'été a été un défi à plus d'un titre: 1) la transdisciplinarité - nécessaire aujourd'hui sous peine de superspécialisation nous ramenant à la scholastique, voire à la barbarie- cette interdisciplinarité pose le problème de la capacité de s'intercomprendre en s'interinstruisant et, généralisant, pose le problème de l'altruisme ou de la guerre de tous contre tous sur notre satellite Terre dont les ressources et les dimensions sont finies - pour mieux faire comprendre le caractère créatif de l'interdisciplinarité, je ferai la

métaphore suivante: soit une montagne dont il s'agit d'atteindre le sommet; des grimpeurs spécialisés vont, selon leur technique propre, se lancer à l'assaut de ce sommet et ils parviendront à des niveaux différents en des temps différents; vient un inventeur qui imagine l'aéroplane et l'aviateur atteint le sommet avant tout le monde... ;

2) les démonstrations faites pendant ce Cours ont exigé qu'on se déplace vers des appareils lourds et plusieurs participants, pris par ces tâches de logistique démonstrative, n'ont pu assister à la totalité de la Session;

3) ces appareils lourds étant localisés à Paris, ville aux distances kilométriques non négligeables et où la vie est chère, comme on dit, cela n'a pas manqué de créer quelque inconfort matériel, mais, d'évidence, le but est d'avoir enrichi le spirituel. Je pense en effet qu'il ressort de notre Réunion un projet dont le programme est vaste. En conséquence je suis persuadé aussi que, moins que jamais, aucun des participants n'attend "Godot". Pour nous qui avons dévoué notre vie à la vie, à sa mesure comme théorie et pratique, nous avons la responsabilité de nous trouver confrontés à plusieurs problèmes capitaux qui prennent aussitôt 1°) une dimension humaine considérable (1) (2) (3) - que la présence lors du déjeuner du 10 juillet à la Sorbonne, de M.le Recteur Robert Mallet, Chancelier des Universités de Paris et fondateur du "Mouvement universel de la responsabilité scientifique", a soulignée, 2°) une dimension épistémologique critique - les "animaux de laboratoire" (cf. 4) et tous les autres, pour ré-insister sur mon dire - et totalisante (5) (6) puisque c'est de la globalité du fini, sans borne, humain qu'il s'agit, comme est fini et sans borne l'Univers en sa description einsteinienne.

Ré-examinons ce que je vous disais il y a une quinzaine de jours à propos du caractère semi-conservatif de tout bio-{S}. C'est en 1929 que Raymond Defay a formalisé la notion de système ouvert (cf. le supplément "Introduction à la thermodynamique des systèmes ouverts" de l'ouvrage de cet auteur intitulé: "Etude thermodynamique de la tension superficielle", Gauthier-Villars, Paris, 1934, 345 pp.). Cette notion se trouve déjà dans W. Gibbs (7) et chez Th. de Donder - le Maître de Raymond Defay - et ce dernier ne manque pas de signaler ces repères. Par ailleurs c'est en cette même année 1929 que Vito Volterra prononce à Paris (Institut Poincaré) ses "Leçons sur la théorie mathématique de la lutte pour la vie" (8) et c'est là qu'il énonce deux concepts d'une importance considérable: 1) celui d'hérédité généralisée formant en particulier la Mécanique

héréditaire que développera avec tant de talent Théodore Vogel, 2) celui de systèmes conservatifs et dissipatifs pour les associations d'espèces vivantes, et Volterra écrit notamment: "La propriété d'être conservatif pour un système exige une certaine relation d'égalité entre les coefficients qui le caractérisent, de sorte qu'il est peu probable qu'un système biologique réel se trouve être conservatif ou même très voisin de l'être". C'est ce qu'a remarquablement développé Ilya Prigogine (9)(10)(11)(12) par la suite. Je remarquerai cependant que:

1°) l'"équilibre" au sens de Lotka-Volterra doit se comprendre comme état récurrent globalement stationnaire. Soit en effet un biotope clos et, pour simplifier, supposons une mare renfermant deux et seulement deux espèces: une espèce-proie autotrophe E_a et une espèce-prédatrice E_p de E_a . La figure 1 montre l'allure des

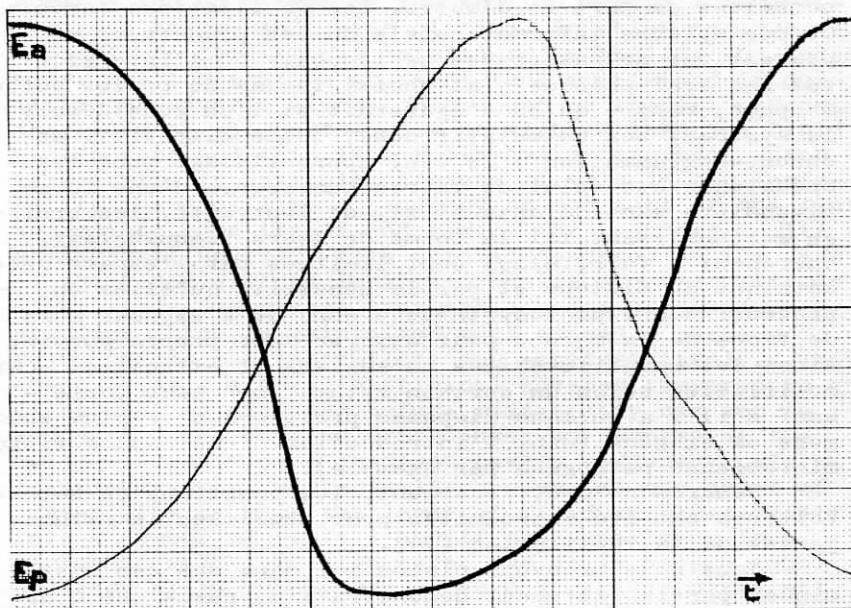


Fig. 1

processus de croissance-décroissance [selon la logistique de Verhulst (13)] et ses conséquences, à savoir: pour une température, une salinité, une insolation, etc. constantes, au début l'espèce autotrophe aura atteint sa croissance maximale tandis que l'espèce qui la dévore sera à son minimum; dès que commence la procédure prédatrice le réservoir-nourriture, qui consti-

tue l'ensemble des êtres autotrophes proies, va diminuer en réserves tandis que, grâce à cet apport d'énergie-matière nutritive, les prédateurs vont se multiplier, mais, à un certain moment, ils commenceront à manquer de nourriture E_a et le nombre de prédateurs va aller diminuant tandis que, profitant de cette accalmie, les autotrophes vont reprendre leur croissance, etc. Les ensembles distingués E_a et E_p n'atteignent zéro que si le système se détruit entièrement (noter que, par suite des phases de latence auxique puis de croissance exponentielle, les courbes combinées ne sont pas exactement symétriques). Le système est donc un automate fini et sans borne en équilibre dynamique (en équilibration), le système étant globalement conservatif selon une chronologie, que l'on peut considérer comme rigoureuse, des fluctuations numériques strictement corrélées de part et d'autre. Les oscillations forcées de ces moteurs informationnels où les prédateurs ne peuvent pas se passer des proies, mais où l'inverse n'est pas vrai puisque j'ai choisi le cas de proies autotrophes, montre qu'on s'égarerait si l'on considérait le système, non commutatif donc, comme dispositif de chrono-engrammation ; le seul apprentissage pour les prédateurs est celui de la reconnaissance d'une forme vivandière sans défense et si, de leur côté, les proies, en reconnaissant ici la forme de leurs "cannibales", cherchent à fuir, elles sont limitées par l'espace géométrique du biotope et par la nécessité qu'elles ont de procéder à une photosynthèse - donc de s'exposer hors de trous de la mare - pour assurer leur propre survie. Ainsi les quantifications intensives et extensives sont modifiables selon un certain rythme, non leur forme - sauf s'il y a quelque diapause prolongée d'origine endogène ou exogène (dont l'introduction d'une espèce tierce, microbienne pathogène par exemple).

Remarquons que, récemment, les équations de Lotka-Volterra ont été introduites pour modéliser la rythmogenèse de la ventilation (14).

Nous nous trouvons placés ici dans des cas systématiques particulièrement démonstratifs, parce que dynamiques et généraux, de la logique topologique (15).

2°) Ce qu'il y a de plus conservatif dans un bio- $\{S\}$ est nécessairement sa structure génétique A qui fait perdurer l'espèce pendant des millénaires à moins de mutation ou mort (génocide) épidémique ou autre (cas des grands Reptiles du Secondaire). Or la reproduction de A dépend d'enzymes et ne constitue en aucun cas un processus d'"auto-reproduction" directe; de surcroît A est sensible à des hormones stéroliques.

Ceci posé, le "principe d'économie" qui gouverne la Nature - et en tout cas la Nature vivante - fait que précisément la présence de molécules ouvrières que sont les enzymes autorise des travaux avec le minimum de dissipation, la reconnaissance des formes enzymes-substrat (serrure-clé) constituant déjà un phénomène d'affinité spécifique remarquablement néguentropique. Le vivant étant beaucoup plus complexe que le non-vivant, la biophysique est aussi beaucoup plus complexe que la physique, et s'introduire dans le champ de la biophysique avec l'esprit du physicien conduit à des paralogismes par schématisation, c'est-à-dire sur-simplifications.

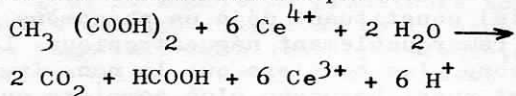
Considérons donc avec la prudence requise le phénomène de Bénard d'une part et la réaction de Belousov-Zhabotinskii d'autre part.

A propos du phénomène de Bénard (1900), Chandrasekhar écrit - and we return to the English vector ! -: Consider... a horizontal layer of fluid in which an adverse temperature gradient is maintained by heating the underside. The temperature gradient thus maintained is qualified as adverse since, on account of thermal expansion, the fluid at the bottom will be lighter than the fluid at the top; and this is a top-heavy arrangement which is potentially unstable. Because of this latter instability there will be a tendency on the part of the fluid to redistribute itself and remedy the weakness in its arrangement. However, this natural tendency on the part of the fluid will be inhibited by its own viscosity. In other words, we expect that the adverse temperature gradient which is maintained must exceed a certain value before the instability can manifest itself... They are : first, a certain critical adverse temperature gradient must be exceeded before instability can set in ; and second, the motions which ensue on surpassing the critical temperature gradient have a stationary cellular character. What actually happens at the onset of instability is that the layer of fluid resolves itself into a number of cells ; and if the experiment is performed with sufficient care, the cells become equal and they align themselves to form a regular hexagonal pattern" (16).

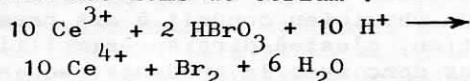
Pour ce qui est de la réaction de Belousov-Zhabotinskii, voici ce qu'en écrivent P. Glansdorff et I. Prigogine (17) avant de conclure " que des successions de réactions chimiques effectuées au-delà du seuil d'instabilité de la branche thermodynamique, peuvent donner naissance à des structures hautement organisées et reproductibles au cours du temps " : " La caractéristique remarquable de cette réaction est qu'elle conduit à des oscillations au cours du temps des concentrations en Ce^{3+} et Ce^{4+} ... Bien que les détails

du schéma réactionnel exact correspondant à ce comportement ne soient pas connus, il semble pourtant que les trois réactions globales suivantes assument un rôle important (cf.18) :

"a) oxydation de l'acide malonique :



b) oxydation des ions de cérium :



c) transformation de l'acide malonique en acide bromomalonique :



Il s'agit de réactions d'oscillations " de telle manière que la concentration des ions Ce^{3+} , Ce^{4+} , reste constante au sein du système. Simultanément cependant le brome est formé par la réaction (b) et se combine avec l'acide malonique dans (c) pour donner l'acide bromomalonique et l'acide dibromomalonique. L'acide dibromomalonique forme un complexe avec Ce^{3+} et , par conséquent, agit comme, inhibiteur de la réaction autocatalytique, l'ion Ce^{4+} disparaît car la première réaction reste inaffectée par l'inhibiteur. Cependant, le complexe inhibiteur est instable et se décompose ultérieurement en anhydride carbonique et en acide dibromacétique. Ce dernier est un inhibiteur plus faible. Il s'ensuit que la réaction (b) se ranime et rétablit les ions cériques. Dès lors, le même cycle peut se répéter indéfiniment, pour autant qu'une quantité suffisante de réactifs soit présente, c'est-à-dire - précisent les auteurs - pour un système suffisamment éloigné de l'état d'équilibre".

Remarquons que cette réaction est, selon R.M.Noyes et al. (1972-1975) un système à une quinzaine de variables. O.E.Rossler et K.Wegmann (19) écrivent : " The Belousov-Zhabotinskii reaction is a chemical Bonhoeffer-van der Pol circuit, that is, a relaxation oscillator that can be run as both an astable and a monostable "flip-flop". Apparently the reaction also belongs to the slightly more complicated class of "universal circuits" as introduced by Khaikin (1930-1966). Oscillators of this type not only show "smooth" and "relaxation type" oscillations, but also "chaotic" oscillations . As evidenced by the simplest equation of this type, both "spiral type" and "screw type" chaos are possible in such systems". Si l'on rapporte cet aspect des choses

à la Vie on peut penser que des phénomènes chaotiques ont pu intervenir au moment de la biogenèse primordiale mais, dès que les multiples systèmes vivants se sont stabilisés pour survivre pendant des millénaires, les systèmes enzymatiques ont, comme je l'ai indiqué, stabilisé hors-chaos les formes et fonctions de ces biosystèmes. D'ailleurs que des phénomènes morphogénétiques prennent naissance dans des conditions énergétiques très éloignées - parce que beaucoup moins complexes que celles qui commandent la vie - des morphogénèses ontologiques voire phylétiques, est un point. Voyons cependant une réaction qui n'est pas mentionnée dans les travaux qui ont tenté de ne voir dans le vivant que du dissipatif et non, comme il en est dans la réalité biotique, un ensemble semi-dissipatif : il s'agit de la formation des anneaux de Liesegang - 1896 - (en fait vus dès 1895 par Runge). Le phénomène se présente comme une suite de précipitations périodiques cristallines ou amorphes, sous forme d'anneaux concentriques ou spiraux à partir d'un point d'adjonction d'une solution de bichromate de potassium par exemple diffusant dans un gel de gélatine contenant du nitrate d'argent (la réaction se produit à l'obscurité à la température du laboratoire et demande un à deux jours pour se faire); on peut remplacer la gélatine par de l'agar-agar, de la gelée de fruits ou de l'acide silicique et la réaction se produit aussi bien dans une boîte de Pétri que dans un tube à essais ou des tubes capillaires. Ce phénomène qui a pu être nommé " diffusion rythmée " (Bary, 1933) répond à l'équation de Morse et Pierce(avec des précipités de chromate d'argent résultant de la réaction de nitrate d'argent avec du bichromate de potassium) où , pour une température et des concentrations données , si

t = temps en secondes entre t_0 et la précipitation ,
 x = distance de l'extrémité du tube à la lame de précipitation, $\frac{x}{\sqrt{t}} = c^{te}$.

Ce phénomène a donné lieu à une abondante série de publications. L'explication la plus satisfaisante qui en ait été fournie, semble-t-il, est celle de F.E.Lloyd et V.Moravek (20) . Voyons d'abord ce qu'il en est de la thermodynamique de la diffusion. I.Prigogine (21) écrit : "Le calcul de la production d'entropie est applicable tant aux systèmes en équilibre mécanique qu'en dehors de l'équilibre mécanique. Mais dans le cas de l'équilibre mécanique il se présente une simplification très importante. La production d'entropie devient alors indépendante de la vitesse moyenne utilisée (vitesse barycentrique, vitesse moléculaire moyenne...) pour

définir la diffusion. Cette invariance de la production d'entropie due à la diffusion lorsque le système est en équilibre mécanique, est très utile dans les applications". Il est intéressant de noter que Lloyd et Moravek, considérant les réactions de Liesegang, en viennent à dire: " In our previous paper we argued that every reaction can proceed periodically. We now hold that it can be obtained in every kind of medium if the necessary conditions of space and concentrations are supplied. The exceptions are to be found in these cases in which a reagent has reacted with the medium or in which the gel fails to act as a protection colloid for the precipitate. Even then periodicity may occur occasionally. The medium can act chemically or be purely passive in this regard and so act merely mechanically. Viscosity plays a very minor rôle in influencing diffusion. In higher concentrations of the medium, however, more periodicity occurs than in the lower. The surface plays an important rôle in capillary tubes, but a less important or even negligible rôle in tubes of larger diameter. Accordingly one may obtain periodicity in the former, not in the latter. There can be at least two sets of precipitation in a single system... Where diffusion takes place very quickly no rings are formed... In the large majority of cases which have been studied periodicity occurs. In exceptional cases it does not occur... In 1903 Morse and Pierce had found that diffusion in capillary tubes during periodic precipitations follows Fick's law "(= si c est la concentration à l'instant t , x la distance à l'origine et D le coefficient de diffusion, $dc/dt = - D dc^2 / dx^2$). Considérant les biosystèmes, les auteurs écrivent : "Biological reactions and those in which we meet with periodicity are quite different systems. First, they take place under circumstances where there are great mixtures of substances. Second, these take place in a medium which has viscosity and high concentrations and where the diffusion of reagents and reaction products proceeds very slowly as compared with that in a watery or gaseous medium. Third, they take place on microstructures, in capillary spaces characterized by the presence of many interfaces where physical forces complicate the chemical reactions. From these three considerations we get divergencies in the solubility of the precipitates e.g., we obtain crystalline modifications which we never get in a watery medium at corresponding concentrations of the precipitate. Further, we get different dimensions of crystals ranging from the finest colloidal suspension to the coarsest crystalline or spherocrystalline product. And still again, the time factor is sufficiently long for

reactions to take place for which normally there is insufficient time...We would suppose that every biological reaction should be periodic, since in the great majority of cases in our experiment we procured periodicity; but we must not overlook the important fact that the systems in which we obtain periodicity are such in which diffusion streams move along a single path in a single direction or the reverse, whereas in biological materials the diffusion currents may, and probably do, move in all directions, or at least in many, certainly very rarely in one direction alone. We admit that it is quite thinkable that the conditions for unidirectional diffusion may be supplied in some cases, as suggested, for example, by the transverse striping in some elongate plant leaves. Even the stripes of the zebra, a favorite example, might conceivably result from unidirectional diffusion of pigment or pigment-forming substances in the ectoderm of the blastodisc but, in the other hand, nobody yet knows that this is the case. Again, we can obtain periodical precipitation in plant structures (Lloyd, Moravsek and Rouppert) but no one can say when transverse markings are laid with, either in leaves or trichomes, etc., in nature that they are actually produced in this way. It is our opinion quite idle to cite the annual rings of trees, in the roots, etc. of plants (Beta, etc.) and many other oft-quoted examples, and we dismiss such loose analogies at once from consideration. The much argued case of agate may be in better case".

" In a system in which a periodic precipitate may occur, a first membrane must be laid down. In this membrane two kinds of ions are precipitated and at the same moment there must be close to the membrane a very high concentration of the reaction product, which now diffuses in both directions. (It at the same time increases the osmotic value of the medium, and this may therefore swell). That part of the reaction product which diffuses toward the internal reagent causes, when the concentration becomes high enough, the formation of a complex salt ".

Je noterai d'ailleurs que la suite $(\sqrt{-1})^n$ est oscillante.

On ne saurait trop insister sur deux points : 1) se méfier de l'intuition, 2) ne pas schématiser le champ de la biophysique. Se méfier de l'intuition c'est déjà reconnaître que le goût acide du citron n'est pas neutralisé (au sens chimique) par le saccharose mais, ce que montre la biochimie, que la saveur sucrée prend le dessus perceptuel de la sapidité acide. Bref passons sur le trivial de dire que si toute vie est forme, l'inverse n'est pas nécessairement vrai. Pas de schématisation (par exemple la loi de Poiseuille - analogue à la loi d'

Ohm - est fausse en hémocinétique, ne serait-ce que parce que le sang est un fluide variablement newtonien) si par contre il nous faut nous appliquer à trouver l'essentiel non par simplification mais par décomplexification d'une complexité - et du complexe vivant en particulier. De même on a longtemps dit que la diastole est une période de repos. Comme nous l'avons vu, il n'en est rien ni sur le plan mécanique (le remplissage diastolique contribue à développer la catalyse mécanique), ni sur le plan métabolique puisque c'est pendant les phases de décontraction systolique et de diastole que se resynthétisent les molécules énergétiques nécessaires à la systole suivante. Donc dans un cycle impetus-systole-diastole il y a trois périodes néguentropiques : la première qui correspond aux mécanismes liés à la machinerie nucléotidyl-cyclique membranaire du "pacemaker", la seconde qui correspond à la fonction hémodynamique de la systole, la troisième à celle de la diastole active ; donc la notion de néguentropie prend des significations qualitatives distinctes dans un même organe biotique et ce sont précisément ces interrelations obligées - aux aspects "inutiles" près, peu nombreux d'ailleurs - qui rendent la problématique biologique et technobiologique si délicate, si abstruse. On peut déjà noter qu'en ce qui a trait à l'aventure de l'esprit dans ce qui est calculable on peut montrer qu'il y a des limites (22) comme il y en a dans l'observable donc le perceptible : ondes radio-électriques, odeurs chez les microsmatiques et les anosmiques, etc.

Tout ceci nous conduit à examiner le projet même de la Technobiologie en tant que Bio-métriologie. Entre l'appareillomanie, et ses retombées budgetivores, qui est biométriologie démesurée, et la technobiologie du pauvre - que j'ai connue, sans misérabilisme, lorsque j'ai maintenu en révolutions régulières prolongées les premiers coeurs étalés ouverts n'ayant pour tout matériel que des blocs de paraffine, des épingles de couturière et ma trousse de dissection d'étudiant de propédeutique à quoi s'ajoutait un EKGraphe prêté -, entre la folie des grandeurs et celle des petites névrotiques, il y a place pour une technobiologie déontologique sur le plan de la nécessité thérapeutique et de la pratique prométhéenne de l'épistémé (nous représenter nous-mêmes comme êtres vivants-pensants). A cet égard il faut se pénétrer de ce que les théories sont faites pour être détruites et de ce que la Réalité s'atteint plus par les théorèmes affaiblis que par les théorèmes forts. Tout repose sur une compréhension de la théorie des points de vue (23) qui instaure la complémentarité à la place du conflit, l'émulation à la place de l'agression. Quant

à l'exercice de la mesure en Biologie, il faut toujours être conscient de ce que nous avons aussi notre principe d'indétermination : il est lié aux réflexes - métaboliques, endocriniens, nerveux - des préparations à l'étude; or sans ces réflexes, point de vie parce que point d'homéorhésie... C'est pourquoi nous sommes conduits à pratiquer une bio-métrologie avec le minimum d'interférence (24) donc le minimum d'artefacts. La présente Ecole d'été a tenté d'illustrer cette stratégie et cette tactique opératoires.

Cependant dans le domaine métrologique deux points restreignent notre accession au réel. En effet :

I. Il existe deux classes de grandeurs : 1) les grandeurs mesurables (= quantités) qui sont munies des opérations d'égalité et d'addition de deux grandeurs de même espèce (= comparables entre elles); ainsi en va-t-il des volumes, des quantités de chaleur, etc. (Sont telles toutes les grandeurs physiques sauf la température); 2) les grandeurs repérables qui sont munies de l'opération d'égalité mais non de celle de l'addition de deux grandeurs de même espèce; les grandeurs psychologiques sont - comme la température - de cette classe et, logiquement parlant, sont défectives : on peut leur affecter un numéro d'ordre sur une échelle d'indication adéquate. C'est par cela déjà que la biométrologie est si intrinsèquement bornée dans sa perspective, si différente de la quasi-totalité de la physique de l'inerte dans sa réalisation - sans compter que des causes identiques ne produisent pas toujours les mêmes effets ou qu'au contraire des causes différentes produisent le même effet, comme si, dans un jeu d'interférences, de la lumière + de la lumière donnait de l'obscurité. Ainsi les lois de l'audition, des "sons" - des perceptions en général ou sensations intégrées au niveau nerveux central - relèvent des grandeurs repérables. De surcroît :

II. La loi communément appelée loi de Weber-Fechner (25) dit que la sensation (plutôt la perception; cf. supra) croît comme le logarithme de l'excitation. Cette relation avait été entrevue par Bouguer et par Masson (1745-1760), et Laplace - dans une Leçon de 1795 développée en 1814 dans son "Essai philosophique sur les probabilités" écrit dans son "Neuvième Principe", en se référant d'ailleurs à Daniel Bernouilli, que "l'avantage moral qu'un bien nous procure n'est pas proportionnel à ce bien, et qu'il dépend de mille circonstances... dont la plus générale et la plus importante est celle de la fortune. En effet, précise Laplace, un franc a beaucoup plus de prix pour celui qui n'en a que cent, que pour un millionnaire". Certes

en coordonnées log excitation/log perception -comme l'a fait Stevens (1936-1964) le processus peut sans doute être rendu linéaire, d'où " the surprising simplicity of sensory metrics " de cet auteur (26). Cependant, compte tenu de la méthode optique de Plateau (1872) à l'exposant près (0,5) de Breton (1887), comme l'écrivait Henri Piéron (27) : " La loi de Fechner théoriquement appuyée sur la constance dans la sensibilité différentielle relative (loi de Bouguer-Weber), ne peut être considérée comme valable, mais le postulat fondamental, d'après lequel les échelons différentiels constituent les unités de l'intensité des sensations, n'a pas été réfuté dans la mesure où il se limite à des systèmes récepteurs unitaires. S'il reste admis, et dans cette limite, des échelles d'intensités subjectives peuvent être construites par une cumulation empirique des échelons, ce qui conduit à des courbes sigmoïdes - du type d'une intégrale de probabilité - en fonction des logarithmes des intensités stimulatrices, et se trouve en accord avec tout un ensemble de données psychophysiologiques et neurophysiologiques ".

Dans son "Essai sur les données immédiates de la conscience", Bergson abordant la psychophysique et considérant les diffusions de sensations, y trouvait "un fond commun... par où elles s'identifieront en quelque sorte ensemble: elles sont minima les unes et les autres. Voilà la définition cherchée de l'égalité. Celle de l'addition suivra naturellement ". Bergson la discute, mais Reuchlin (28) écrit : " Dans le domaine de la psychophysique, il semble que ni la méthode d'intégration d'échelons différentiels ni la méthode d'équipartition des intervalles ne constituent des opérations expérimentales dont les résultats soient prévisibles à l'aide des relations définissant axiomatiquement l'addition... Quant aux méthodes psychologiques tentant de fonder une métrique sur des hypothèses statistiques... elles conduisent aux mêmes observations, sur le plan logique, que d'autres méthodes reposant également sur des hypothèses statistiques "... Et Reuchlin en vient à poser la problématique en termes d'échelles ordonnées. Ce qui nous renvoie à la notion de grandeurs repérables et non à celle de quantités. De toute façon dans une chaîne de mesure, il faut tenir compte des seuils et temps de réponse du capteur, de la chaîne de transmission et des appareils de mesure eux-mêmes.

Or pour nous Technobiologistes, la Biométrie est essentielle à notre démarche. Parce que l'instrument de mesure que nous confectionnons est nécessairement homéomorphe à nos perceptions - fonction de leur localisations cérébrales constitutives - et à leurs métri-

ques, en prolongeant leurs pouvoirs. D'où il résulte que, si l'on ne connaît bien un phénomène que lorsqu'il est possible de l'exprimer en nombres" - ce qui représente un résidu arithmomorphique du calculable que l'algèbre et la métamathématique ont bouleversé, l'on en vient non pas à "la métrique proprement subjective" mais à une révision de l'opposition idéalisme-matérialisme, donc à une révision de la notion d'objectivité qui deviendrait plutôt ce que je nommerai la subjectivité normée - et normée sur la base d'une série de consensus qui ont pour fondements les invariants définis par les familles de courbes statistiques ou stochastiques qui sont autant de références. Changeons de postulats et nous changerons de référentiels, comme nous changeons le sens quand nous changeons de grammaire. Je laisse à votre méditation cet aspect de notre projet quantitatif qui se trouve ainsi borné mais qui, par là-même, autorise à aller hardiment de l'avant à l'intérieur métafini (15) de ses bornes. Cependant la Biométrie, mieux; la Biologie tout entière, ne saurait ainsi se séparer de la Logique - tout comme l'analyse du discours verbal ne peut l'être. Et c'est ce que montre la métamorphose de pensée qui conduit des techniques de la Technobiologie destructive à celles de la Technobiologie non-envahissante.

Du point de vue du théoricien de la pratique, la problématique que pose l'espace fechnerien porte : primo sur le seuil qui se définit à partir de ce que les perceptions (effets) sont seulement logarithmiquement proportionnelles aux excitations (causes); il en résulte que le seuil ou phase de latence d'une perception correspond à un autre aspect de cette aperception dont je parlais dans mon Welcome address : c'est l'aspect où le capteur existe mais ne répond - avec toute sa chaîne de transmissions et d'intégrations - que pour une certaine valeur de l'excitation; secundo sur la représentation que nous avons des êtres et des choses selon qu'elles sont à petites ou à très grandes distances; et tertio sur les mécanismes biochimiques et biophysiques intrinsèques qui font que, précisément, nos perceptions relèvent d'une loi logarithmique. Souvenons-nous alors de ce que l'équation de Michaelis-Menten - qui pourrait être à la base de notre fechnerianité, si vous voulez bien me pardonner ce néologisme - relève précisément d'une équation logarithmique. Le problème alors n'est pas tant de le reconnaître mathématiquement que d'y avoir été conduit avec nos moyens relevant eux-mêmes de notre perception logarithmique. Ceci laisse entendre que le travail d'organisation qu'est le penser fait intervenir des termes correcteurs.

Cela doit nous conduire à une Technobiographie fondée sur la Technobiométrie qui implique des normalisations.

Il s'agira dans le futur d'établir des normes d'évaluations, de calibrations et, mieux, d'étalonnages; or les procédures d'étalonnages sont évolutives et non figées puisqu'elles dépendent de la sensibilité et de la fiabilité accrues de nos instruments de mesure.

Chaque paramètre, chaque variable devra être caractérisée dans ses propriétés intrinsèques et dans ses propriétés contextuelles. Ainsi les températures - grandeurs repérables - sont des changements d'état donc de la matière, etc. Nous pouvons évaluer en étendue et profondeur la tâche qui nous attend !

For the present time we are happy enough to attain some achievements, but it is our scientific condition never to reach completion.

REFERENCES

1. K.R.Lewis & B.John, Ed., Genetics, Principles and Perspectives, Edward Arnold, London, 1977.
2. B.Benacerraf, Springer Seminars in Immunopathol. 1978, 1, 3.
3. a) P.Newmark, Nature, 1978, 273, 482.
b) R.S.Morison, Daedalus, Spring 1978, 211.
4. K.Benirschke, F.N.Garner & T.C.Jones, Ed., Pathology of Laboratory Animals, Springer, Berlin, 1978.
5. E.Ashby, Nature, 1978, 272, 780.
6. C.G.Heden, Conf.Nations Unies sur applic.Sc.Techn. dans intérêt régions peu dévelon, E/conf/39/1/9, 2 nov.1962.
7. J.W.Gibbs, The Scientific Papers.Vol.I.Thermodynamics, Dover, New York, 1961.
8. V.Volterra, Gauthier-Villars, Paris, 1931.
9. I.Prigogine, Theoret.Physics Biol. 1969, 23.
10. I.Prigogine, La Recherche, 1972, n°24, 8.
11. I.Prigogine, Nature, 1973, 246, 67.
12. I.Prigogine & P.Glansdorff, Bull.Acad.roy.Belgique, 1973, LIX, 672.
13. P.F.Verhulst, a) Nouveaux mémoires, Acad.Roy.Sc. Belles-Let.Bruxelles, 1845, XVIII, 3 ; b) ibid. 1847, XX, 3.
14. H.R.Lüscher, K.Greeff & Ch.Hess, Biol.Cybernetics, 1977, 26, 81.
15. B.Rybak, Vers un nouvel entendement, Denoël, Paris, 1973.
16. S.Chandrasekhar, Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability, Clarendon Press, Oxford, 1968.
17. P.Glansdorff & I.Prigogine, Structure, stabilité et fluctuations, Masson, Paris, 1971.
18. H.Degn, Nature, 1967, 213, 589.

19. O.E.Rossler & K.Wegmann, Nature, 1978, 271, 89.
20. F.E.Lloyd & V.Moravek , J.Phys.Chem. 1931, 35, 1512.
21. I.Prigogine, Etude thermodynamique des phénomènes irréversibles, Dunod, Paris & Desoer, Liège, 1947.
22. B.Rybak , Sur la connaissance totale , Organum , Encyclopaedia universalis, Paris, 1973, 25.
23. B.Rybak , Recherches sur la biologie des spermatozoïdes d'Oursins, Bull.Biol. 1957, suppl. 41, 177 pp.
24. B.Rybak , Trans.N.Y.A.S., 1971, 33, ser.II, n°4, 371.
25. G.T.Fechner , Elemente der Psychophysik , Breitkopf & Härtel, Leipzig, 1860.
26. S.S.Stevens, Amer.Psych., 1962, 17, 29.
27. H.Piéron , in : Traité de Psychologie expérimentale. II. Sensation et motricité ; P.Fraisse & J.Piaget Ed., P.U.F. Paris 1963, chap.V, 56 .
28. M.Reuchlin , Les Méthodes quantitatives en Psychologie , P.U.F., Paris, 1962.

This Closing Perusal was delivered July 13, 1978 at
 4¹⁵ p.m.