

QUELQUES TENDANCES OU EFFETS DE FIGURABILITÉ DANS LA DIVULGATION DES THÉORIES IMMUNOLOGIQUES ⁽¹⁾

Daniel Jacobi

On se propose d'étudier un aspect particulier des théories immunologiques : quelles sont les ressources dont disposent les auteurs de documents de divulgation scientifique pour visualiser les concepts? Après avoir dressé un mini répertoire des illustrations conformistes (les plus nombreuses) et non conformistes, on analyse de façon plus fine le rôle que certaines figures, susceptibles de conférer une stabilité visuelle à des concepts, peuvent jouer dans la divulgation.

comment étudier
les plages
visuelles des
documents de
divulgation
scientifique ?

Depuis quelques années plusieurs recherches, conduites aussi bien dans le champ de l'éducation scientifique classique que dans celui de l'éducation non formelle, ont entrepris d'accorder une attention critique aux plages visuelles des documents qui se proposent de divulguer des connaissances scientifiques⁽²⁾. La présentation des principaux résultats de ces recherches pourrait faire l'objet d'une très utile "revue de la question"⁽³⁾. Toutefois, comme le montrent à l'envi quelques publications récentes, une telle revue ne serait pas des plus aisées tant le statut que les chercheurs en sciences sociales confèrent aux plages visuelles est mouvant⁽⁴⁾.

- (1) Ce texte reprend pour partie deux communications présentées d'une part au colloque "*Epistémologie et symbolique de la communication*", organisé par L. Sfez à Cerisy La Salle en juin 1988, et, d'autre part, au colloque "*La communication scientifique publique*", Poitiers, LABCIS, mai 1989. Je remercie Alberto Cambrosio, chercheur au CREST (Université du Québec à Montréal) à qui je dois plusieurs interprétations et remarques suggérées lors d'échanges sur le projet "*Imagerie et histoire de l'immunologie*".
- (2) Pour un aperçu de quelques courants de recherche, voir par exemple Jacobi et Vezin, édit., 1988.
- (3) Une telle revue pourra-t-elle être réalisée un jour? Pour des éléments consulter : Bresson, 1981; Vezin, JF. & L., 1988; Duchastel et al., 1988; Jacquinet, 1988.
- (4) L'analyse des plages visuelles est longtemps restée le domaine de certains psychologues, spécialistes du dessin technique et du schéma comme par exemple: Weil-Fassina, 1988 et Vezin, 1984. On peut penser que c'est l'explosion de l'imagerie dans les manuels scientifiques contemporains qui a conduit les spécialistes de l'éducation à les prendre en considération à leur tour. Il est encore rare que les illustrations fassent l'objet de recherches empiriques. Dans l'ensemble ce sont des analyses de contenu qui dominent, analyses qui questionnent l'efficacité didactique des illustrations proposées. D'autres auteurs adoptent un point de vue plus prescriptif, allant jusqu'à proposer les règles que devrait respecter une imagerie efficace. Pour un exemple de ce type de recherche, cf. Payne, 1980.

les images ont-elles un effet de renforcement ?

Certains auteurs escamotent l'imagerie et ils testent la compréhension du document en ne tenant compte que de la composante linguistique du message. Plusieurs études récentes de l'information scientifique dans les médias, fort bien documentées par ailleurs, laissent totalement de côté les plages visuelles ou les traitent comme des éléments très accessoires⁽⁵⁾.

A l'opposé, dans d'autres recherches, les illustrations sont réellement prises en compte et traitées comme une variable. Dans ces études, non seulement les illustrations sont considérées comme une composante du message, mais, plus encore, on y défend l'idée de l'efficacité de certains ajouts au texte, comme les schémas, pour faciliter la compréhension ou le rappel de l'information scientifique⁽⁶⁾.

Enfin le courant des "partisans de l'image" (rejoignant une tradition toujours vivace dans l'éducation) considère qu'un document bien illustré sera toujours davantage lu (effet attentionnel), mieux compris (effet explicatif) et mieux intégré (effet rétionnel)⁽⁷⁾. Les travaux de ce type, plus souvent anglo-saxons que français, ont accumulé des résultats qui tendent à prouver l'efficacité de l'image dans l'éducation scientifique et postulent l'existence d'un PSE (Pictorial Superiority Effect, littéralement: effet de supériorité de l'image)⁽⁸⁾.

Pendant pour qui parcourt cette abondante littérature, il apparaît d'emblée que sous la variable "image" les auteurs ne rangent, dans la plupart des cas, qu'une seule catégorie d'illustration, il est vrai fort riche, de type schémas. Or il suffit de feuilleter un manuel contemporain ou une collection de revues de vulgarisation pour apercevoir d'emblée que l'imagerie mobilisée dans les documents de divulgation est un ensemble des plus diversifiés.

Si l'on recense les différents types d'imagerie mobilisés dans l'un et l'autre cas, on constate d'abord qu'en dépit de l'effort des éditeurs, deux registres dominent assez nettement : d'une part la ré-utilisation d'illustrations empruntées à des documents scientifiques primaires et d'autre part les ressources de schématisation que les manuels surtout utilisent. Certes ces deux catégories, si elles sont dominantes, sont loin de constituer la totalité de la palette disponible⁽⁹⁾. Et il est nécessaire de recenser la nature des démarches ou des mécanismes de visualisation sur lesquels s'appuie la recherche des illustrations d'un document de divulgation. Mais quels sont les avantages et les limites des choix opérés par les auteurs et les éditeurs?

comment visualiser les concepts de l'immunologie ?

(5) Cf. par exemple Goldsmidt, 1986; Guéry et al., 1985.

(6) Cf. par exemple Duchastel et Waller, 1979.

(7) Cette typologie des effets a été proposée par Duchastel (1978).

(8) Le PSE est souvent commenté par D.J. Reid comme par exemple dans son texte publié en 1984. Pour une revue de ces recherches (écrite par l'auteur et traduite en français par Michel Jolland), voir Reid, 1990.

(9) Pour une description des catégories voir Vezin (L.), 1986 ou Jacobi, 1987.

Dans ce texte, on se propose d'étudier un aspect particulier, souvent ignoré par les spécialistes de l'éducation : quelles sont les ressources dont disposent les auteurs de documents de divulgation scientifique pour visualiser les théories⁽¹⁰⁾ ? Autrement dit, comment l'imagerie des documents de divulgation peut-elle aider les lecteurs à se représenter les concepts scientifiques et les relations entre les concepts que proposent les théories scientifiques ? Pour répondre à une question de ce type, il est bien évident qu'une quelconque taxonomie des images par caractères ou par classe est incapable d'apporter la moindre information⁽¹¹⁾.

La question centrale est celle du pouvoir de l'image à conférer une valeur d'objectivation et de concrétude à des concepts scientifiques par nature abstraits⁽¹²⁾. Ce que l'on résume parfois sous l'appellation de recherche de figurabilité⁽¹³⁾. A l'aide d'un recensement des plages visuelles mobilisées par les documents de vulgarisation, nous établirons que certaines ressources de figurabilité renvoient en définitive aux fondements (comme les modèles) et aux preuves qui permettent aux théories de prendre naissance⁽¹⁴⁾. Après donc quelques rappels sur ce que sont les théories et quelles sont les méthodes utilisées, on présentera quelques résultats d'une recherche en cours sur la figurabilité des théories immunologiques.

1. POSITION DU PROBLÈME ET MÉTHODE UTILISÉE

qu'est-ce qu'une
théorie ?

Dans les documents de vulgarisation et plus encore dans les manuels scientifiques, le statut des théories scientifiques est flou. Il n'est même pas toujours évident que les lecteurs

-
- (10) En introduisant le concept de visualisation, on admet implicitement l'hypothèse qu'une théorie n'est pas visuelle mais linguistique ou abstraite. Ainsi que l'a suggéré Jakobson (1967), elle ferait secondairement l'objet d'une traduction intersémiotique. Il est important de faire ici deux remarques : rien ne dit que les supports visuels ne sont pas imaginés d'emblée par les chercheurs, ni surtout qu'ils ne jouent aucun rôle dans la réussite d'une théorie.
- (11) Pour un survol rapide mais suggestif de ces approches, cf. Duchastel et al., 1988.
- (12) C'est Vezin (1984) qui utilise habilement le concept de concrétude pour rendre compte de la nature des différents types de schémas.
- (13) Sur la question de la figurabilité, concept emprunté à Freud (édit. fse 1967), cf. Jacobi, 1984.
- (14) L'observateur qui consulte des ouvrages scientifiques traitant d'un thème donné à l'intérieur d'une même discipline remarque d'emblée la récurrence de certains patterns visuels. Cette convergence n'est nullement fortuite et résulte comme l'a montré Panofsky à propos des arts visuels du déterminisme des formes expressives. Cf. Panofsky, 1969.

perçoivent toujours la nature particulière des théories qui ne sont ni des résultats de recherche, ni des découvertes (au sens quelque peu événementiel que les médias ont conféré à cette notion). Les théories *"toujours contrôlées par le souci d'être prises en faute"*, c'est-à-dire menacées d'être contredites par des nouveaux faits scientifiques, ne sont pas des objets qui se prêtent docilement aux mises en forme exigées par la diffusion⁽¹⁵⁾.

Dans la presse d'information on attend d'une théorie, soit qu'elle propose une (nouvelle) vision achevée du monde, soit surtout qu'elle apporte rapidement les preuves de son efficacité pratique pour, par exemple, améliorer l'environnement ou la santé. Le travail des hypothèses et les expériences souvent complexes de vérification que suppose toute théorie, sont occultés au profit des résultats.

Pour ce qui concerne les manuels, c'est surtout une autre tendance qui se manifeste : la dogmatisation tend à effacer dans ces ouvrages la dimension interrogative et le scepticisme des premières formulations⁽¹⁶⁾. Cependant de tels constats supposent que l'observateur ait au préalable consulté la littérature scientifique échangée entre pairs (dite ésotérique ou qualifiée de primaire) pour s'assurer de l'origine d'un terme scientifique ou d'une plage visuelle.

Au plan scientifique et au sein de la communauté savante en effet les théories sont plus faciles à repérer. Par exemple elles se situent toujours à des places assignées et connues des pairs dans une publication scientifique primaire, à savoir : l'introduction ou la discussion-conclusion. Plus souvent elles font l'objet de textes différents des publications standards (où les chercheurs rapportent des résultats "d'expé" ou de "manip"). Ces textes, tels les "revues de la question", le premier chapitre d'un recueil édité par un spécialiste (appelé reader) ou d'un manuel universitaire, ou encore certains écrits de semi-vulgarisation sont l'occasion de synthèse et de remise en perspective des orientations générales des recherches du domaine concerné.

Lorsque les autres spécialistes prennent connaissance de ces textes, ou de ces fragments de textes, ils repèrent sans la moindre hésitation ce qui en fait leur originalité. Les théories nouvelles se constituent par opposition aux théories précédentes qu'elles réutilisent, complètent, modifient et parfois contredisent. Le but ultime d'une proposition théorique est de remplacer ou plutôt de déplacer une proposition antérieurement admise.

Un observateur qui, tel un historien des sciences, consulte une suite de travaux publiés dans une discipline sur un thème de

pour une
conception non
normative

(15) Canguilhem, 1979.

(16) Pour des exemples très démonstratifs d'effets de dogmatisation dans le cas de la génétique, cf. Rumhclard, 1986.

recherche, pour une assez longue période (un large intertexte d'orientation diachronique) note que les traces qui président à la naissance de nouvelles théories dans les publications scientifiques sont doubles : langagières et visuelles.

l'exposition d'une
théorie et les
terminologies

Elles sont langagières d'abord : pour exposer une théorie nouvelle le savant est amené à construire sa langue. C'est-à-dire qu'il tente d'imposer une série d'appellations qui constitue l'amorce d'une terminologie systématique. En somme on pourrait dire que le savant procède comme un romancier : il nomme et choisit des acteurs (les personnages connus ou inconnus); au besoin il leur attribue des caractères, des rôles (ou même des sentiments); puis il les fait agir et les met en mouvement et mieux combine leurs actes de façon qu'ils fassent système (dans le roman il s'agit d'une intrigue en forme de récit). En somme toute théorie apparaît comme un ensemble ordonné de concepts et donc aussi comme une construction langagière⁽¹⁷⁾.

L'observateur qui analyse une terminologie peut ainsi retrouver les choix du savant : a-t-il créé des mots nouveaux⁽¹⁸⁾? A-t-il au contraire, emprunté des termes à une autre discipline? Et dans ce cas confère-t-il à ces emprunts un sens nouveau⁽¹⁹⁾? Comment les théories qui mettent en mouvement les concepts sont-elles formalisées? A partir de quels modèles dans le cas des sciences de la vie cette formalisation est-elle opérée⁽²⁰⁾?

les preuves
visuelles d'une
théorie

Mais elles sont visuelles aussi. Ce qui nous renvoie à la question de l'imagerie scientifique, domaine riche et complexe, aujourd'hui étudié par une cohorte de spécialistes et notamment des ethno-méthodologues dont le point de vue radical a contribué sans doute à relancer l'intérêt pour ce type de recherche⁽²¹⁾.

L'existence de ce double réseau, linguistique et visuel, explique pourquoi les recherches qui prennent appui sur l'analyse de discours pour étudier les difficultés de la communication scientifique sont parmi les plus fécondes. Aujourd'hui linguistes, sémioticiens, historiens, sociologues et didacticiens se retrouvent dans la cohorte hétérogène des spécialistes qui prennent appui sur des documents scripto-visuels afin de fonder leurs recherches.

Pour rester dans le domaine de la divulgation, les travaux qui portent sur la reformulation peuvent eux aussi être divisés en

(17) Lavoisier, pour exposer sa nouvelle théorie "*change la langue que ses maîtres ont parlé*", note Canguilhem (1979).

(18) On sait que le souci de se conformer aux règles de bi-univocité conduit à recourir au néologisme. Sur ce point se reporter à Guilbert, 1975.

(19) L'emprunt est une ressource au moins aussi fréquente que le néologisme. Son emploi est plus ambigu. Dans le cas de l'immunologie, on note l'orientation très métaphorique de la terminologie contemporaine.

(20) Sur les limites des modèles en biologie, voir encore Canguilhem, 1979.

(21) Pour un aperçu récent voir *Representation in Scientific Practice*, édité par Lynch et Woolgar (1988).

deux grands ensembles de recherches : celles qui se limitent au plan linguistique et celles au contraire qui, plus rares, envisagent le plan visuel⁽²²⁾. Mais leurs méthodes, en réalité assez proches, oscillent entre deux pôles.

L'un, dont l'inspiration est d'ordre linguistique, se situe dans une orientation intertextuelle : on compare les illustrations et le recours à l'imagerie dans des corpus construits à partir d'hypothèses sur le rôle du scripteur ou du contexte de communication⁽²³⁾. L'autre envisage les rapports texte/image dans un ou plusieurs textes pour mettre en évidence les changements de registre, les différentes ressources de visualisation et les tentatives de recherche de figurabilité. C'est cette seconde voie qui a été retenue ici.

2. CONFORMISME ET NON-CONFORMISME VISUELS

Un premier repérage opéré en feuilletant des manuels ou des textes de vulgarisation permet de dresser une sorte d'inventaire des illustrations les plus récurrentes⁽²⁴⁾. Le lecteur peut ainsi remarquer des dessins de rats, souris ou lapins à qui l'expérimentateur injecte différentes substances afin d'observer leurs conséquences sur leur santé (figure 1). Ailleurs ce sont les immunoglobulines et leurs silhouettes en Y, forme allusive ou au contraire très détaillée de ces anticorps avec leurs chaînes légères ou lourdes, leurs ponts di-sulfure (figure 2)...

On identifie également très vite les micrographies des cellules impliquées dans les réactions immunitaires ou les images numériques richement colorées qui en principe décrivent l'ultra-structure des substances impliquées dans les réactions immunitaires. Le dessin permet également de représenter soit sous une forme géométrisée très schématique, soit avec une précision quasi anatomique la liaison antigène / anticorps (figure 3).

un inventaire des
plages visuelles
de l'immunologie

(22) C'est la distinction proposée par Jakobson entre intra-lingual et inter-sémiotique et que Peytard préfère qualifier de transcodage.

(23) A ce stade de la recherche sur l'imagerie des théories immunologiques dans les documents de divulgation, il n'a pas été possible de travailler finement sur des petits corpus comme cela a été le cas pour d'autres études déjà publiées comme les exemples analysés dans Jacobi, 1988.

(24) Pour dresser cet inventaire, un large corpus de revues et de manuels a été consulté. Citons rapidement les principaux documents utilisés : Bach et Lesavre, 1981; Roitt et al., 1985; Golub, 1987 ; *Science et vie* : n° 757, 836, 840, 844; *Sciences et avenir* : n° 399; *La Recherche* : n° 58, 109, 177, 193 ; *Pour la Science* : n° 42, 83, 98, 125, 134; *Biofutur* : n° 66.

Figure 1

19

THE NATURE OF ANTIGENS

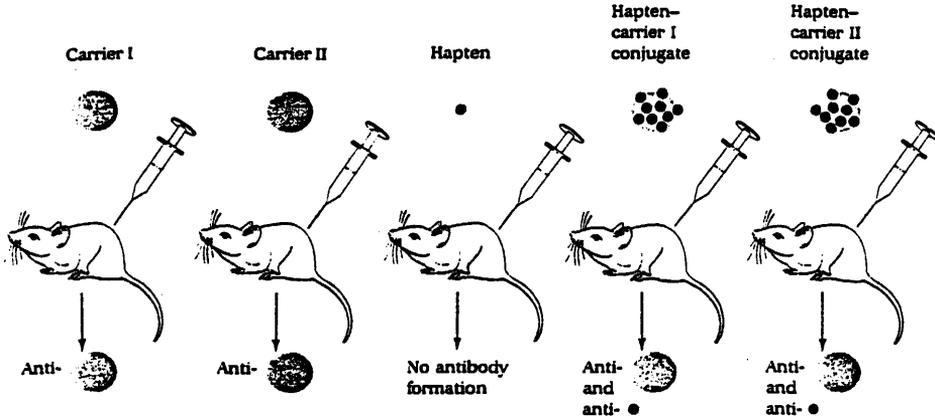


FIGURE 1 ANTIBODY RESPONSES

The injection of immunogenic carrier alone results in formation of carrier-specific antibody. The injection of hapten alone does not result in formation of anti-hapten antibody. When the hapten is conjugated to an immunogenic carrier and injected, however, the animal responds by producing both anti-carrier and anti-hapten antibodies.

source : Golub, 1987, p.19

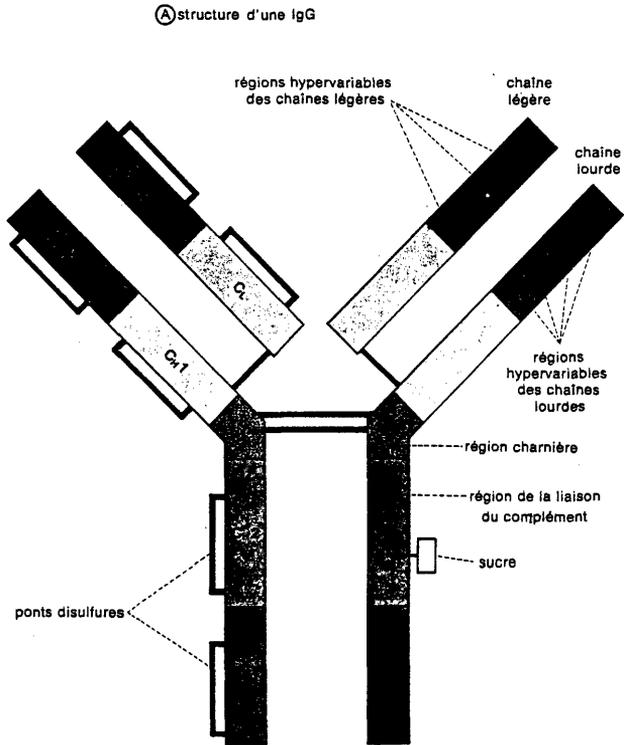
Pour mettre en évidence les réactions immunitaires les chercheurs ont utilisé longtemps du matériel vivant : souris, rats, lapins. Des schémas permettent de résumer le principe du déroulement de l'expérience et visualisent les réactions sous la forme de disques et de points colorés.

Figure 2

LA STRUCTURE DES ANTICORPS ET LEURS MODES D'ACTION

La structure de base des anticorps est une unité comportant quatre chaînes protéiques : deux chaînes dites lourdes (H) et deux chaînes dites légères (L). La plupart des vertébrés ont deux types de chaînes légères, appelées kappa (κ) et lambda (λ). Il existe en revanche un plus grand nombre de types de chaînes lourdes (μ , γ , α , ϵ , etc.) qui donnent aux anticorps aussi bien leurs caractéristiques de classe (IgM, IgG, IgA, etc.) que leurs caractéristiques fonctionnelles dans la défense de l'organisme. Chaque type de chaîne lourde peut se combiner avec chaque type de chaîne légère, mais dans une même molécule d'anticorps les deux chaînes lourdes et les deux chaînes légères sont de même type. Ces chaînes sont reliées entre elles par des liaisons stables appelées ponts disulfures (S-S). Nous avons représenté ici, à titre d'exemple, la structure de base d'un anticorps de classe IgG humain (A). Cette représentation en Y n'est pas purement conventionnelle : elle a été observée directement au microscope électronique par Valentine en 1965. L'analyse biochimique a montré que chaque chaîne comporte une région qui varie d'un anticorps à un autre (respectivement V_L et V_H) et une région qui reste constante à l'intérieur d'un type de chaîne lourde ou légère (respectivement C_L et C_H). Les régions constantes des chaînes lourdes comprennent trois à quatre domaines de repliement indépendants, alors que celles des chaînes légères n'en comportent qu'un : ces domaines sont numérotés de 1 à 3 ou 4 ; dans ce cas particulier, la chaîne lourde est constituée, dans l'ordre, de V_H , C_{H1} , C_{H2} et C_{H3} . Quant aux régions variables, elles comportent notamment des régions hypervariables (en rouge). Les deux branches du Y portent chacune un site de fixation de l'anticorps à sa cible (l'antigène) ; ce site est constitué par un repliement des régions V_H et V_L , dont l'association détermine la structure du site de liaison à l'antigène. L'ensemble des différentes combinaisons V_L - V_H est à la base de la diversité des anticorps.

La tige du Y, issue de l'association des régions constantes terminales des deux chaînes lourdes, assure les fonctions des anticorps. Cette organisation de base se retrouve à peu près telle quelle dans les anticorps de classes IgD et IgE. En revanche, les anticorps de classes IgA et IgM circulants possèdent un niveau d'organisation supérieur (B, C). Les IgA, qui sont susceptibles d'être sécrétées en particulier dans le lait maternel, sont issues de l'association de deux unités de base reliées par un peptide supplémentaire, la pièce sécrétoire, et une pièce supplémentaire, la



source : La Recherche, 177 (mai 1986), p.682

L'un des très nombreux dessins qui schématise la structure d'une immunoglobuline. La silhouette en Y est devenue le pattern visuel du concept d'anticorps. Cette silhouette est répétée de façon obsessionnelle dans tous les documents de divulgation. Elle est même largement utilisée dans les publicités des firmes pharmaceutiques pour les anticorps monoclonaux.

Figure 3

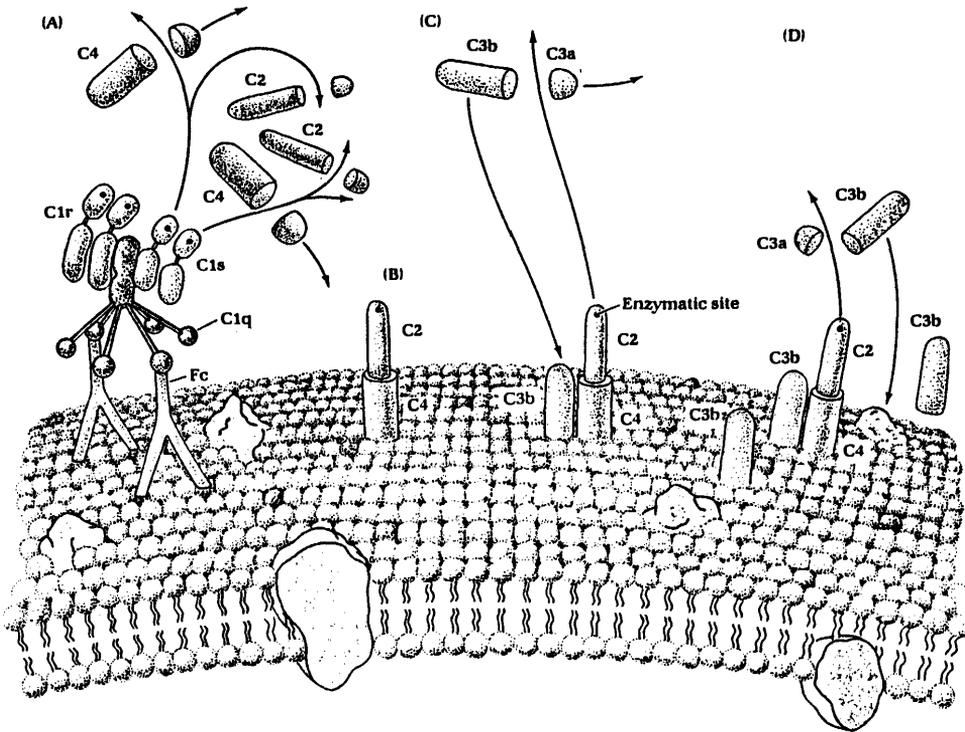


FIGURE 4 ASSEMBLY OF THE ACTIVATION UNIT

(A) Activated C1s attacks C4 and then C2, cleaving a small activation peptide from each. (B) Formation of a bimolecular C4C2 complex occurs, and the complex attaches itself to the cell surface. This complex is known as C3 convertase (see next panel). (C) The C4C2 complex acts on C3 in the serum, splitting off C3b, which forms a trimolecular complex C4C2C3b on the cell surface. (D) The C4C2 complex continues to act on serum C3 and many C3b molecules accumulate on the cell surface.

source : Golub, 1987, p.146

Le mécanisme très complexe de la réaction antigène / anticorps dans laquelle intervient le complément et ses multiples composants suscite bien évidemment une abondante imagerie. Cette planche est l'une des seize figures proposées par Golub pour le chapitre 9 consacré au complément (soit une par page en moyenne, le chapitre 9 compte 16 pages). On remarquera la qualité et la précision de ce dessin à rapprocher du fait que cette réaction demeure encore mal connue.

les prototypes
visuels
conformistes

Le matériel expérimental ou les sujets d'observation, l'instrumentation et les inscriptions qu'elle autorise, les systèmes sémiologiques propres aux disciplines ... autant de ressources qui permettent de visualiser les théories dans les publications scientifiques contemporaines⁽²⁵⁾. Manuels et revues de vulgarisation s'inspirent de ces registres pour à leur tour illustrer leurs documents.

Dans cet ensemble de planches visuelles dont les tendances paraissent donc assez convergentes, on s'étonne surtout des tentatives qui correspondent à des orientations bien différentes. Dans un traité de type universitaire (abondamment illustré), pour visualiser la réaction antigène / anticorps, les auteurs ont eu recours à une analogie banale : la photographie en couleur d'une pomme verte tenue par les doigts des deux mains (figure 4). "*L'antigène est une pomme; les doigts correspondent aux boucles hypervariables délimitant le site de liaison à l'antigène*"⁽²⁶⁾.

le recours à des
genres populaires

Autre exemple : un "dossier" publié par une revue de vulgarisation et intitulé "*Du nouveau sur l'allergie*"⁽²⁷⁾. Le texte est principalement illustré à l'aide de photographies. Mais l'éditeur a ajouté un encart (une double page) au milieu de ce dossier. Il s'agit d'une série de dessins humoristiques. Ces dessins sont extraits d'un manuel destiné aux médecins praticiens pour "*mettre à jour leurs connaissances et les aider à expliquer de façon plaisante à leurs patients et notamment aux enfants certains principes de base*". Dans la partie supérieure de la double page, on trouve une galerie de portraits qui va du "*bandit antigène*" au "*nettoyeur des champs de bataille éosinophile*" (figure 5). En dessous de la galerie s'empilent deux bandes verticales. A gauche une série de trois vignettes parodie une réaction allergique du type de celle provoquée lors des quatre maladies évoquées dans les quatre dessins de la bande de droite. Enfin, en bas de la page de gauche est représenté "*le mécanisme hypothétique de la vaccination anti-allergique*".

-
- (25) C'est Latour (1985) qui a proposé d'appeler "*inscriptions*" l'ensemble des traces visuelles produites par les chercheurs dans les laboratoires. Il est un de ceux qui a beaucoup contribué à relancer l'intérêt pour ce type de recherche.
- (26) Le manuel Roitt et al. (1985) est remarquable pour le soin et la qualité du traitement iconographique. Le recours à une analogie qui, secondairement, suggère la publication d'une photographie (probablement réalisée à cette intention) est d'autant plus surprenant qu'il est exceptionnel dans cet ouvrage où schémas et clichés scientifiques, re-dessinés à partir de plages visuelles empruntées, semble-t-il, à des publications savantes, dominent largement.
- (27) La revue *Sciences et avenir* n'utilise pas très fréquemment un tel registre. Dans le cas qui nous occupe, ces dessins ne sont pas réellement mobilisés pour visualiser le dossier sur l'allergie. Ils font l'objet d'un encart présenté comme une sorte d'intéressante curiosité.

Figure 4



Fig. 5.25 Représentation analogique de la liaison antigène-anticorps. L'antigène est une pomme ; les doigts correspondent aux boucles hypervariables délimitant le site de liaison à l'antigène. Si la pomme était encore attachée à l'arbre, ceci illustrerait les nombreux déterminants antigéniques qui sont généralement exposés à la surface des micro-organismes même les plus simples.

source : Roitt et al., 1985, p.5.9

Cette photo est complètement atypique. Elle est la seule de cette veine dans un manuel où l'humour est une denrée très rare. Qui a eu l'idée de recourir à une photo réaliste-figurative pour visualiser un modèle? Et pourquoi cette ressource digne d'une revue de vulgarisation dans un ouvrage de ce type?

la bande dessinée et les relations entre acteurs d'une réaction

On notera qu'il s'agit d'une bande dessinée classique dont les caricatures, un peu de seconde main, sont empruntées au style western du Lucky Luke de Morris et Goscinny⁽²⁸⁾.

Il y a déjà quelques années une revue de vulgarisation avait fait appel à J.C. Forest, le créateur de *Barbarella* pour illustrer la double page d'un article vedette⁽²⁹⁾. Le texte porte sur les difficultés de l'organisme à lutter contre des tumeurs malignes. Cette bande constituée de neuf vignettes ne raconte pas réellement une histoire. Elle cherche plutôt à évoquer un climat, une ambiance spécifique. Le dessinateur introduit dans cette bande un savant et une candide qui, soit au tout premier plan, soit à l'arrière plan, vont commenter et expliquer des événements qui faute de cette paraphrase resteraient confus (figure 6).

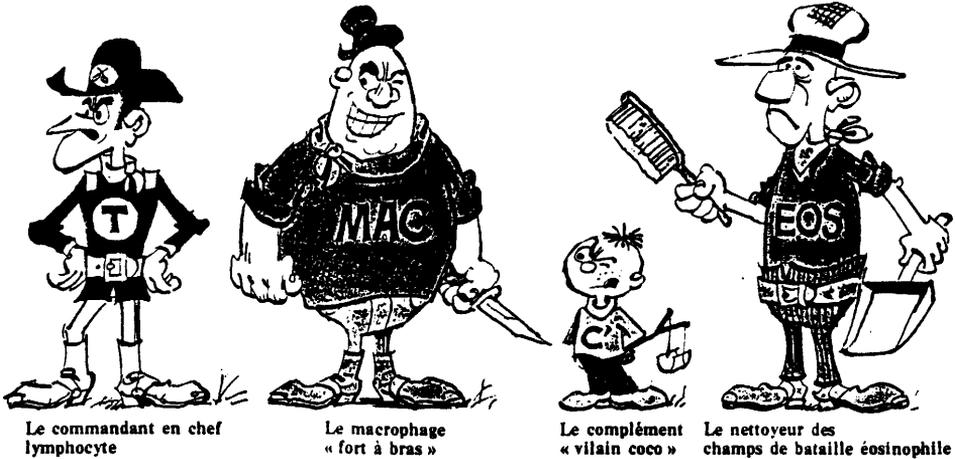
Le dessin de Forest présente cependant une qualité : il tente de traduire l'ambiguïté de la situation. Comment reconnaître avec certitude les cellules malignes, plus dangereuses bien que tout à fait semblables à des cellules "saines" ? Ce parti pris correspond assez bien à celui adopté par l'auteur de cet article de vulgarisation qui, critiquant la théorie dite de "la surveillance immunitaire", cite une série de faits expérimentaux dans lesquels les cellules de l'immunité sont prises en défaut ou contribuent à la prolifération de certains cancers.

surveillance ou répression ?

Quelle est l'origine du dessin ? Il est aisé de comprendre qu'il a pris appui sur des éléments linguistiques assez disparates du texte, qu'il a organisés librement en filant les termes scientifiques métaphoriques. Le système immunitaire devient "la police" ou une "armée de vieillards". L'humour de cette bande provient peut-être d'abord du renversement que le dessinateur opère : au lieu de produire une série de dessins dans lesquels les "méchants agresseurs" seraient "surveillés et punis" par les "héroïques et courageux défenseurs" de l'intégrité corporelle, il montre le système immunitaire comme une instance répressive qui traque et interpelle des suspects parfois innocents. L'un des aspects les plus complexes de l'immunologie réside dans son ambiguïté. Comme le soulignait l'exemple précédent emprunté à la réaction allergique, ou celui plus connu des greffes d'organe, le système immunitaire peut quitter son rôle de "bon" système protecteur pour devenir un ennemi pour le corps qui l'abrite.

-
- (28) Le vulgarisateur essaie ici de créer des "personnages" identifiables. Dans un espace restreint, cela est loin d'être facile. Il est donc obligé de les étiqueter (T, Mac, Eos...) pour permettre leur identification à chaque occurrence. La bande dessinée ne peut être comprise sans ce recours permanent et transforme chaque séquence en un pléonasme indéfini.
- (29) L'aire scriptovisuelle de la double page d'un article vedette de *La Recherche* utilise presque toujours un système dans lequel une très grande illustration joue un rôle d'accroche. Cette planche est déjà ancienne mais la mise en page actuelle maintient une organisation du même type.

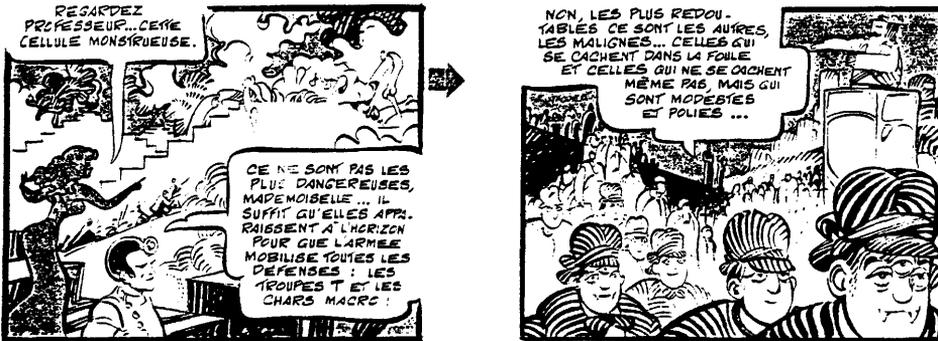
Figure 5



source : *Sciences et Avenir*, 399 (mai 1980), p.45

Les acteurs de la réaction immunitaire représentés comme des héros de Lucky Luke. Ces dessins ont été réalisés pour un ouvrage de vulgarisation destiné à des médecins : J. Centner et J. El Azara, *Abrégé d'immunoallergologie*, éd de Halleux (Belg.).

Figure 6



source : *La Recherche*, 58 (juillet-août 1975), p.640-641

JC Salomon a demandé au créateur de *Barbarella* de réaliser une illustration (double page d'un article vedette sur *La surveillance immunitaire*) qui joue le rôle d'accroche. Cette bande dessinée représente cependant une tentative originale pour figurabiliser l'ambiguïté de la vigilance/répression.

Pourtant en parcourant la collection des manuels et des revues de vulgarisation qui traitent de l'immunologie, on remarque qu'une planche dessinée originale revient très souvent. Quelle est-elle?

3. UN BEST-SELLER : LE SCHÉMA DES CHAÎNES LATÉRALES DE PAUL EHRLICH

Cette planche a été publiée en 1900. Elle est pourtant fréquemment publiée dans les manuels et les revues de vulgarisation⁽³⁰⁾. On attribue en effet à ces dessins originaux un mérite singulier : Paul Ehrlich aurait eu dès cette période l'intuition de la théorie qui est parvenue à s'imposer plus d'un demi-siècle plus tard (figure 7). Cette théorie, dite des chaînes latérales (qui préfigurerait d'une certaine façon celle de la sélection clonale) tente de rendre compte de faits d'observation déjà bien connus : comment l'organisme peut-il produire rapidement une grande quantité d'"anti-toxines" (qui vont bientôt être appelées anticorps) à la suite de l'exposition à un agent infectieux ou tout simplement étranger? Ehrlich imagine un mécanisme de base : des récepteurs spécifiques, situés à la surface de la cellule, disposent de chaînes latérales auxquelles les substances étrangères se lieraient chimiquement. La nature de cette illustration appelle évidemment quelques remarques.

le dessin
scientifique
confère une
évidence et une
stabilité visuelle
aux concepts

Rappelons tout d'abord que cette préfiguration des théories modernes ne présente pas le caractère universel qu'on lui prête aujourd'hui. Il s'agit de rendre compte de l'efficacité du sérum dans la lutte contre des maladies graves (tétanos, tuberculose, syphilis...)⁽³¹⁾. Ehrlich pense que les anticorps que l'on trouve dans le sérum proviennent de certaines cellules stimulées par une substance étrangère. Il imagine que chaque cellule capable de sécréter un anticorps possède sur sa surface un dispositif de chaînes latérales dont chacune est capable de réagir spécifiquement à un antigène particulier.

Cette intuition lui a permis de rendre compte à l'aide d'un dispositif élémentaire d'un mécanisme complexe : comment un nombre limité de cellules (ou même un seul type de cellules?) peut-il reconnaître plusieurs types de substances différentes? Observons les solutions visuelles que le dessin propose. La diversité est figurabilisée par des sites géométriques saillants sur la cellule (les "chaînes latérales") et en creux sur l'antigène de façon à ce qu'ils puissent s'emboîter parfaitement à la surface de cette dernière.

(30) Voici quelques-unes des occurrences de ce dessin : *Pour la science*, oct. 87 (p. 89); Roitt et al., p. 9.1; de Duve, p. 48; Golub, p. 5 (NB. : dans ce dernier ouvrage, le dessin original n'est pas reproduit mais redessiné).

(31) C'est le commentaire qui est proposé dans Golub, 1987.

Figure 7

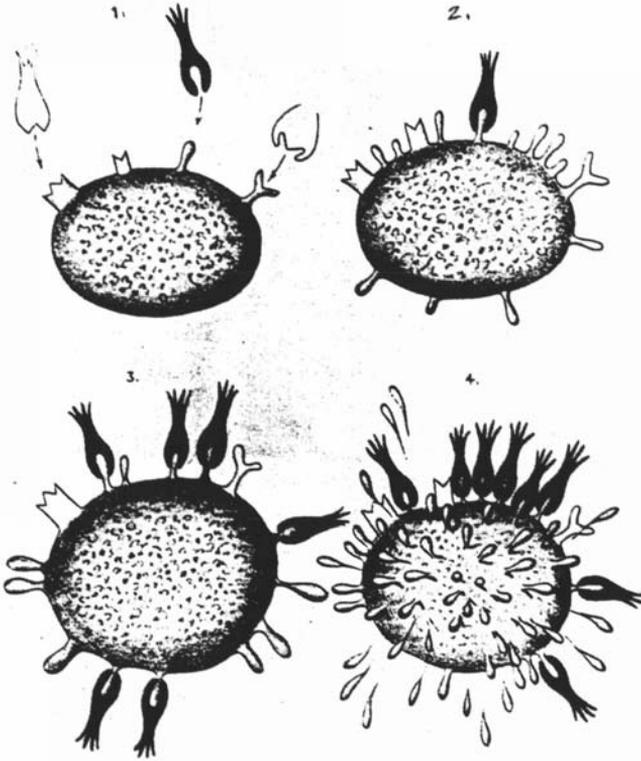


Fig. 9.1 Théorie de la chaîne latérale d'Ehrlich. Ehrlich proposa que l'interaction de l'antigène avec un récepteur préformé présent sur la cellule B (on ignorait alors qu'il s'agissait d'un anticorps) augmentait la production et la sécrétion de ce récepteur par la cellule. Bien que le schéma montre qu'Ehrlich pensait qu'une seule cellule pouvait produire des anticorps capables de se lier à plus d'une sorte d'antigène, il est évident qu'il anticipa à la fois la théorie de la sélection clonale et l'idée que le système immunitaire pouvait produire des récepteurs avant même le contact avec l'antigène.

source : Paul Ehrlich, *Proc. Roy. Soc.*, B, 66, 424 (1900), repris dans Roitt et al, 1985, p. 91. Ce dessin original est devenu un best-seller de la divulgation des théories immunologiques. Son succès s'explique par l'intuition que l'on prête à son auteur : il aurait préfiguré, dès la fin du siècle dernier, la théorie, aujourd'hui admise, des chaînes latérales et de la sélection clonale. On peut cependant remarquer que ces quatre dessins esquissent le scénario d'une petite bande dessinée.

Mais cette planche a une autre particularité : elle présente en fait une série de quatre dessins organisés en séquence (ils ont été numérotés de 1 à 4 par l'auteur). Le dessin 1 illustre la complémentarité chaîne latérale/antigène. Un antigène est différencié des autres par sa couleur foncée. Sur le dessin 2 l'antigène déjà mis en évidence s'est fixé sur son site spécifique à la surface de la cellule. En 3 l'antigène a été rejoint par cinq autres individus de même nature qui se sont également fixés tout autour de la cellule. Enfin sur la dernière image deux autres individus sont venus rejoindre leurs prédécesseurs mais maintenant la cellule s'est hérissée d'une multitude de sites spécifiques de cet antigène, et les anticorps, se détachant de la cellule, passent dans le sérum.

Cette description de la représentation visuelle proposée par Ehrlich indique nettement qu'elle impose simultanément deux visions du monde. L'une est statique : comment l'antigène se lie spécifiquement à un récepteur. L'autre est dynamique et raconte la séquence d'événements grâce à laquelle un anticorps peut repérer un antigène spécifique puis provoquer la libération d'anticorps par la cellule permettant ainsi à l'organisme de lutter efficacement contre une infection.

la successivité des
dessins crée une
certaine tension
narrative

L'organisation de la planche en une série de quatre dessins crée de fait ce que l'on pourrait appeler un *scientific-strip*⁽³²⁾. La planche que le savant a dessinée constitue deux séries de deux vignettes explicitement numérotées de 1 à 4. Cette séquence ordonnée d'événements lui confère nécessairement une dimension narrative. Il est vrai que conformément à un modèle très utilisé dans toutes les sciences de la vie la séquentialité trouve son origine dans une tradition heuristique : pour décrire un phénomène, il est fréquent de représenter la succession des événements d'un mécanisme ou leurs inter-relations dans un cycle.

Une représentation de ce type, élaborée dans le contexte d'un discours savant, destiné à des pairs, est un double pari. Outre qu'elle propose par cette description hypothétique de rendre compte d'une série d'observations contrôlées (ici, pourquoi en dosant les anticorps circulant, relève-t-on un foisonnement explosif peu après l'exposition à un agent infectieux?) elle constitue un coup de force visuel. En conférant d'emblée à son explication hypothétique la forme d'une figure, Paul Ehrlich innove et enrichit considérablement son énoncé.

Le dessin qui se prête aisément à mémorisation par sa forme séquentielle narrative intrigue d'abord puis permet d'ancrer le modèle. La planche dessinée est un support qui instaure une relation texte-image et donc une activité de lire-voir chez le

(32) Ce jeu de mot est emprunté à la typologie des bandes dessinées. Strip signifie littéralement bande. Pourquoi ne pas souligner la convergence entre la bande dessinée qualifiée de "*figuration narrative*" par Fresnault-Deruelle (1988) et ce type d'illustration?

destinataire plus complexe et plus riche. Mais dans le même mouvement elle donne un substrat matériel aux concepts et donne à penser que cette théorie a la force d'une réalité observable⁽³³⁾.

Il n'est pas aberrant d'estimer que c'est une préoccupation de cet ordre qui milite pour le succès rencontré par les photos prises au moyen des puissants microscopes électroniques.

4. MICROGRAPHIE ET PHOTO-ROMAN

Les savants qui tentaient, à la fin du siècle dernier, de comprendre comment les organismes réagissent contre les toxines, travaillaient sur du matériel observable à l'oeil nu ou à partir d'indices qui étaient contrôlables de visu (par exemple les symptômes d'une maladie). On sait que dans l'immunologie contemporaine, les observables ne sont plus les mêmes. La biologie moléculaire d'une part, et les progrès de l'instrumentation d'autre part, ont bouleversé le champ.

Très grossièrement, on peut séparer les recherches en deux catégories : celles qui traitent de l'immunologie humorale et celles qui sont centrées sur l'immunologie cellulaire. Cette deuxième série est relativement simple puisqu'elle met face-à-face deux types d'acteurs : d'un côté les ennemis (qu'il s'agisse de virus, de bactéries) et de l'autre les défenseurs, c'est-à-dire certaines cellules du système immunitaire qui sont capables de les manger (ou plutôt de les phagocyter, d'où le nom générique de cellules phagocytaires ou phagocytes⁽³⁴⁾). Ces deux types d'acteurs sont aujourd'hui bien identifiés puisqu'on dispose pour chacun d'eux de portraits précis. Il s'agit de clichés obtenus à l'aide d'appareils optiques complexes et de techniques de fixation-coloration comme par exemple l'histofluorescence.

Ces différentes techniques ont doté les immunologistes d'une série consistante de micrographies leur permettant de cataloguer en une liste impressionnante de cellules différentes, ce qui constituait, dans les théories anciennes, le groupe anémique des globules blancs. Ces cellules diffèrent les unes des autres par leur forme ou leur fonction. Il devient même possible de les voir à l'action notamment grâce aux images obtenues par les

la lutte du bien et
du mal

(33) Une recherche en cours de Cambrosio et Keating porte sur les enjeux sociaux de ce type de figuration dans les débats entre scientifiques. Rappelons que P. Ehrlich a lui-même dessiné cette planche. Est-ce une indication sur le rôle prégnant de l'imagerie dans l'intuition scientifique? Ou un souci lié à l'exposition de la recherche?

(34) Rappelons que les cellules impliquées dans les réactions immunitaires appartiennent à deux grandes catégories : les cellules lymphocytaires et les cellules phagocytaires, macrophages ou polynucléaires.

microscopes électroniques à balayage. Et les vulgarisateurs bien entendu tentent de se servir de certaines de ces micrographies.

Cette illustration, publiée dans une revue de vulgarisation, est un bon exemple de cette veine. Il s'agit d'une série de quatre micrographies (photographies prises à l'aide d'un microscope électronique "à balayage"). On y remarque, à l'aide d'une vue agrandie plusieurs milliers de fois, une amibe attaquer et éliminer une cellule de défense de l'organisme (un macrophage du système immunitaire) (figure 8).

les photos sont
choisies comme
preuves

A priori l'emploi de ces photographies scientifiques semble anodin. Pourquoi le vulgarisateur ne procéderait-il pas à la manière du rédacteur d'un dictionnaire illustré ? Puisque l'entité décrite est probablement inconnue du lecteur, autant accompagner sa description linguistique de la vignette illustrative que les scientifiques en proposent⁽³⁵⁾.

Pourtant, dans les sciences de la vie, la production de toute cette imagerie a une importance considérable. Au point que cette activité peut devenir un thème de recherche en soi dont le but est d'élaborer les référents strictement analogiques d'entités biologiques minuscules et invisibles à l'oeil nu. L'instrumentation est censée augmenter l'acuité du regard de l'observateur pour tenter de continuer à fournir une description a priori objective⁽³⁶⁾.

Le cliché photographique scientifique obtenu à l'issue d'une procédure standardisée d'observation, dans des conditions elles-mêmes contrôlées, permet de révéler l'invisible pour en faire un objet observable, concret, mesurable au besoin; cet objet aura alors le statut de témoin, sorte de preuve du réel. Loin de jouer le rôle dévolu à ce qu'on nomme l'illustration (au sens d'un ornement rajouté à un ensemble déjà clos), ces micrographies instaurent un nouveau référent. Ces images construisent la réalité vraie, ou en tous cas, esquissent la vision du monde qu'une théorie scientifique propose de faire voir.

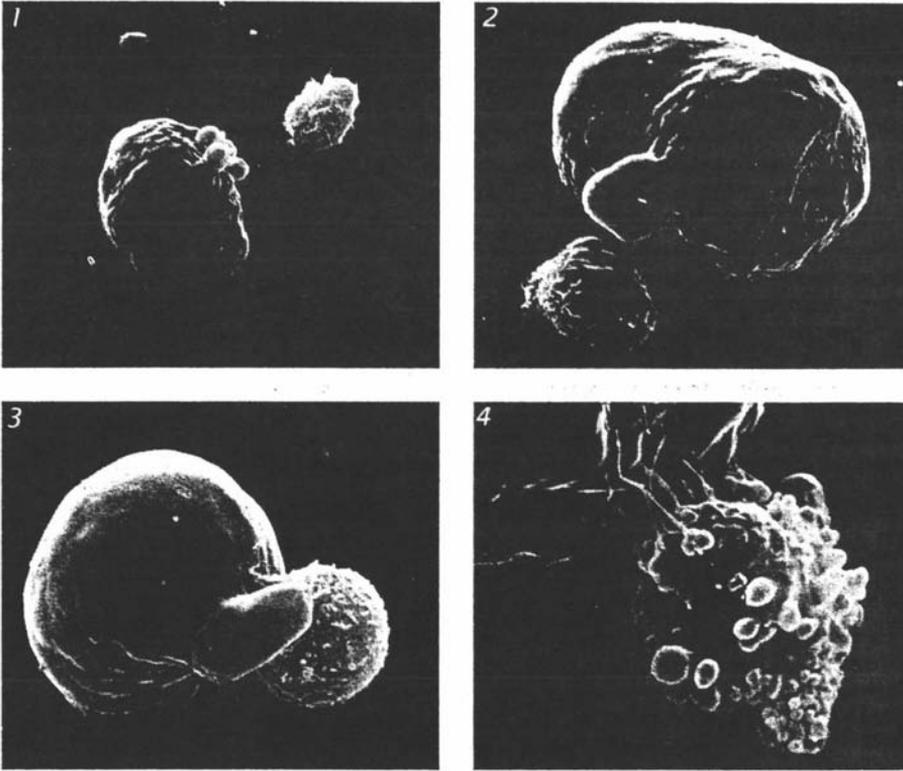
elles racontent
une histoire

Mais, pour le cas qui nous occupe, cette planche comporte, ici encore, non pas une mais quatre micrographies. On la trouve à la dernière page d'un document de vulgarisation intitulé: "*Les cellules tueuses en action*". Les auteurs en sont deux membres du Laboratoire de Physiologie cellulaire de l'université de Rockefeller aux USA. En fait cet article s'ouvre, un peu, comme il se conclut par une planche du même type, composée, elle, de trois micrographies.

(35) On appelle vignette une illustration strictement référentielle comme le dessin correspondant au nom d'un objet, d'une plante ou d'un animal. Le prototype serait la figure d'un des ouvrages populaires les plus connus : le petit Larousse illustré. Sur le rôle de ces vignettes voir Jacquinet, 1988.

(36) L'idée que le cliché photographique constitue une reproduction analogique, fidèle et objective relève d'une vision naïve de cette technique ou de cet art. Loin de constituer un "*langage sans code ni syntaxe*" (Bourdieu, 1965), la photographie scientifique opère elle aussi cet "ordonnement de l'ordre du visible" propre aux choix -inévitables- de l'opérateur.

Figure 8



8. L'AMIBE est un parasite qui tue les cellules au moyen d'une protéine perforante analogue à la perforine. Sur ces photographies prises au microscope électronique à balayage par Gilla Kaplan, *Entamoeba histolytica* (la grosse cellule) approche de sa cible, un macrophage du système immunitaire (1) et émet un pseudopode (2). Une fois le contact établi, l'amibe peut tuer sa cible par phagocytose (c'est-à-dire par ingestion) (3), ou en sécrétant une protéine qui forme des pores : la cellule cible gonfle, sa surface se couvre de bulles ou de vésicules (4), et elle meurt.

source : *Pour la Science*, 125 (mars, 1988), p. 86

Un roman photo qui raconte comment la perfide amibe, nommée *Entamoeba histolytica*, empoisonne un courageux macrophage!

le récit
dramatique
prend appui sur
les métaphores
des spécialistes

Comme l'indique fort justement son titre, ce document est la description d'une action. Celle-ci est fort bien résumée dès le chapeau situé en dessous du titre (p. 80) : "*Ces cellules du système immunitaire reconnaissent une cellule-cible, s'en approchent, s'y fixent; puis elles sécrètent une protéine perforant la membrane de la cellule qui se vide et meurt*". Ce court énoncé constitue un parfait résumé de l'action, comme s'il s'agissait d'un scénario ou d'un script, script qui servira de canevas aussi bien à la rédaction d'une partie du texte que pour les légendes des deux séries de photos qui ouvrent et ferment le document.

Revenons à cette illustration. Les micrographies sont numérotées de 1 à 4 imposant ainsi une orientation du regard et une successivité des images de gauche à droite et de haut en bas. La première photo fixe le début de l'action : la grosse cellule (une amibe) émet un pseudopode en direction d'un défenseur (un macrophage). Les photos suivantes retracent des changements ou évolutions. La dernière des quatre photos saisit l'instant précis où le défenseur anonyme meurt. Cette séquence illustre la progression du récit; récit dramatique qui s'achève par la défaite de l'un des protagonistes; récit canonique élémentaire avec attaque, puis lutte (inégale) et qui s'achève par la mort d'une victime (le dénouement).

Le texte lui-même induit sans ambiguïté une lecture de ce type: conjugués au présent, les verbes actualisent un drame qui se déroule sous les yeux du lecteur. Ce sont tous des verbes d'action ou de faire comme "*s'approcher*", "*se fixer*", "*perforer*", "*vider*" et enfin... "*mourir/tuer*". Les analogies couramment utilisées, tout comme les termes scientifiques, volontiers métaphoriques, imposent un registre très homogène. Le texte commence ainsi : "*On compare souvent le système immunitaire à une armée et les cellules immunitaires à des soldats*". Les dénominations sont elles aussi très suggestives : "*cellule tueuse naturelle (NK, Natural Killer)*", "*cellule-cible*"...⁽³⁷⁾ On dispose ainsi d'un faisceau d'indications linguistiques et textuelles qui toutes orientent l'interprétation vers un mini-récit prototypique que l'image résume et condense.

Soulignons par ailleurs la symétrie des deux séries. La première, non reproduite ici (attaque et meurtre d'une cellule tumorale par un lymphocyte T) est le double inversé de la seconde (attaque et meurtre d'un macrophage par une amibe). Cette convergence n'a évidemment rien de fortuit. Dans la lutte que se livrent les cellules de la défense du corps et les agresseurs, qui menacent l'intégrité corporelle, les armes sont interchangeables. Comme le sont également les images des représentants de l'un et l'autre camp. Dans cette lutte du bien et du mal (et notons que le noir-et-blanc du cliché renforce le

(37) L'orientation très métaphorique des termes de l'immunologie fait l'objet de remarques contradictoires comme chez Moulin, 1988 ou Karush, 1988. Leur analyse demanderait une étude approfondie.

manichéisme de l'opposition), on ne sait s'il faut craindre davantage le danger représenté par l'ennemi ou l'efficacité de l'arme utilisée par le défenseur pour le détruire.

5. IMAGERIE SCIENTIFIQUE ET DIVULGATION

Cette petite étude est consacrée à un aspect encore assez peu étudié des documents de divulgation : les plages visuelles et l'imagerie qu'elles utilisent. Pour compléter les recherches qui tentent d'évaluer leur efficacité, nous avons décrit certaines des tendances de figurabilité des théories immunologiques. On peut, comme pour d'autres thèmes, identifier plusieurs grammaires d'images. Certaines plages visuelles sont en effet, directement empruntées au champ scientifique et résultent de contraintes épistémologiques ou plus prosaïquement instrumentales. Elles ont été élaborées pour produire de la connaissance. D'autres ont été conçues plus tardivement et dans une perspective d'exposition de résultats ou même de diffusion. Ces deux types d'images peuvent-ils avoir des impacts comparables auprès d'une même catégorie de lecteurs?

Il est bien difficile de répondre a priori à une telle question. Mais pour résumer les observations qu'une analyse de type sémiolinguistique permet d'établir pour certaines de ces images, nous ferons plusieurs catégories de remarques.

Les dessins de Paul Ehrlich, tout comme les micrographies scientifiques, par leurs qualités visuelles et plastiques, sont propres à être décontextualisés. La précision du dessin tout comme sa simplicité dans un cas, la qualité de la mise au point, le contraste du noir et blanc, le galbe des formes et leur étrangeté (qui évoquent certaines tendances de la création artistique contemporaine) dans l'autre, confèrent à ces planches une valeur expressive autonome. Elles fournissent alors une image d'accroche qui, par son étrangeté ou sa nouveauté, est susceptible d'attirer l'attention du lecteur.

On peut ensuite souligner que ces planches possèdent une qualité essentielle : par leur structure et leur organisation spatiale, elles fournissent rapidement au destinataire, et ce sans commentaire superflu, des indications susceptibles de l'aider à comprendre l'image. On sait que la bande dessinée tire en partie son succès de sa capacité à superposer à son discours son mode d'usage. Peut-être possède-t-elle un avantage par rapport à d'autres grammaires d'images qui au contraire réclament, soit une culture visuelle préalable, soit un apprentissage pour acquérir des habiletés spécifiques de lecture d'images.

Les dessins d'Ehrlich comme les micrographies doivent encore davantage à la bande dessinée : ils apparaissent comme de courts récits visuels prototypiques. Il n'est nul besoin de rechercher l'histoire qui se cache sous chaque image car

les grammaires
d'image et leur
efficacité
communicative

chaque séquence constitue une sorte de strip, petit récit condensé en trois ou quatre vignettes⁽³⁸⁾.

Ces images peuvent être interprétées sur deux plans. D'un côté, elles proposent une image analogique, illustration référentielle, d'entités biologiques jusqu'ici inconnues ou mal connues. De l'autre, elles embrayent sur des mythes puissants : capacité à répondre à une agression microbienne en produisant un contre-poison, lutte sans merci qui se termine par la mort d'un adversaire, emploi d'armes surnaturelles et irrémédiables (le poison)⁽³⁹⁾...

On peut donc souligner que les ressources de visualisation auxquelles les divulgateurs recourent dans leur quête de figurabilité ont des effets au moins aussi importants que les tentatives de reformulation strictement linguistiques. En premier lieu, on peut penser que l'imagerie précise et ancre le registre analogique que l'immunologie utilise volontiers. La "défense" ou les "tueuses naturelles" cessent d'être des notions scientifiques pour devenir les héros d'un fait divers quotidien dont le vulgarisateur nous rend compte comme il s'agissait d'un véritable reportage.

Peut-on espérer à l'avenir que les recherches sur les effets des images prennent en compte la diversité des types d'imagerie mobilisés? En fait ces recherches supposent toutes que les sujets savent déjà, a minima, traiter l'image et que la plage visuelle (presque toujours un dessin ou une photo de type analogique et plus souvent un schéma qui focalise l'attention par le traitement cognitif qui a permis sa conception) permettra de mieux comprendre l'énoncé linguistique qui constitue le noyau dur de la connaissance à transmettre. L'étude de l'impact des plages visuelles ne porte en réalité que sur le contrôle des activités de rappel ou de mémorisation en vérifiant la réponse à des questions dites de compréhension, c'est-à-dire une liste d'items factuels ou inférentiels tous directement tirés de l'énoncé linguistique. Il est bien évident que des recherches de ce type, très précises et bien conduites, sont indispensables. Mais en se spécialisant dans l'étude en profondeur d'une catégorie limitée de facettes des documents de divulgation, elles risquent d'induire deux types d'interprétation. Premier risque : toutes les plages visuelles dans les documents destinés à diffuser des connaissances scientifiques, appartiennent à un ensemble homogène. Deuxième danger : est-il possible de généraliser à l'ensemble de l'imagerie mobilisée, les résultats

(38) Cf. Myers, 1988.

(39) Un texte récent de K. Popper souligne la parenté entre la création artistique et la science : *"Pour moi, la science tire ses origines des mythes poétiques et religieux, et de l'imagination humaine toujours en quête d'une explication de nous-mêmes et de notre univers (...) poésie et science ont une seule et même origine dans le mythe."* (Popper, 1989, p. 41).

positifs obtenus à l'aide de vignettes analogiques ou de schémas précis et utilisés à bon esient dans un document, sans préjuger de la complexité des effets virtuels d'autres catégories d'images?

Daniel JACOBI
Institut National de Promotion Supérieure
Agricole, Dijon

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BACH, J.F. et LESAVRE, P. (1981) - *Immunologie* - Paris, Flammarion.
- BOURDIEU, P. (Edit. 1965) - *Un art moyen; essai sur les usages sociaux de la photographie* - Paris, Minuit.
- BRESSON, F. (1981) - "Compétence iconique et compétence linguistique" - *Communications*, 33, p.185-196.
- CANGUILHEM, G. (1979) - *Etudes d'histoire et de philosophie des sciences* - Paris, Vrin.
- de DUVE, C. (1987) - *Une visite guidée de la cellule vivante* - Paris, Belin.
- DUCHASTEL, P. (1978) - "Illustrating Instructional Texts" - *Educational Technology*, 18, 11, p.36-39.
- DUCHASTEL, P., FLEURY, M. et PROVOST, G. (1988) - "Rôles cognitifs de l'image dans l'apprentissage scolaire" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.667-671.
- DUCHASTEL, P. et WALLER, R. (1979) - "Pictorial Explanation in Instructional Texts" - *Educational Technology*, 19, 11, p.20-25.
- FRESNAULT-DERUELLE, P. (1988) - "Aperçu sur la mécanique narrative des strips" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.583-588.
- FREUD, S. (trad. fse 1967) - *L'interprétation des rêves* - Paris, PUF.
- GOLDSMITH, M. (1986) - *The Science Critic* - New York, Routledge & Kegan Paul.
- GOLUB, E.S. (1987) - *Immunology; a Synthesis* - Sunderland (Mass), Sinauer Ass.
- GUERY, L. & al. (1985) - *L'information scientifique, technique et médicale dans la presse quotidienne régionale* - MIDIST-CFPI, Paris.
- GUILBERT, L. (1975) - *La créativité lexicale* - Paris, Larousse.

- JACOBI, D. (1987) - *Textes et images de la vulgarisation scientifique* - Berne, P. Lang.
- JACOBI, D. (1988) - "Les images et la vulgarisation scientifique" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.559-570.
- JACOBI, D. (1990) - Les séries superordonnées dans la vulgarisation scientifique - à paraître.
- JACOBI et VEZIN (Edit. 1988) - "La communication par images" - *Bulletin de Psychologie*, 386, (41).
- JAKOBSON, R. (1963) - *Essais de linguistique générale* - Paris, Minuit.
- JACQUINOT, G. (1988) - "Pas sage comme une image ou de l'utilisation des images en pédagogie" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.603-609.
- KARUSH, F. (1987) - Metaphors in Immunology - Comm. au Symposium de Toronto, (à paraître)
- LATOUR, B. (1985) - "Les "vues" de l'esprit" - *Culture Technique*, 14, p.5-29.
- LYNCH, M. et WOOLGAR, S. (1988) - "Representation in Scientific Practice" - *Human Studies*, (11), 2-3 - Dordrecht, Kluwer Academic Publ.
- MOULIN, A. M. (1988) - "Le maintien de la polysémie d'un terme scientifique; l'exemple du récepteur" - *in* GROULT, M. (édit.) - *Transfert de vocabulaire dans les sciences* - Editions du CNRS - p.171-178.
- MYERS, G. (1988) - "Every Picture Tells a Story; Illustrations in E.O. Wilson's Sociobiology". *Human Studies*, 11,(2-3), p.235-270.
- PAINE, H.E. (1980) - "Some Problems of Illustration", *in* Kolers & al. (édit.) - *Processing in Visible Language*, 2 - N.Y., Plenum Press, p.143-156.
- PANOFSKY, E (1969) - *L'oeuvre d'art et ses significations; essais sur les "arts visuels"* - Paris, Gallimard.
- POPPER, K. (1989) - "Rôle de l'auto-critique dans la création" - *Diogène*, 145, p.38-48, Paris, Gallimard.
- REID, D. J. (1984) - "The Picture Superiority Effect and Biological Education" - *Journal of Biological Education*, 18, p.29-36.
- REID, D. J. (1990) - "Quelques investigations sur le rôle des images dans l'apprentissage à partir de textes de biologie", *Les cahiers du CRELEF*, 28 (à paraître).
- ROÏTT, I. , BROSTOFF, J. & MALE, D. (1985) - *Immunologie fondamentale et appliquée* - Medsi.

- RUMELHARD, G. (1986) - *La génétique et ses représentations* - Berne, P Lang.
- VEZIN, J.F. (1984) - "Apport informationnel des schémas dans l'apprentissage" - *Le travail humain*, 47, 1 p.61-71.
- VEZIN, J.F. (1985) - "Mise en relation de schémas et d'énoncés dans l'acquisition des connaissances" - *Bulletin de Psychologie*, (38), 368, p.71-80.
- VEZIN, J.F. et L., (1988) - "Illustration, schématisation et activité interprétative" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.655-666.
- VEZIN, L. (1986) - "Les illustrations, leur rôle dans l'apprentissage de textes" - *Enfance*, 1, p.109-126.
- WEILL-FASSINA, A. (1988) - "Complexité figurale et complexité opératoire dans la compréhension et l'utilisation de graphismes techniques" - *Bulletin de Psychologie*, (41), 386, p.645-654.