

# Difficultés liées au vocabulaire : le cas du concept de régulation en biologie

**Patricia SCHNEEBERGER**

IUFM d'Aquitaine, antenne de Bordeaux  
49, rue de l'École Normale  
33000 Bordeaux

## **Résumé**

*L'analyse du vocabulaire et des définitions que l'on peut relever dans les manuels de Biologie actuellement en usage dans les lycées français fait apparaître des difficultés qui peuvent constituer pour les élèves des obstacles à l'apprentissage.*

*Nous proposons de préciser la nature des difficultés que peut entraîner l'utilisation de certains termes dans le domaine de la régulation en physiologie.*

**Mots clés :** *lexique commun, terminologie, physiologie, manuels, confusions.*

## **Abstract**

*An analysis of the vocabulary and definitions found in the textbooks of biology currently used in the French lycées reveals some difficulties that may be obstacles to learning.*

*We discuss the nature of the difficulties that arise from the use of certain terms in the field of physiological regulation.*

**Key words :** *ordinary language, terminology, physiology, textbooks, misleading terms.*

Dans le cadre d'un travail de recherche portant sur l'enseignement du concept de régulation en biologie, nous avons essayé de repérer les difficultés que peuvent rencontrer les élèves de lycée lors de l'apprentissage de ce concept. Parmi ces difficultés, nous avons retenu celles qui sont liées au lexique mobilisé à l'occasion de l'étude des régulations physiologiques, lexique introduit dans l'enseignement par les programmes et repris dans les manuels scolaires.

Les programmes d'enseignement, rédigés le plus souvent dans les termes des connaissances les plus récentes, ne définissent pas les concepts qu'ils inscrivent pour un niveau donné. Cependant, le texte des programmes fait référence, à travers les termes utilisés, à des modèles implicites, précisant ainsi le contenu et les limites des concepts à enseigner. Nous proposons, dans un premier temps, de retrouver les principaux modèles auxquels renvoient certains termes relevés dans la partie du programme consacrée à la régulation au niveau de l'organisme.

Les auteurs de manuels interprètent le texte des programmes et proposent des définitions, parfois différentes d'un ouvrage à l'autre. Ils utilisent un vocabulaire correspondant à leurs conceptions personnelles des concepts envisagés. La recherche de la signification des termes employés fait apparaître des confusions ou des ambiguïtés qui peuvent constituer des obstacles à la compréhension. Le but de cet article est de préciser la nature des difficultés que peut entraîner l'utilisation de certains termes dans le domaine de la régulation. Cet exemple montre que l'analyse du lexique propre au discours à vocation didactique peut constituer un outil pour le didacticien.

Cette étude est issue de travaux visant à caractériser l'évolution de l'enseignement du concept de régulation, à partir de la comparaison des manuels de biologie parus de 1952 à 1989 dans différentes collections. Nous reprenons ici certains éléments mis en lumière au cours de notre recherche, en nous limitant principalement à l'analyse des manuels de Terminale les plus récents.

## 1. INVENTAIRE DES TERMES UTILISÉS DANS LES PROGRAMMES ET MODÈLE SOUS-JACENT

Dans le programme actuel de Terminale D (en France), on peut relever les termes suivants, lexies simples ou complexes : *réglage, contrôle, double boucle de régulation, mécanismes, intégration de messages, processus, corrélation, effecteur, boucle de rétroaction, communication, autorégulation, servorégulation, contraintes, régulation hormonale, régulation intégrée, commande, déterminisme*. Il s'agit d'un vocabulaire spécifique au domaine étudié qui sera repris dans les manuels et que l'élève devra acquérir.

Le programme de Terminale C comprend une partie de celui de Terminale D, en particulier la régulation de la pression artérielle et la régulation du

cycle ovarien chez les mammifères. Dans les commentaires correspondants, la même terminologie est utilisée avec toutefois une moindre profusion de noms. Mais nous avons en plus relevé le terme *réseau* utilisé à propos de la coexistence des mécanismes nerveux et hormonaux dans la régulation de la pression artérielle.

Cet ensemble de noms, relevés dans les programmes, présente l'allure d'un "patchwork", mêlant vocabulaire du langage courant (*contrôle, processus*) et termes spécialisés empruntés à des domaines différents : celui de la cybernétique (*boucle de rétroaction, commande*), celui de la théorie de l'information (*communication, messages*) ou encore le domaine technologique (*réglage, mécanisme*). Le texte des programmes ne donne pas d'informations précises quant à ces différents registres, supposés connus des destinataires. Or, si les enseignants sont familiarisés avec cette terminologie, qu'ils rencontrent aussi dans les manuels scolaires et universitaires, ils ne possèdent souvent que des informations fragmentaires sur les modèles qui servent de référence.

Si l'on considère par exemple la cybernétique, cette science, dont l'objet d'étude est la commande et la communication au sein des systèmes complexes, a apporté à la physiologie animale des modèles permettant de mieux comprendre le fonctionnement des êtres vivants. Ceux-ci sont alors conçus comme des systèmes, c'est-à-dire qu'on considère qu'ils sont constitués de plusieurs mécanismes en relation de dépendance. L'essentiel du modèle cybernétique est l'existence, au sein du système, d'une circulation d'information selon un circuit fermé de sorte que les mécanismes de commande sont informés, en retour, de l'effet obtenu. Replacé dans ce contexte, le terme rétroaction, qui désigne une notion essentielle de la cybernétique, trouve toute sa signification. Une telle référence permet aussi de concevoir en termes d'analogie l'usage fait des modèles technologiques pour expliquer les phénomènes de régulation.

La cybernétique intègre la théorie de l'information qui vient donc servir le concept de régulation. Cette théorie permet d'étudier de façon scientifique la transmission d'un message, quel qu'il soit, et s'applique aussi bien à la téléphonie qu'à la physiologie du système nerveux. Les concepts de base de la théorie de l'information (signal, canal, codage, bruit...) ont été introduits dans de nombreuses disciplines ; ils ont joué un rôle important en biologie. Dans les programmes d'enseignement comme dans les manuels scolaires et universitaires, l'étude de la transmission de l'information dans l'organisme tient même une place prédominante ; la communication devient alors un but en soi au lieu d'être "au service" des mécanismes de régulation. Cette façon de renverser les rôles est devenue une habitude dans l'enseignement du concept de régulation.

Plusieurs modèles sont donc présents dans les programmes mais aucun d'entre eux n'est vraiment pris comme référence de façon explicite. Cette impression est renforcée par l'introduction du terme *servorégulation* qui condense en un mot deux mécanismes différents (régulation et servomécanisme).

## 2. COMMENT EST DÉFINI LE TERME RÉGULATION DANS LES MANUELS ?

Le terme *régulation*, introduit dans les manuels à partir de 1952, est d'abord utilisé pour désigner des cas particuliers de *corrélations fonctionnelles* qui illustrent l'unité physiologique de l'organisme ; aucune modalité type n'est dégagée, aucune définition n'est proposée. Dans le manuel de la collection Campan et Paniel (Boué et al., 1967), on s'intéresse davantage aux modifications liées aux échanges avec le milieu extérieur qu'aux problèmes posés par la coordination des différents organes entre eux ; le terme *régulation* s'applique alors non plus à des organes (le cœur, le rein...) mais à des valeurs telles que la pression artérielle ou la pression osmotique, traduisant une nouvelle conception du fonctionnement de l'organisme. Les manuels les plus récents de Terminale D proposent des définitions plus ou moins explicites de la régulation.

Dans le manuel de la collection Tavernier (1989), sous le titre *La notion de régulation*, figure le texte suivant :

*“Par le contrôle de certains facteurs (la teneur en eau, la teneur en ions) appelés variables contrôlées, l'organisme maintient constantes des caractéristiques essentielles du milieu intérieur (comme la pression osmotique ou la volémie). Ces dernières qui ne peuvent varier que dans des limites très étroites constituent des systèmes réglés. La régulation de chacun de ces systèmes fait intervenir des organes qui, communiquant entre eux par des messages nerveux ou hormonaux, forment le système réglant. Le mécanisme physiologique autorégulateur constitue une boucle de rétroaction.”* (page 217)

Placé dans le bilan du chapitre consacré à l'étude de l'équilibre hydro-minéral, ce texte synthétique décrit les éléments essentiels des systèmes réglés en prenant comme référence un cas particulier, cité entre parenthèses. L'auteur définit ainsi la notion de régulation en procédant par généralisation, méthode couramment utilisée dans les manuels (et dans l'enseignement de la biologie de façon générale). Quelques pages plus haut, la légende d'un schéma représentant la régulation de la teneur en eau du milieu intérieur précise que cette régulation *“constitue un exemple de ce que les cybernéticiens appellent un système autorégulé par boucle de rétroaction”* (figure 1). La définition du terme régulation est ici empruntée au domaine de la cybernétique sans que, d'ailleurs, cette science soit présentée.

Plus loin, à propos de la régulation de la glycémie, le principe de tout système de régulation est donné, illustré par un schéma. Un tel système *“comprend un système à régler [...] et un système réglant. Ce dernier comporte : un système de détection des écarts avec des capteurs d'information [...], un système de messagers de l'information [...], un système effecteur qui corrige les écarts [...] lorsque le système à régler fait intervenir plusieurs variables, [...] le système réglant présente un centre régulateur qui intègre les informations capées par les récepteurs et commande les organes effecteurs.”* (page 233)

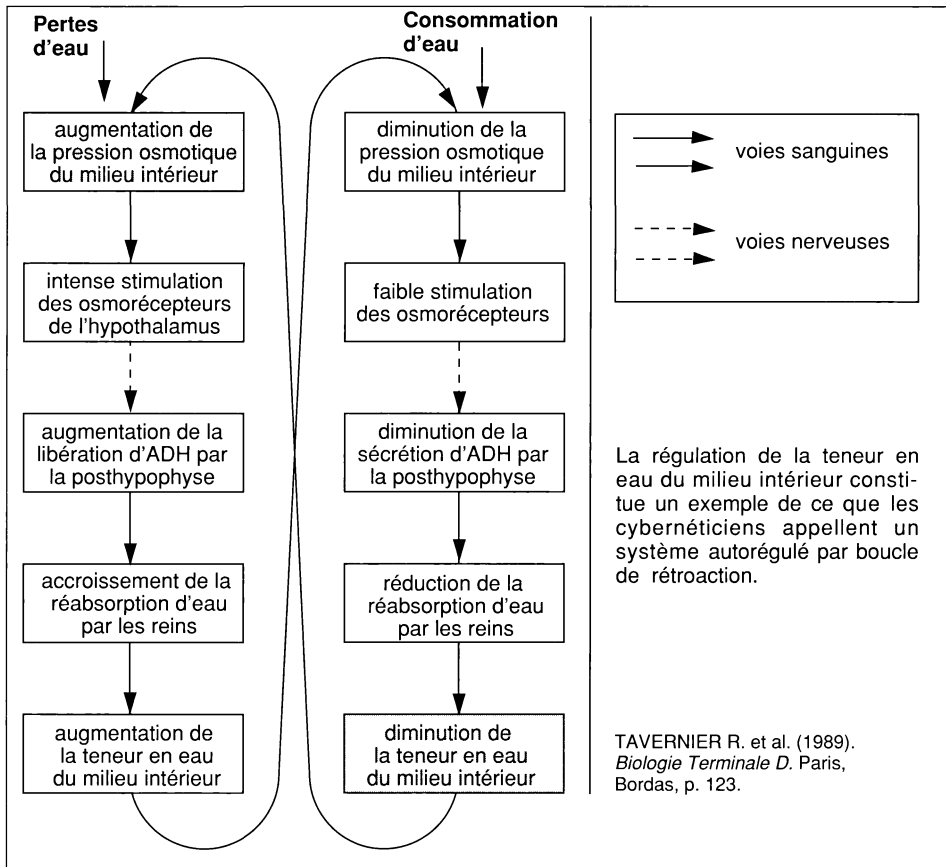


Figure 1

Une telle description est donnée *“pour préciser quelques idées générales concernant les systèmes de régulation dans l'organisme”*. Le modèle cybernétique est ici utilisé sans qu'on lui confère le statut de modèle analogique qu'il devrait occuper.

Le manuel de la collection ADN (Escalier et al., 1989) donne, dans son glossaire situé en fin d'ouvrage, la définition suivante : *“Régulation : ensemble de mécanismes permettant de régler le maintien de la constance d'une fonction.”*

La notion de boucle de régulation est présentée, dans ce manuel, à propos du réflexe myotatique à l'aide d'un schéma qui n'est pas commenté. Les termes *variable contrôlée* et *système contrôleur* sont alors introduits avec d'autres comme *capteur*, *centre intégrateur*, *consigne*. Mais curieusement, ces termes ne sont pas repris pour les exemples de régulation des paramètres du milieu intérieur.

Enfin, dans le manuel de la collection Périlleux (Demounem et al., 1989), le terme *régulation* n'est pas défini de façon précise. Certains termes, cependant, trahissent l'influence de la cybernétique tels *variable réglée* ou *boucle de régulation* (ou encore *capteur*). Mais nulle part n'est expliqué le principe d'un système réglé.

On peut donc constater déjà de grandes différences d'un manuel à l'autre dans la manière dont la notion de régulation, inscrite au programme, est introduite. De plus, apparaît une difficulté propre à ce type d'ouvrages : ils doivent à la fois présenter des concepts et définir les termes utilisés pour les désigner. Une étude plus détaillée du lexique utilisé nous permettra de préciser les conceptions des auteurs des manuels.

### 3. LEXIQUES UTILISÉS DANS LES MANUELS

La plupart des manuels de biologie définissent les termes scientifiques utilisés, surtout lorsqu'ils sont nouveaux pour les élèves et qu'ils désignent des concepts qu'ils doivent acquérir. On trouve quelquefois ces définitions à la fin de l'ouvrage, dans un glossaire, mais le plus souvent les termes, introduits à l'occasion de l'étude d'un exemple, sont repris dans un texte synthétique, sorte de résumé placé à la fin de chaque chapitre. Cependant de nombreux termes sont utilisés sans être définis.

#### 3.1. Autorégulation, rétroaction

Dans le bilan du chapitre sur la régulation de la glycémie, le manuel de la collection Tavernier (1989) présente ainsi la notion d'autorégulation : "*Dans les conditions habituelles, la glycémie est maintenue à une valeur moyenne par le jeu des hormones pancréatiques : insuline et glucagon. Toute variation de l'une d'entre elles est automatiquement corrigée par une variation de sécrétion de l'hormone "antagoniste" ; il y a autorégulation par rétroaction négative.*" (page 236). On voit donc que les termes *autorégulation* et *rétroaction* sont associés ; ce dernier terme est introduit avec l'énoncé suivant : "*la réponse à un signal influence par voie de retour l'organe ou les cellules émettant le signal.*" (page 213).

A propos de la régulation de la pression artérielle, les auteurs de ce manuel distinguent deux types de régulation : l'*autorégulation* et la *servorégulation*. L'*autorégulation* désigne ici la régulation locale de la pression sanguine qui "*adapte le débit du sang dans chaque organe aux besoins de celui-ci*". Elle est opposée à une régulation centrale qui, elle, dépend du système nerveux ou hormonal, et qui constitue une *servorégulation*. Ceci est en contradiction avec la définition de l'autorégulation donnée dans le même manuel à propos de la glycémie ou de la pression osmotique, dont la régulation dépend au moins du

système hormonal. Il y aurait donc plusieurs significations différentes pour le même terme, ce qui est déroutant pour le lecteur.

Dans le manuel de la collection ADN (Escalier et al., 1989), la fonction de rétroaction est résumée ainsi : *“Lorsque ce facteur [paramètre physico-chimique] influence lui-même le fonctionnement du centre régulateur, on parle de rétroaction. On a alors une boucle de régulation.”* Le terme *autorégulation* est également utilisé dans la légende d’un schéma, sans être défini par les auteurs. Dans le bilan général sur la régulation neuro-hormonale, on peut relever l’expression *“autorégulation par le paramètre même qu’elles contrôlent”*, sans plus de précision. On comprend donc que l’*autorégulation* désigne ici une régulation avec rétroaction.

Le manuel de la collection Périlleux (Demounem et al., 1989) définit la rétroaction à l’occasion de l’étude de l’équilibre hydrominéral : *“La pression osmotique du plasma, contrôlée en partie par l’ADH, règle elle-même la libération de cette neurosécrétion hypothalamique : c’est une rétroaction.”* Il est également question d’*autorégulation* à propos de la pression artérielle. Il s’agit ici d’un *“ajustement local de la perfusion aux besoins d’un tissu”* (d’après le livre du professeur correspondant à ce manuel). Cette *autorégulation* correspond à la définition rencontrée dans le manuel de la collection Tavernier à propos de la régulation de la pression artérielle.

On voit donc que la signification d’un terme peut varier d’un manuel à l’autre et même à l’intérieur d’un même manuel. Ceci est particulièrement gênant lorsqu’on demande aux élèves l’acquisition et l’utilisation d’un vocabulaire précis. En outre, le professeur peut être amené à faire un choix qu’il impose à ses élèves, ce qui pourra les placer en difficulté si un terme est utilisé dans un devoir avec un sens différent que celui choisi par leur professeur.

Il ne faut pas négliger, d’autre part, le côté attrayant de certains termes, comme *autorégulation* que les élèves utilisent avec facilité. Le préfixe “auto” qu’on retrouve dans “automatique” renforce l’idée de mécanismes autonomes qui réalisent sans erreur une fonction précise ; c’est donc l’image d’un automate parfait qu’évoque le terme d’*autorégulation* qui, appliquée au monde vivant, en donne une vision très mécaniste.

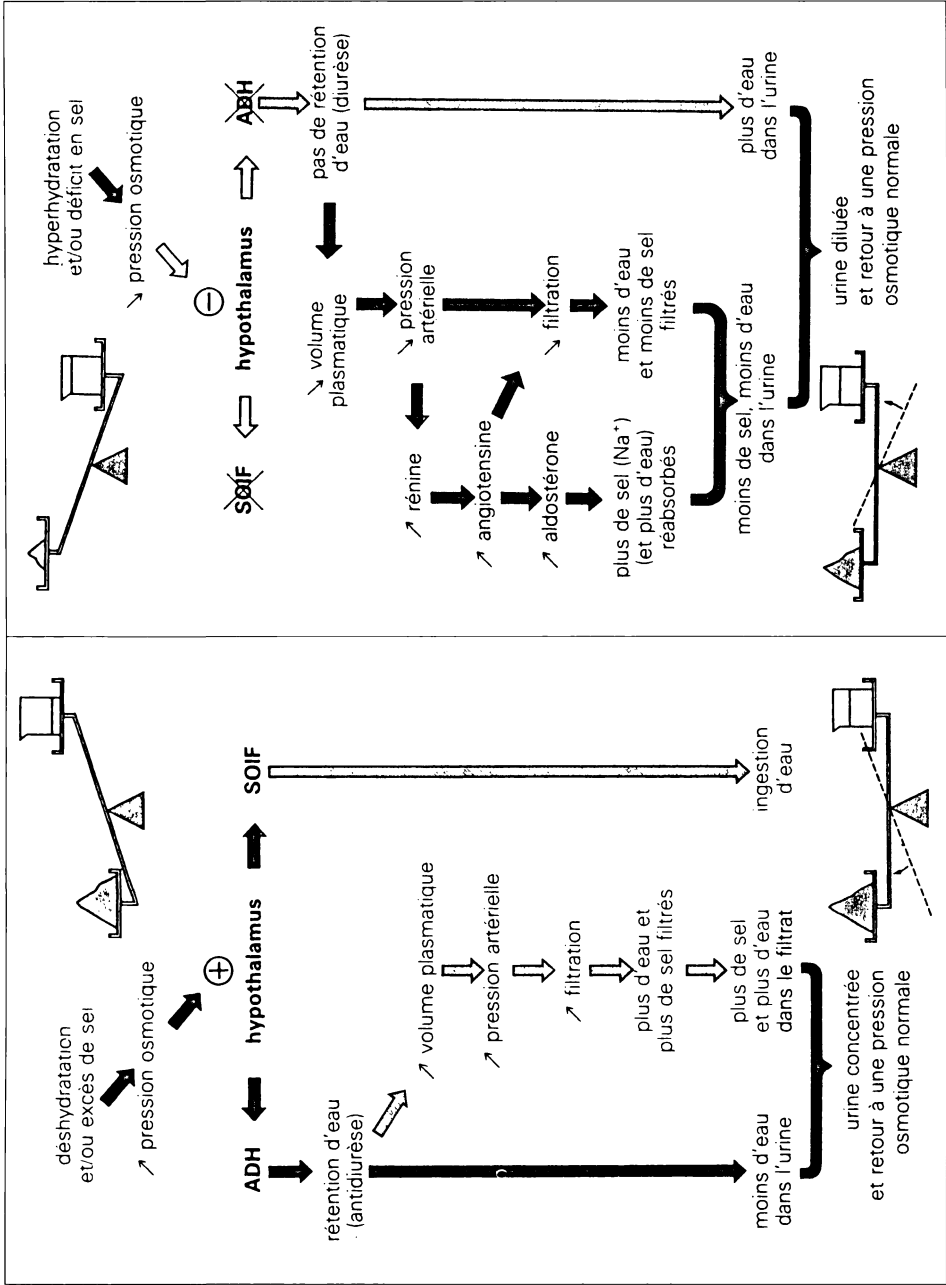
### 3.2. Équilibre

Dans les manuels, le principe des mécanismes régulateurs est souvent décrit comme un *équilibre entre des actions antagonistes*.

L’image de la balance est utilisée par deux manuels de 1982, l’un à propos de la régulation de la glycémie, l’autre à propos de l’équilibre hydrominéral. Dans ce dernier cas, elle représente l’équilibre entre la charge en eau et la charge en ions minéraux, illustré par le schéma d’une balance où l’un des plateaux porte un bécquet plus ou moins rempli d’un liquide, sans doute de l’eau et l’autre un petit tas de poudre, sans doute du sel (figure 2).

Figure 2 : Les différents organes qui assurent l'équilibre hydrominéral communiquent par voie humorale.

DEMOUNEM R., GOURLAOUEN J. & PÉRILLEUX E. (1989). *Biologie Terminale D*, Paris, Nathan, p. 185.





On comprend que la composition du milieu intérieur est soumise à des variations liées aux ingestions ou aux pertes d'eau et de sels, et que l'équilibre hydrominéral est constamment menacé. Dans ce cas, la balance figure non pas le mécanisme de régulation mais les variables à régler, c'est-à-dire la pression osmotique, mais aussi le volume sanguin. L'image de la balance sert à montrer comment peut être obtenu un écart par rapport à la valeur moyenne de la pression osmotique. Le maintien de l'équilibre est ici considéré comme une nécessité physiologique.

Le terme *balance* est même utilisé dans le manuel de la collection Tavernier (1989) pour désigner : "la nécessité de maintenir un état d'équilibre au sein de l'organisme vivant". Il signifie que "les pertes d'eau ou d'ions sodium doivent en permanence s'adapter aux entrées".

On trouve dans le manuel de la collection ADN (Escalier et al., 1989) l'expression "équilibre harmonieux" qui indique l'absence de troubles et suggère la nécessité de maintenir cet état. L'accent est mis, dans cet ouvrage, sur l'idée que la stabilité est "nécessaire au fonctionnement harmonieux de l'organisme".

Par ailleurs, dans le même manuel, le terme *équilibre* est utilisé avec l'image de la balance mais, cette fois, pour représenter le mécanisme d'une régulation, celle de la glycémie, comme résultant de l'équilibre entre, d'une part, des vecteurs hyperglycémiant et, d'autre part, des vecteurs hypoglycémiant (figure 3). La même idée est reprise dans le manuel de la collection Tavernier (1989) pour illustrer le même phénomène. Il s'agit alors non plus de l'équilibre entre des entrées et des sorties, mais de l'équilibre entre l'action d'hormones ayant des effets opposés c'est-à-dire entre l'équivalent de forces.

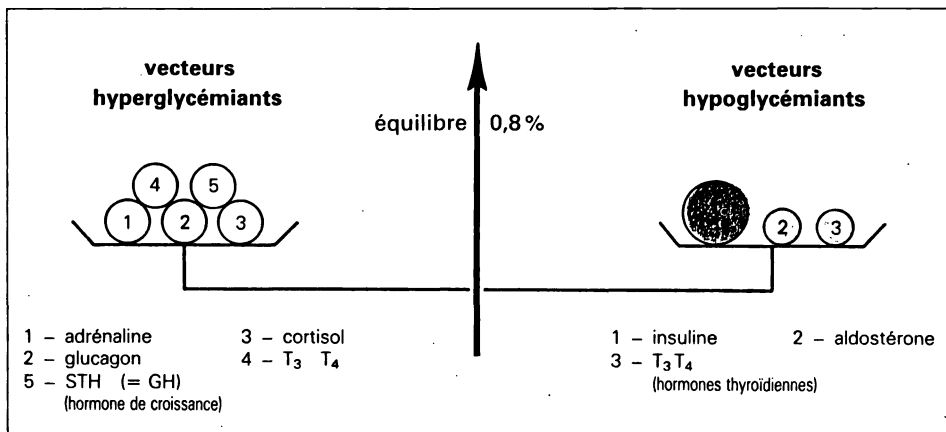


Figure 3 : La synergie endocrinienne régulant la glycémie.

ESCALIER J. & al. (1989) *Biologie Terminale D*. Collection ADN. Paris, Hachette, p. 224.

Mais l'image de la balance ne permet pas d'expliquer comment l'équilibre est rétabli lorsqu'il est déplacé.

Représentant, plutôt que le mécanisme, le résultat de la mise en jeu de ce mécanisme, l'équilibre désigne une nécessité (on parle quelquefois d'*équilibre vital*) mais aussi un état instable, à chaque instant contrarié. D'où l'idée d'*équilibre dynamique* utilisée par deux manuels qui indique un travail permanent des systèmes de régulation.

Par ailleurs, si les trois manuels font référence à l'idée d'équilibre, aucun ne fait allusion à des oscillations autour du point d'équilibre. En effet, les corrections des écarts sont toujours présentées comme permettant un retour à la valeur normale, sans dépassement de celle-ci. En fait, cela ne correspond pas exactement à ce qui se passe réellement. Une étude dynamique permettrait de le montrer, mais celle-ci n'est pas envisagée actuellement dans les manuels.

Le terme *équilibre* est très évocateur mais il peut désigner, nous l'avons vu, des idées différentes selon l'emploi qui en est fait. Là encore, les auteurs ont fait des choix qu'ils n'ont pas explicités.

### 3.3. Adaptation

Le terme *adaptation* est souvent utilisé, quelquefois pour l'opposer au terme *régulation*. Exemple : "*Le système nerveux assure donc plutôt une adaptation qu'une régulation.*" (Tavernier et al., 1989, page 236).

Ici le terme *adaptation* désigne une action lente et durable, et est également utilisé à propos des réactions émotionnelles : "*en cas d'agression prolongée, l'organisme s'adapte en modifiant son comportement.*"

Une autre acception peut apparaître avec l'utilisation du verbe *adapter*, comme dans la phrase : "*des boucles régulatrices adaptent sans cesse la valeur d'un paramètre physiologique (variable à régler) aux besoins de l'organisme.*" (Demounem et al., 1989, page 226).

On voit donc que ce terme est ambigu, mais nous remarquerons qu'il est beaucoup moins utilisé, à propos de régulation, que dans les éditions précédentes des manuels de Terminale D. Cela peut s'expliquer en partie par les changements de programmes : le chapitre intitulé "*caractères adaptatifs des réflexes*" a disparu. Dans les manuels de 1983, en effet, certains phénomènes de régulation (par exemple le maintien de la pression artérielle lors d'un changement de position) sont étudiés pour montrer les modifications du fonctionnement d'un organe (le cœur) en relation avec la mise en jeu de réflexes ; on parle alors de régulation réflexe. La distinction entre *régulation* et *adaptation* constituait déjà un problème pour les auteurs du cours Oria (Galletti et al., 1969) :

"*Nous avons vu à titre d'exemples les modifications adaptatives du fonctionnement du cœur et il nous est apparu, à cette occasion, que les régulations et les adaptations sont indissolublement liées.*"

Notons par ailleurs que le terme *adaptation* appartient au lexique utilisé dans le cadre des théories de l'évolution, étudiées en Terminale D également. Il désigne alors l'aptitude des êtres vivants à faire face aux conditions du milieu de vie. Notons que les auteurs des nouveaux manuels s'entourent de précautions dans l'utilisation qu'ils font du terme *adaptation*, évitant de suggérer l'existence d'un déterminisme, ainsi que le demandent les compléments au programme de Terminale D. En effet, de par son origine étymologique (le latin *aptare ad* signifie *ajuster en vue de...*), le mot *adaptation* est associé à l'idée de finalité.

Dans un article de la revue *La Recherche*, S.J. Gould et R.C. Lewontin (1982) mettent en garde contre l'usage fait habituellement en biologie du terme *adaptation*. En particulier, ils dénoncent l'attitude qui consiste à attribuer une utilité adaptative à toutes les parties d'un organisme. Cette démarche conduit, disent-ils, à *atomiser*, à *réduire* l'organisme en parties élémentaires ; or les êtres vivants sont des *entités intégrées* et non des *collections de parties indépendantes*. Si cette réflexion *vis*e le programme *adaptationniste en biologie de l'évolution*, elle peut également concerner des conceptions qui président à l'interprétation de certains phénomènes physiologiques, comme par exemple les modifications du rythme cardiaque. En parlant alors d'*adaptation*, on évoque l'idée d'harmonie et on risque de masquer la complexité des processus mis en jeu dans de tels phénomènes ; ceci peut constituer un obstacle à l'apprentissage du concept de régulation.

### 3.4. Intégration

Dans la circulaire qui définit le programme de 1952, on lit :

*“Elle [l'étude de l'homme] montrera l'unité de l'organisme vivant par les corrélations d'ordre nerveux ou chimique avec les niveaux d'intégration nerveuse ou hormonale, eux-mêmes reliés au niveau supérieur par l'encéphale et l'hypophyse.”*

Actuellement, le terme *intégration* est beaucoup utilisé dans les manuels, à l'occasion de chapitres différents. Une définition du *pouvoir intégrateur* d'un neurone est donnée dans le manuel de la collection Tavernier (1989) : *“A tout moment, un motoneurone reçoit un grand nombre d'informations contradictoires et doit les intégrer, c'est-à-dire faire la somme algébrique des messages excitateurs ou inhibiteurs qui lui parviennent.”* Cette intégration traduit une prise en compte de différentes influences convergentes (de même nature).

L'expression *intégration neuro-hormonale* (utilisée aussi dans les programmes) indique que le système nerveux et le système hormonal *“n'agissent pas de manière indépendante”*.

On voit donc que, selon que l'on parle du rôle intégrateur du système nerveux ou d'une réponse intégrée, un glissement sémantique est effectué.

Dans le deuxième cas, il s'agit en réalité de désigner une synergie entre deux systèmes différents dont les actions se complètent (et non une simple *addition de divers mécanismes régulateurs*, comme l'indique le programme).

Lorsque le *système réglant* du système de régulation comporte un centre intégrateur, quel est alors exactement son rôle ? Peu d'informations sont données par les auteurs de manuels qui, là encore, utilisent le nom comme une sorte d'étiquette pour désigner un phénomène complexe qui ne sera pas étudié. Pour l'élève, la liste des termes à apprendre sans réellement comprendre s'allonge un peu plus.

### 3.5. Contrôle

Là encore, dans les derniers manuels, de même que dans les éditions précédentes, le terme *contrôle* revient souvent. Il désigne alors l'influence d'un organe sur l'activité d'un autre organe.

En effet, le postulat implicite des auteurs est que chaque organe se trouve sous la dépendance d'un autre organe ou d'autres organes susceptibles de déclencher les manifestations qu'ils contrôlent ; cette dépendance peut d'ailleurs être réciproque (*rétrocontrôle*). La logique qui sous-tend l'étude des phénomènes de régulation repose sur la recherche successive des organes qui contrôlent chaque niveau. Cette recherche permet d'établir des réactions en chaîne ou un système de commande hiérarchisé. Au sommet de cette hiérarchie, se trouvent les centres nerveux de l'encéphale, l'hypothalamus jouant un rôle privilégié.

Voilà bien souvent comment est conçu tout processus de régulation, comme un jeu de contrôles superposés. Un contrôle peut se traduire par le déclenchement du fonctionnement du niveau contrôlé, ou bien par un réglage qui modifie l'intensité de l'action contrôlée. L'existence de tels contrôles est mise en évidence par des expériences qui consistent, par exemple, à observer les troubles qu'entraîne la suppression des relations entre les organes concernés.

La fonction de contrôle est parfois attribuée aux systèmes nerveux et hormonal et l'on parle alors de *contrôle nerveux* et de *contrôle hormonal*, de même qu'il est question de *régulation nerveuse* ou de *régulation hormonale*. Les termes *contrôle* et *régulation* deviennent alors synonymes.

On voit donc que le terme *contrôle* est toujours associé au terme *régulation*. Il indique l'interdépendance des différents organes impliqués dans la même fonction mais évoque aussi une certaine hiérarchie, où les effecteurs occuperaient le niveau inférieur.

Notons enfin que, dans un tel système, les récepteurs sont parfois comparés à des *postes de contrôle*, évoquant ainsi l'idée d'une surveillance, implicitement liée à celle de contrôle.

La présentation linéaire des différents niveaux de contrôle, habituelle dans les ouvrages didactiques, n'est pas étrangère à l'impression qui est donnée d'une superposition de contrôles. Une manière de rompre avec ce mode de présentation consisterait à commencer par présenter le principe d'une régulation, pour ensuite en rechercher les éléments ; or c'est généralement le contraire qui est fait dans les manuels.

## 4. CONCLUSION

En résumé, nous retiendrons les difficultés suivantes.

### 4.1. Ambiguïté de certains termes

À la différence du langage commun, la monosémie est de rigueur dans le discours scientifique. Les textes des manuels scolaires ne répondent pas toujours à cette exigence et cela peut mettre les élèves en difficulté.

Les termes *adaptation* ou *intégration*, par exemple, sont utilisés avec des sens différents à l'intérieur d'un même manuel. Le contexte ne permet pas toujours de choisir et des confusions peuvent avoir lieu.

### 4.2. Introduction de termes empruntés à un autre domaine de spécialité

Certains termes peuvent être empruntés à des domaines tels que la cybernétique (*boucle de rétroaction, système réglant...*). Le problème qui se pose tient surtout au fait que cette langue de spécialité n'est pas présentée à l'élève qui est censé ou bien la connaître déjà, ou bien l'intégrer immédiatement. Nous savons par expérience que tel n'est pas le cas, même si certains termes empruntés au lexique scientifique et technique sont passés dans l'usage. C'est la raison pour laquelle l'aide du professeur est nécessaire pour expliquer ces termes mais, le plus souvent, l'élève utilise son manuel pour apprendre ou réviser dans le cadre d'un travail personnel ; il doit pouvoir le comprendre seul.

### 4.3. Valeur de certains mots

Certains mots (*autorégulation, équilibre*) ont en effet un pouvoir évocateur assez fort qui permet d'attirer l'attention des élèves. Utilisés sans précaution particulière, ils peuvent être à l'origine d'idées fausses chez les élèves qui souvent confondent l'image évoquée et le concept désigné par le même mot. L'emploi de tels termes peut conduire à favoriser certaines conceptions (vision mécaniste du vivant par exemple) alors qu'il faudrait au contraire les dépasser. Là encore, la présence du contexte ne suffit pas à éviter ce type de dérive.

#### 4.4. Interférence avec le sens courant

Le langage scientifique utilise bien souvent des mots du langage courant en leur attribuant un sens particulier. De ce fait il est difficile d'éviter des interférences entre le sens courant, connu des élèves, et le sens choisi par les scientifiques.

C'est le cas, par exemple, du terme *contrôle*, utilisé en biologie avec l'idée de commande ou de surveillance, et qui va induire inévitablement l'idée de vérification, de contrainte, de pression, de soumission, voire de hiérarchie. Les auteurs des manuels, eux-mêmes, n'échappent pas à cette influence du sens courant ; ils ne prennent pas la précaution de s'en démarquer.

#### 4.5. Référence implicite à des valeurs sociales

En utilisant des mots de la langue commune dans leur discours, les auteurs de manuels prennent aussi le risque d'introduire un système de valeurs. Par exemple, l'idée que tout écart par rapport à une norme entraîne des troubles fort dommageables et parfois irréversibles est constamment rappelée lors de l'étude des phénomènes de régulation. Sans aller jusqu'à considérer les cas pathologiques comme des "déviant", les études dont ils sont l'objet tendent à survaloriser l'importance des systèmes de contrôle.

Le maintien de l'équilibre peut évoquer le maintien de l'ordre, qui s'oppose au règne de l'anarchie qu'entraînerait l'autonomie des organes. N'est-ce pas l'idée qui se dégage d'un titre comme celui-ci : "*Témoin du bon fonctionnement des organes, la pression artérielle est une variable physiologiquement réglée*" ? Le mot réglé évoque d'ailleurs le respect des règles.

Il ne s'agit pas cependant d'accuser les auteurs d'intentions cachées, mais simplement de relever dans leur discours la présence de valeurs qui sont inconsciemment véhiculées. Leur origine peut être liée à un rapprochement entre l'ordre vital et l'ordre social régi par des lois qui déterminent la conduite de chacun à l'intérieur d'un groupe. Dans ce contexte, l'accent est mis sur la soumission à des règles données plutôt que sur l'aspect précaire et constamment menacé de toute organisation. L'idée d'infraction, d'écart à la norme est dévalorisée au profit de l'idée de normalisation, peut-être plus sécurisante. Le vocabulaire utilisé (*désordre, trouble...*) traduit bien le danger que semble représenter l'instabilité d'une variable. Ces valeurs restent implicites mais, soumis à leur influence, les auteurs peuvent également être les vecteurs, parfois involontaires, de leur transmission et de leur pérennité.

En présentant la régulation comme un processus permettant un retour à la normale, on voit bien que la stabilité apparaît comme un état favorable qu'il faut maintenir : l'existence de mécanismes régulateurs est alors présentée comme une nécessité, sans crainte de finalisme.

Face au constat des difficultés liées au vocabulaire utilisé dans les manuels, il paraît important de prévoir certaines dispositions, afin d'améliorer les conditions de diffusion du savoir scientifique :

- l'élève devrait, en effet, trouver dans son manuel la définition précise des termes utilisés, ce qui n'est pas toujours le cas ;
- certains mots ambigus doivent être évités, à moins de prévenir le lecteur contre toute confusion possible ;
- il serait indispensable que les auteurs s'interrogent sur leurs propres représentations ou conceptions à propos du domaine conceptuel concerné et sur les conséquences possibles, au niveau de la construction d'un concept par l'élève, des choix qu'ils font pour introduire ce concept et du cheminement qu'ils proposent...

## BIBLIOGRAPHIE

BARASS R. (1979). Vocabulary for introductory course in biology : necessary, unnecessary, and misleading terms. *Journal of biological education*, Vol. 13, n° 3, pp. 179-191.

BOUÉ H., GAMA A. & GENEVÈS L. (1967). *Biologie Terminale D*. Paris, Hachette.

CAMEFORT H. & GAMA A. (1953). *Cours A. Oubé, Sciences naturelles. Baccalauréat 2<sup>e</sup> partie. Sciences expérimentales, Philosophie, Mathématiques*. Paris, Hachette.

CAMEFORT H. & GAMA A. (1959). *Cours A. Oubé, Sciences naturelles. Classes de Philosophie, Mathématiques et Sciences expérimentales*. Paris, Hachette.

DEMOUNEM R., GOURLAOUEN J. & PÉRILLEUX E. (1989). *Biologie Terminale D*. Paris, Nathan.

DESIRE C. (1974). *Sciences naturelles, Terminale D*. Paris, Bordas.

DESIRE C. (1983). *Biologie Terminale D*. Paris, A. Colin.

ESCALIER J. & al. (1980). *Biologie Terminale D*. Paris, F. Nathan.

ESCALIER J. & al. (1983). *Biologie Terminale D*. Paris, F. Nathan.

ESCALIER J. & al. (1989). *Biologie Terminale D*. Paris, Hachette, collection ADN.

EVANS J.D. (1975). Technical terms used in school textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, Vol. 9, n° 3, pp. 118-122.

EVANS J.D. (1976). The treatment of technical vocabulary in textbooks of biology. *Journal of Biological Education*, Vol. 10, n° 1, pp. 19-30.

GALLETTI S., GOHAU G., GRIBENSKI A., ORIA M. & RAFFIN J. (1969). *Cours Oria, Biologie Terminale D*. Paris, Hatier.

GENTILHOMME Y. (1984). Les faces cachées du discours scientifique ; réponse à Jean Peytard. *Langue Française*, n° 64, pp. 28-36.

GILBERT P. (1973). Remarques sur la diffusion des mots scientifiques et techniques dans le lexique commun. *Langue Française*, n° 17, pp. 31-43.

GOULD S.J. & LEWONTIN R. (1982). L'adaptation biologique. *La Recherche*, n° 139, pp. 1494-1502.

GUILBERT L. (1973). La spécificité du terme scientifique et technique. *Langue française*, n° 17, pp. 5-17.

HUGHES W.J. & PEARSON J.T. (1988). Problems with the use of terminology in genetics education. *Journal of Biological Education*, Vol. 22, n° 4, pp. 267-274.

JACOBI D. (1989). Reformulation et transposition dans les manuels scientifiques ; une introduction à l'analyse formelle. *Les cahiers du CRELEF, Les Formes du Savoir dans les manuels scientifiques*, n° 28, pp. 7-21.

LOUIS P. & ROGER J. (1988). *Transfert de vocabulaire dans les sciences*. Paris, Éditions du CNRS

MORTUREUX M.-F. (1988). La vulgarisation scientifique : parole médiane ou dédoublée. In D. Jacobi et B. Schiele (Eds). *Vulgariser la science*. Seyssel. Champ Vallon.

PHAL A. (1969). La recherche du CREDIF : la part du lexique commun dans les vocabulaires scientifiques et techniques. *Langue française*, n° 2, pp. 73-81.

TAVERNIER R. & al. (1983). *Biologie Terminale D*. Paris, Bordas.

TAVERNIER R. & al. (1989). *Biologie Terminale D*. Paris, Bordas.

VINCENT P. (1959). *Sciences naturelles. Classes de Sciences expérimentales, Philosophie et Mathématiques*. Paris, Vuibert.

VINCENT P. (1967). *Sciences naturelles, classe Terminale D*. Paris, Vuibert.