

Les concepts de temps

Guy RUMELHARD

Résumé

Le concept de temps est proposé comme fil directeur des programmes de terminale scientifique en physique, chimie, sciences de la vie et de la Terre¹. On pourrait penser qu'il s'agit d'un concept unique qui concerne le temps exprimé en nano-secondes, ou giga-ans. Or construire des concepts tels que les concepts de temps, d'espace ou de cause c'est d'abord les mettre au pluriel. En biologie le concept de temps oscille entre des lois déterministes impliquant un temps réversible, des modèles probabilistes, et un temps irréversible, non prédictible, celui de l'histoire au double sens de développement embryonnaire et d'évolution. On distinguera donc :

1. Le temps absolu. Il se décompose en successions chronologiques, en durées, en vitesses, en début et en fin d'un phénomène, en effet cumulé (P.I.D. = proportionnel, intégratif, dérivatif). Réversible ne signifie pas retour en arrière comme si la pierre qui tombe pouvait remonter, mais répétable, c'est-à-dire que si l'on rétablit les conditions initiales, le phénomène réapparaît et se déroule de manière identique. Ce déroulement est certain s'il suit une loi déterministe, il est seulement probable dans une optique statistique. La plupart des réactions biochimiques et géochimiques relèvent de cet aspect, en notant cependant des phénomènes d'hystérésis (fixation puis libération de l'oxygène par l'hémoglobine par exemple) dont la réversibilité n'est pas totale.

2. Le temps fonctionnel. On notera simplement qu'en génétique des populations ce qui est important c'est le nombre de générations, et non pas leur durée (de vingt minutes à vingt ans).

3. Le temps historique irréversible. Le vivant crée son milieu comme le montre l'origine de la vie sur terre, ou la genèse d'un sol, ce qui contribue en retour à modifier les vivants qui vivent en un lieu donné. Si l'on recommence à zéro par la pensée l'évolution des vivants, une autre vie aurait pu apparaître. Il y a un arbitraire du code génétique qui n'est pas le seul possible, ni le plus efficace. En neurophysiologie, immunologie, embryologie également le temps n'est pas réversible.

Le texte ci-dessous a été initialement publié comme cours photocopié de DEA, université Denis Diderot, Paris VII. Il est mis à votre disposition par Adapt-Snes, avec l'aimable autorisation de l'auteur ; en complément de notre publication *La biologie, élément d'une culture – Connaître et enseigner le vivant, ... pas si simple !*, par Guy RUMELHARD, juin 2012..

Guy Rumelhard est professeur de SVT, enseignant en lycée, et directeur de recherches en didactique de la discipline, à l'INRP.

Suivi éditorial de la publication par Adapt-Snes : Alain Prévot
Droits de reproduction réservés : © Adapt-Snes

Adapt-Snes éditions, 46 avenue d'Ivry, 75013 Paris
01 40 63 28 30 – www.adapt.snes.edu
2^e trimestre 2012
ISBN n° 978-2-35656-036-0

¹ Programmes de 2001, en vigueur jusqu'à la session 2012 du baccalauréat.

Les concepts de temps

La biologie oscille entre modèles (lois) déterministes réversibles, probabilités et histoire

Construire un concept c'est le travailler, le *diversifier*, le *faire varier en extension et en compréhension*, le mettre au *pluriel* en parlant donc *des* concepts de temps ; à moins de ne conserver le mot de temps que pour le *temps absolu, réversible ou non*, mesuré en secondes, heures ou années par les physiciens et les astronomes. E. Kant désigne les trois concepts d'espace, de temps, de cause comme des catégories *a priori* de la pensée, ce qui est contestable. En effet, ces trois catégories sont à construire dans la recherche en fonction de l'état des sciences à un moment donné de leur histoire et à construire dans leur enseignement.

Le concept d'espace se met au pluriel et peut ainsi se différencier en espace euclidien (distances métriques et angles), espace topologique (sans distance métrique ni angle), concept de distance (distance entre espèces en génétique des populations par exemple). On peut mesurer la distance métrique entre les gènes disposés sur un chromosome bactérien en temps de pénétration au moment de la conjugaison. L'espace fonctionnel consiste par exemple à évaluer la distance entre deux lieux en fonction du moyen de transport et de l'agrément du trajet choisi (train, bus, métro, vélo, marche à pied). L'espace concret peut se référer au corps humain (pied, pouce, « à main gauche », « à un jet de pierre ») ou à un objet de la nature (« dans le sens du courant de la rivière », « près de l'arbre ») ou à des couleurs, des formes (la « tour bleue »). Les cartes géographiques sont nombreuses, etc.

Le concept de cause se décline également au pluriel en cause qui précède et provoque nécessairement un effet, en cause ni nécessaire ni suffisante, en cause nécessaire mais non suffisante, en cause suffisante mais non nécessaire, en cause fonctionnelle, en rétroaction, interaction, corrélation, en cause initiale et cause seconde, etc.²

Il doit en être de même pour le concept de temps. Le sous-titre de cet article propose immédiatement un balancement, une dialectique entre un temps *irréversible* (traduit par le mot histoire qui peut lui même prendre plusieurs sens) et un temps *réversible* de type *déterministe* (que l'on nomme certitude, modèle déterministe et anciennement « loi ») ou de type *probabiliste* (que l'on nomme « certitude » ou « loi du hasard » pour jouer sur le paradoxe, combinatoire, jeu des possibles, modèle stochastique). Réversible signifie ici *répétable*, c'est-à-dire que, si l'on rétablit les conditions initiales, le phénomène réapparaît de manière identique et de manière certaine ou comme cas possible, ayant une certaine probabilité. Cela ne signifie pas retour en arrière, comme si la pierre qui tombe pouvait remonter ! En chimie, biochimie et géochimie, réversible signifie que la réaction peut avoir lieu *dans l'autre sens* en fonction de la pression, de la température et des concentrations des divers corps en présence.

Le temps absolu

Il y a une « attraction-illusion » vers le temps (supposé) *absolu* des physiciens, le repérage d'un ordre sur un axe, la mesure des durées ou des vitesses. Illusion car ce temps absolu n'existe que dans la physique élémentaire enseignée en lycée. Pour la physique théorique ce concept *n'est pas isolable* des concepts d'*espace*, de *matière* et de *cause*. De plus, il n'y a pas réversibilité parfaite dans certains domaines de la physique. Le débat entre le premier principe de la thermodynamique ou « principe de conservation » et le second principe dit « de dégradation » ouvre la discussion sur le temps irréversible, sur le sens de « l'écoulement » du temps en faisant appel à la métaphore du démon de Maxwell. On peut également analyser la création d'ordre à partir du chaos en thermodynamique statistique. Il existe de nombreux *principes de conservation* en physique. L'un des obstacles serait marqué par les mythes du mouvement perpétuel sans apport d'énergie. Nous nous limiterons ici à renvoyer aux articles sur matière-espace-temps en physique.

En sciences de la vie et de la Terre (SVT) le programme de terminale de la section S (TS) a longtemps proposé le concept de temps comme fil directeur, c'est-à-dire comme *structuration* du cours, mais

² RUMELHARD Guy (2000) *Les formes de causalité dans les sciences de la vie et de la Terre. Approche didactique : représentation, conceptualisation, modélisation*. Paris : INRP (Institut National de Recherche Pédagogique)

la *chronologie absolue*, de la nanoseconde aux giga-années, est apparemment la seule réponse attendue vers laquelle tout doit tendre. Il suffit de fixer des *chronologies* donc des *dates*, des *durées*, des *débuts* (origine, création, synthèse), des *fins* (destruction, disparition, élimination), et des *vitesses* de phénomènes.

Une représentation fait ici obstacle. Ce temps absolu marque la fascination pour toutes les mesures, critère ultime de scientificité et d'objectivité. Pour confirmer cette idée, on peut analyser *a contrario* les réticences devant l'emploi des *datations relatives* en géologie. Il faudrait aussi les rapprocher des réticences observées devant les simples comparaisons de *variations relatives* en physiologie chaque fois que la mesure exacte est impossible, trop coûteuse ou trop longue à obtenir.

On peut donc mettre un pluriel au concept de temps en développant le temps fonctionnel et le temps historique et pointer les divers obstacles éventuels à cette construction-diversification.

Le temps fonctionnel

Nous nous limiterons à évoquer les thèmes possibles sans les développer.

Au cours du développement de l'embryon l'un des paramètres importants sera l'*ordre* de fonctionnement des gènes. On prend également en compte le *temps accéléré* ou *ralenti*, c'est-à-dire les *vitesses relatives* de développement, le développement *différentiel* des différents organes, ce qui conduit à parler de retard ou d'avance du développement de certains organes par rapport à d'autres, ou de croissance *dysharmonique*. On prend également en compte les *durées*, car un développement ralenti peut aussi durer plus ou moins longtemps que le temps de référence. Les concepts sont ici ceux de *néoténie*, *ontogenèse*, *phylogenèse*, *hétérochronie*, *paedomorphose*, *progenèse*. Les organes rudimentaires régressés, ou les organes disparus (apode, aptère, stylet du cheval) supposent un *retour en arrière* de l'évolution. On peut aussi caractériser l'âge de maturité relatif (dentition définitive à partir de 6 ans chez l'Homme et de 3 ans chez le Chimpanzé), le vieillissement relatif des diverses espèces (le chat de 14 ans est « très vieux » compte tenu de sa durée de vie maximale). Sous cet angle, le temps c'est aussi le problème des durées de vie moyennes, de la durée maximale de vie et de l'espérance de vie.

Les débuts du développement de l'œuf (et les cellules souches) offrent des possibilités d'histoire différentes plus ou moins ouvertes ou fermées. Les cellules issues de la fécondation (et les cellules souches) sont d'abord totipotentes, puis seulement pluripotentes, puis se différencient de manière précise. Certains peuvent cependant se dédifférencier et donc ré-ouvrir leur développement à d'autres possibilités.

Certains êtres vivants posent le problème de la « vie ralentie », ou de la vie latente, à certains moments de leur développement : graines, tardigrades, etc. Le problème du commencement ou de l'origine se pose à propos de certaines maladies telles que le cancer ou les maladies mettant en jeu le système immunitaire. Contracte-t-on une infection à cause d'un microbe, ou bien à cause du fait que l'on est déprimé ?

Le temps semble marquer un *retour* en arrière dans certaines situations marquées par les préfixes *re*, *rétro* ou *dé*. Citons les mutations reverses, les rétro-actions, les rétro-virus, les dédifférenciations. En géologie les rétro-morphoses des roches métamorphiques, si les conditions de température et de pression changent lentement, ou au contraire les retours trop rapides à des conditions différentes sans que la rétro-morphose ait le temps de s'effectuer.

Le temps semble *arrêté*, *pétrifié*, quand on évoque la notion (contestée) de fossile vivant tels le Coelacanthe, le Ginkgo, la Limule, le Nautilé. Est-ce le géotype ou le milieu qui est immuable ? Ou bien est-ce une erreur d'interprétation ? La vie supposée *éternelle* des cellules en culture (mais cette observation a été contestée), et des cellules cancéreuses.

En physiologie, sous l'angle des réactions chimiques du métabolisme, le temps semble *parfaitement réversible* sous réserve d'un apport énergétique. Les *cycles*, *boucles*, *périodes*, *pulsations*, *fréquences*, *rythmes* biologiques ou géologiques, sont ils des concepts ou de simples représentations métaphoriques ? (cycle de l'eau, cycle du carbone, cycles biogéochimiques et cycle biochimique de Krebs sont-ils tous réellement des retours à l'état initial ou des répétitions à l'identique ?). Les sécrétions pulsatiles des hormones et les *horloges* biologiques, posent la question de la chronobiologie.

Le *turn over* différentiel, le renouvellement des cellules et aussi des molécules (destruction, élimination, synthèse), la durée de vie d'un neuromédiateur dans la fente synaptique, d'une hormone dans l'organisme, des globules rouges, des leucocytes, tous ces concepts proposent une autre vision du temps fonctionnel.

La fin de la vie, la mort, provoque une interruption du temps qui peut se décliner de nombreuses façons. Il y a des causes accidentelles de la mort, mais aussi une mort programmée, l'apoptose, qui résulte d'une interruption des relations entre les cellules.

Le non temps (= l'uchronie) intervient dans de nombreux domaines des mathématiques, de la logique mathématique « pure » en particulier. La combinatoire intervient en biologie.

Si l'on considère l'opposition structure/fonction, la structure d'un système nous projette dans *l'espace* d'une organisation, c'est la *fonction* qui introduit du temps. Par ailleurs, c'est la *genèse* d'un système qui est difficile à concevoir car il ne devient opératoire que lorsque tous les éléments interdépendants sont présents. On ne peut donc concevoir sa formation par pièces successives. Il est difficile d'introduire du temps dans le fonctionnement d'un réseau qui forme un système. Le concept de simultanéité des interactions se transforme bien souvent en une succession chronologique, une mise en histoire.

Le temps des « lois » physico-chimiques déterministes et le temps des « lois » probabilistes n'est pas le même. Un *temps très long* permet la réalisation d'événements ayant une *faible probabilité*. De même le grand nombre permet la réalisation de tous les cas possibles d'une combinatoire génétique (le « jeu des possibles ») ce qui implique *le temps des essais répétés*.

Le *temps imprévisible* correspond à l'aléatoire des mutations chez un individu donné, ou dans une population.

Dans toutes les situations décrites on peut s'intéresser à la « mesure du temps », mais pas nécessairement en secondes, minutes, ou giga-années. Si l'on s'intéresse, par exemple, à l'évolution d'une population, ou à la transmission d'un patrimoine génétique, le temps sera mesuré en *nombre de générations* et non pas en durée des générations (bactérie, éléphant, homme...). Si l'on s'intéresse à l'évolution d'une espèce, le temps sera mesuré en taux de mutation sur une période donnée en ouvrant la discussion sur les horloges moléculaires. En génétique bactérienne, le temps sera parfois mesuré en vitesse de pénétration du chromosome bactérien ; en biochimie, le temps sera mesuré en vitesse des réactions catalysées ce qui augmente les probabilités de rencontre, en concentration des produits, en vitesse de diffusion des molécules. En génétique des populations le temps sera mesuré en *distance génétique* des espèces entre elles, traduisant éventuellement des migrations géographiques.

Le temps historique

– L'histoire en Biologie

Le temps de l'évolution des espèces se nomme *histoire* au sens fort, et non pas au sens faible et anecdotique de l'histoire des animaux (d'Aristote à Buffon). Divers concepts le décrivent : le gradualisme, les équilibres ponctués, etc.

La dimension *réellement historique*, au double sens de *développement* d'un individu et *d'évolution des espèces*, concerne l'histoire réellement irréversible, non totalement prédéterminée, comme dimension du vivant (développement, différenciation, mutations, sélection, contingence, épigénèse).

Le vivant *crée son milieu* comme le montre la question de l'origine de la vie sur Terre, ou de la genèse d'un sol au sens pédologique et agricole, et l'histoire devient celle de l'interaction d'une population de vivants avec les éléments minéraux et les facteurs physico-chimiques.

Le vivant aurait pu être constitué autrement. Si l'on « recommençait à zéro », une autre vie pourrait apparaître (S.J. Gould) sur Terre ou bien sur d'autres planètes. Il y a un arbitraire du code génétique qui n'est pas le seul possible, ni le plus efficace. On peut créer expérimentalement un nouveau code génétique ou compléter celui qui existe et ajouter des acides aminés dans des protéines qui n'existent donc pas dans la nature, sur Terre du moins.

Les mutations, le jeu des possibles à un moment donné (F. Jacob), peuvent ouvrir d'autres lignées évolutives. Le temps continu peut apparaître discontinu.

Le temps biologique d'une organisme vivant est *irréversible* dans certains domaines : la neurophysiologie, l'embryologie, l'immunologie (l'épigénèse détermine les synapses actives qui sont sélectionnées, chaque infection active les lymphocytes mémoire, chaque grossesse « tolérise » vis-à-vis des marqueurs de l'enfant, la mère conserve toute sa vie des cellules fœtales de ses enfants).

Les mécanismes de mémorisation, de conditionnement, la mémoire de l'ADN, la transmission de l'information, sont un autre aspect du temps rendu plus « efficace ».

– L'histoire en Géologie.

Il existe une *histoire non réellement historique* en géologie, même si du temps s'écoule, même si la récolte des archives permet de retracer un déroulement historique qui s'est réellement effectué. La géologie oscille entre « lois » et histoire, mais de manière différente de la biologie. Si l'on ré-enroule l'histoire de la Terre et que l'on retourne à l'origine de la Terre, les mécanismes de formation des dorsales, de subduction, de points chauds se reproduiront « vraisemblablement », car il intervient dans leur formation des lois physiques permanentes et universelles (gravité, rotation de la Terre, orbites des planètes et du soleil, radioactivité, boucles de convection, flux de chaleur, échanges thermiques par conduction ou par convection, réactions chimiques) mais vraisemblablement à des endroits différents, avec des formes et des mouvements de plaques différents. Il s'agit alors de « chaos », ou de hasard, au sens de « n'importe quoi », qui vient se superposer aux « lois ». La sédimentation liée à l'activité des êtres vivants (sédimentation calcaire par exemple) pourrait introduire une spécificité et une irréversibilité, dont il est difficile d'apprécier l'importance.

Les principes d'interprétation de l'actuel vers le passé (actualisme) : les lois ont-elles changé ?

Le débat porte alors sur le mot « science » historique. De même qu'il n'y a pas en toute rigueur de modèle du hasard, que tous les générateurs de nombres *au hasard* ne sont pas rigoureusement *au hasard*, et que toute suite de nombre réellement au hasard est à elle même son propre modèle, il n'y a pas de « loi » de l'histoire, pas de science de l'histoire. On ne peut faire que la description d'une suite d'événements uniques. La « science » devrait alors se rabattre soit sur l'analyse des conditions initiales qui, à partir d'une petite variation, entraînent des divergences considérables, soit sur une combinatoire immense (infinie ?) d'autres possibles que ceux réalisés.

Un événement tel l'apparition de la vie sur Terre est considéré par certains auteurs comme un événement unique ce qui interdit son explication et son analyse par des expériences actuelles.

Les accidents dramatiques extérieurs au vivant, imprévisibles mais qui peuvent se répéter sans que l'on puisse établir de lois et qui peuvent détruire la vie sur terre : les « crises » dues à la chute d'une météorite, au volcanisme massif, aux mouvements des plaques, aux glaciations, (la crise Crétacé/Tertiaire par exemple).

Les représentations qui font obstacle

Ici encore nous nous limiterons à l'énoncé des obstacles possibles, sans les analyser.

Les *mythes* sont trans ou méta-historiques, ou sans temps. La biologie fait usage de mythes à propos par exemple des vaccinations. Les mythes de la vie éternelle dans les cultures cellulaires, les mythes de l'origine à propos de certaines maladies telles les cancers, de l'éternel retour dans les cycles géologiques, de l'impossible retour à propos de la disparition définitive de certaines maladies (en fait seule la variole a été éliminée de l'espèce humaine mais elle persiste dans les laboratoires).

La *psychologie* propose des appréciations du temps « vécu » par un individu particulier en cas de maladie. Il faudrait examiner les malades chroniques, les régressions, le retour en enfance dans un état replié, rétréci, retiré, rétracté, escargoté (Dolto). Maturation du cerveau, l'apprentissage et la différenciation dans l'espace (droite/gauche, les gauchers) et dans le temps. Inversement la science de l'apprentissage prétend rechercher des « lois » du fonctionnement de l'esprit.

La *psychanalyse* propose le concept de répétition obsessionnelle ou obsédante. La formule lapidaire dit que *l'inconscient ignore le temps*. Elle propose également les bienfaits d'une régression contrôlée en psychothérapie, une actualisation du passé *ici et maintenant*.

Dans le domaine social, *l'idéologie annule le temps*. Elle explique qu'il en a toujours été ainsi, que c'est naturel, dans l'ordre des choses.

Le temps orienté vers un but, une finalité, dans tous les finalismes et plusieurs religions. Ainsi le (soi-disant) progrès, la complexification, l'évolution vers la perfection.

Le simple écoulement du temps considéré comme cause par les élèves sans plus de précision.

Les successions chronologiques sont souvent considérées comme un enchaînement causal, alors qu'il s'agit d'une mise en histoire, d'une narration destinée à pouvoir en parler.

L'enchaînement linéaire causal, consiste à introduire du temps pour penser la simultanéité en la transformant en une succession ou pour penser l'origine, la cause première.

Le *vieillessement* est souvent considéré comme « cause » sans plus de précision. Il implique une nécessité inéluctable, lente, progressive, sans ruptures, sans processus de réparation, de rectification, de régulation.

L'évolution des espèces vivantes est parfois pensée sur le mode de la généalogie humaine et des filiations : parents, frères, sœurs, ancêtre, cousins.

En histoire des sciences le *temps des découvertes* n'est pas le même selon l'épistémologie adoptée. L'empirisme n'a pas de temps ni d'histoire car une découverte n'en entraîne pas d'autres. Chaque découverte apparaît comme un événement sans suite, ni annonce. Le rationalisme historique suppose un enchaînement nécessaire des découvertes explicable *a posteriori*, mais non prévisible, par contre pour l'empirisme logique cet ordre est partiellement prévisible. Cette thèse de l'épistémologie logique est contestable.

Citons pour finir le temps des fictions, des utopies. Par exemple celui de la prévention possible de toutes les maladies sur le modèle « royal » de la vaccination contre la variole.

Bibliographie sommaire

La bibliographie est ici immense !

- « La science du temps », in *La recherche*, n°260, décembre 1993.
- *Le temps, La recherche*, hors série n°5, avril 2001.
- Collectif, « L'épreuve du temps », *Nouvelle Revue de psychanalyse*, n°41, 1990.
- COHEN TANNOUDJI Gilles & SPIRO Michel, *La matière-Espace-Temps*, Paris : Fayard.
- BACHELARD Gaston, *La dialectique de la durée*, Paris : Boivin, 1936.
- BACHELARD Gaston, *L'intuition de l'instant*, Paris : Stock, 1992.
- BACHELET B., *Sur quelques figures du temps*, Paris : Vrin, 1996.
- BALLAND, *L'ordre et le temps*, Paris : Vrin.
- BOUTANG Pierre, *Le temps. Essai sur l'origine*, Paris : Hatier, 1993.
- CONRY Yvette, « Notion de cycle », in *Introduction du Darwinisme en France au XIX^e siècle*. Paris : Vrin, 1974.
- COVENEY Peter V., « L'irréversibilité du temps », *La Recherche*, n°207, février 1989, p. 190-199.
- CANGUILHEM Georges, « Le temps technique », in *Études d'histoire et de philosophie des sciences concernant les vivants et la vie*, Paris : Vrin, 1994, p. 383.
- ESPERET C., *Modélisation et conceptualisation. Le cas du cycle du carbone*, thèse, univ. de La Réunion, 2002.
- FRAISSE P., *La psychologie du temps*, Paris : PUF, 1967.
- FORTIN Corinne, *L'évolution. Du mot aux concepts*, thèse, univ. Paris 7 – Denis Diderot, 1994.
- GOULD Stephen Jay, *Aux racines du temps*, Paris : Grasset, 1990 (trad. De l'édition de 1987).
- JACOB François, « Le temps », in *La logique du vivant*, Paris : Gallimard, 1970, p. 146-195.
- KLEIN Étienne, *Le temps*, Paris : Flammarion, 1995.
- KLEIN Étienne, *Les tactiques de chronos*, Paris : Flammarion, 2003.
- KLEIN Étienne, *Le temps existe-t-il ?* Paris : Le Pommier, 2002.
- LADISLAS Robert, *Les temps de la vie*, Paris : Flammarion, 2002.
- LECOURT Dominique, *Contre la peur*, Paris : PUF, 1990, p. 15, 48-49 et 70.
- LEVINAS, *La mort et le temps*.
- MINKOVSKI, *Le temps vécu*, Paris : PUF.
- MONTANGERO J., « Comment l'enfant comprend le temps », *La Recherche*, hors série n°5, 2001.
- ORANGE Denise, *Mémoire de DEA.*, univ. de Nantes, 1997.
- ORANGE Denise, *Utilisation du temps et explications en sciences de la Terre par les élèves de lycée : étude dans quelques problèmes géologiques*, thèse, univ. de Nantes, mars 2003.
- OVERSETH Oliver E., « Experiments in Time Reversal », *Scientific American*, octobre 1969.
- PEQUIGNOT Henri, *Vieillir et être vieux*, Paris : Vrin, 1981.
- PIAGET Jean, *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*, Paris : PUF, 1946.
- PIETTRE Bernard, *Philosophie et science du temps*, Paris : PUF, 1994.
- RICOEUR Paul, *Temps et récit*, 3 tomes, Paris : Le Seuil, 1983.
- SACHS Mendel, « Le concept de temps en physique et en cosmologie », *La Recherche*, n°86, février 1978, p. 104-111 (biblio en anglais).
- VALABREGA J. P., *Phantasme, mythe corps et sens. Psychanalyse de la connaissance*, Paris : Payot, 1980, p. 190, 263, 345.