

Nouveaux cahiers 3/2008
«Linguistique / Littérature / Génétique»

ijS,L+A
Institut Jurassien
des Sciences, des Lettres
et des Arts

Président:
Gervais Chapuis, Lausanne,
professeur à l'EPFL
gervais.chapuis@epfl.ch

Secrétaire général:
Jean-René Moeschler, Malleray,
artiste peintre
jrmoeschler@tribu.ch

Secrétaire des procès-verbaux:
Daniel Sangsue, Neuchâtel,
professeur de littérature française à l'Université de Neuchâtel
daniel.sangsue@unine.ch

Trésorier:
Roger Duc, Courtedoux,
pianiste
roger.duc@gmail.com

Bibliothécaire:
André Bandelier, Pesieux,
historien
andre.ban@vtxnet.ch

Asseseurs:

Christiane Jacquat Bertossa, Zurich,
archéobotaniste
cjacquat@botinst.uzh.ch

Paul Jolissaint, Porrentruy
professeur de mathématiques à l' Université de Neuchâtel
paul.jolissaint@unine.ch

Alexandre Voisard, Courtelevant,
écrivain
rue de la Vendeline 8
F - 90100 Courtelevant

4 Gervais Chapuis
Avant-propos.

8 Marie-José Béguelin
Jeux de langage et mots d'esprit.

30 Daniel de Roulet
L'ingérence littéraire dans la science et la politique.

46 Walter Wahli
Nutrition, gestion de l'énergie et surpoids: que font
donc nos gènes?

Jacques Bélat
Illustrations, p. 31, 43, 63 et 79.

Table des matières

Responsable de la publication et de la réalisation
Jean-René Moeschler, secrétaire général

Impression
Juillerat & Chervet, St-Imier

Tirage
300 exemplaires

Distribution
Bibliothèque cantonale jurassienne
Hôtel des Halles
Rue Pierre Péquignat 9
Case postale 64
2900 Porrentruy 9

ISSN: 1661-3546

© Tous droits réservés auprès des auteurs

Publié avec l'aide de:

l'Office de la culture du Canton de Berne,
par le Conseil du Jura bernois
l'Office de la culture de la République et
Canton du Jura

AVANT-PROPOS

Le troisième cahier de la nouvelle série reflète encore une fois la richesse des thèmes traités par les membres de l'Institut lors des manifestations annuelles. Que ce soient des sujets qui concernent de plus en plus notre société (l'obésité vue par un biologiste moléculaire), ou des sujets plus littéraires (un écrivain s'entretenant avec un spécialiste de l'environnement et une linguiste analysant les mots d'esprit de langue française), le lecteur pourra apprécier leurs qualités.

Plutôt que de me limiter à résumer les trois contributions de l'année, je propose un sujet un peu inhabituel dans ce contexte, quelques notes de voyage sur le Japon. Comme beaucoup de scientifiques et depuis de nombreuses années, j'ai été amené à visiter presque une fois par an le Japon dans le cadre de congrès ou de visites scientifiques.

Chaque déplacement m'a montré combien la société japonaise évolue à grands pas en fonction des influences qu'elle glane dans le jeu de la globalisation. Cette évolution est d'autant plus étonnante que le Japon est composé d'une série de grandes îles et qu'il est notoire que les pays insulaires résistent plus longtemps aux influences externes. Par exemple, la notation anglaise est toujours plus fréquente dans les lieux publics, enlever ses chaussures en pénétrant dans un immeuble n'est plus de rigueur et de plus en plus de Japonais maîtrisent l'anglais.

La première chose qui frappe en arrivant au Japon est l'existence de deux mégapoles, l'une centrée autour de Tokyo-Yokoama et l'autre autour d'Osaka-Kobe-Kyoto. Chacun de ces centres compte une population de l'ordre de 25 millions de personnes, dont les actifs n'hésitent pas à se déplacer quotidiennement durant des heures pour se rendre à leur poste de travail. Comme Suisse, habitué aux dimensions réduites, on se demande comment une telle quantité de déplacements peut se faire d'une manière non chaotique. Ceci représente à mon avis le premier miracle japonais que l'on peut vérifier quotidiennement. Le réseau ferroviaire hiérarchisé, à savoir que plus les distances à parcourir sont grandes, plus la vitesse de déplacement est grande (le

Shinkansen est l'équivalent japonais du TGV) est d'une telle précision quel que soit le niveau de la hiérarchie. Le citoyen suisse en reste pantois, malgré sa confiance illimitée en son propre système ferroviaire et en sa ponctualité. Pour augmenter l'efficacité, chaque type de train a ses propres marques indiquées sur le perron, de sorte que les arrêts sont les plus courts possibles. Ce système est tellement bien rodé qu'on est toujours surpris du manque de bousculade même aux heures de pointes les plus denses. On a l'impression que les gens coulent les uns à côté des autres sans se toucher.

Ceci me conduit à une autre caractéristique du Japon, à savoir l'extrême politesse des gens. Les formes de respect envers autrui sont toujours bien ancrées dans la société japonaise. L'Européen ne peut plus que rêver d'une telle politesse au vu des incivilités que l'on observe quotidiennement sous nos latitudes. C'est justement grâce à cette qualité que la société japonaise continue à se développer d'une manière harmonieuse malgré la structure des mégapoles et l'afflux de population dans les zones d'activités économiques.

Je ne peux que recommander la visite du Japon à ceux qui s'intéressent à cette société remarquable, à son histoire très riche, à son architecture et à ses paysages d'une beauté souvent époustouflante.

JEUX DE LANGAGE ET MOTS D'ESPRIT

Dans ces lignes, je me propose d'illustrer – ne fût-ce qu'en partie – les objectifs et les méthodes de ma discipline, la linguistique du français moderne. J'ai choisi, pour cela, de traiter le thème des jeux de langage et des mots d'esprit: ce regroupement se justifie du fait qu'à l'instar de beaucoup de «petits genres comiques» (devinettes, charades, rébus, histoires drôles...), les mots d'esprit consistent assez souvent à mettre en scène, au cours de l'interaction verbale, un jeu de langage. Chemin faisant, nous verrons que les jeux de langage véhiculent toute une science non théorisée, non moins raffinée pour autant, sur les différents aspects du fonctionnement langagier.

Afin de cerner de plus près mon objet, je partirai de deux exemples bien contrastés :

- (1) *Lorsque j'ai été kidnappé, mes parents ont agi tout de suite avec rigueur. Ils ont sous-loué ma chambre.*
(Woody Allen)
- (2) — *Pourquoi avez-vous appelé votre fille Moustachacha?*
— *La vôtre s'appelle bien Barbara.* (blague Astrapi)

Dans (1), l'effet humoristique produit est lié à l'évocation d'une situation peu vraisemblable où des parents, après le rapt de leur enfant, auraient pour premier souci de rentabiliser l'événement en sous-louant la chambre de la victime. Le comique est ici orienté vers le référent: en fonction d'un certain bagage moral et culturel, l'univers extra-linguistique construit par l'énoncé est de nature à déclencher le rire. Dans (2) en revanche, c'est la langue et non le monde qui est au premier plan. En introduisant un parallèle saugrenu entre *Barbara* et le prénom de fantaisie *Moustachacha*, l'objectif de la blague est essentiellement de mettre l'interprète sur la piste d'un double sens: [ba{ba{a} = *Barbara* ou *barbe à rat*. En termes

techniques, on parle ici de calembour², plus précisément de calembour *in absentia* («en absence», car le texte n'explicite qu'une des interprétations nécessaires au double sens). Le jeu se présente, de ce fait, sous la forme d'une petite énigme dont l'interprétation mobilise plusieurs facettes de la compétence linguistique: maîtrise des mécanismes de substitution, conscience des associations sémantiques et lexicales (*barbe-moustache*, *rat-chat*), sensibilité aux ambiguïtés du français parlé et aux dissymétries entre forme écrite et forme orale... Le tableau suivant cherche à cerner cette complexité; la partie grisée signale le versant explicite du processus.

STATUT	EXPLICITE	IMPLICITE	
MEDIUM	ÉCRIT	↔ ORAL (AMBIGU) ↔	ÉCRIT
MÉCANISME	PARALLÉLISME		SUBSTITUTION
FORMES LINGUISTIQUES EN JEU	Barbara Moustachacha	↔ [barbara] ↔ ↔ [mustaʃaʃa] ↔	<i>barbe à rat</i> <i>moustache à chat</i>

Les jeunes francophones d'âge scolaire, en pleine découverte de l'écriture et des relations de motivation qui unissent les unités du lexique (relations de dérivation, de composition etc.), sont très friands de ce genre de calembours. Sans doute leur permettent-ils d'exorciser une des grandes difficultés que leur pose la maîtrise de l'écrit: en français parlé, les limites de mots sont très peu démarquées prosodiquement, ce qui multiplie les homophonies potentielles – terrain propice, s'il en est, aux fautes d'orthographe et aux calembours. Relèvent d'une veine identique à (2) les inépuisables blagues utilisant une matrice prénom-nom: «*Monsieur et Madame Zankor ont un fils. Comment le prénomment-ils?*» (réponse: *Jean-Henri*), «*Monsieur et Madame Naideauchaupe ont un fils, ils l'appellent Roby*», (Geluck), etc.

Dans la suite de cet exposé, je présenterai une typologie des principaux jeux de langage, en laissant de côté, dans un premier temps au moins, les mots d'esprit orientés vers le référent. On verra que le matériau est complexe: certains de mes exemples sont difficiles à catégoriser et mériteraient probablement de figurer sous plus d'une rubrique. Le classement présenté ci-dessous n'a, par ailleurs, aucune prétention à l'exhaustivité, le propre des jeux de langage étant précisément de déjouer, encore et encore, les attentes de ceux auxquels ils s'adressent.

¹ Entre crochets droits figurent des transcriptions phonétiques rédigées en Alphabet Phonétique International (API). L'API permet de faire correspondre, de manière biunivoque, un signe graphique à un son donné du langage et un seul. Un tableau des signes de l'API utiles pour la transcription du français moderne est fourni en Annexe à la fin de cette étude.

² «Jeu d'esprit fondé soit sur des mots pris à double sens, soit sur une équivoque de mots, de phrases ou de membres de phrases se prononçant de manière identique ou approchée mais dont le sens est différent.» (Définition tirée du *Trésor de la langue française informatisé*)

Une première série bien connue de jeux de mots repose sur des permutations de sons ou de suites de sons, syllabes ou autres. Ce mécanisme est propre à un genre très populaire, le contrepet, également connu sous le nom de contrepèterie ou *antistrophe*; il servira d'étape initiale à notre rapide parcours.

(3) *Les fraises des bois ressemblent à des braises, des fois.
Ayant pris mon pain sans beurre, je prends mon bain
sans peur.
Il ne faut pas confondre ma tartine et ta Martine - pas
plus qu'il ne faut confondre Lamartine et ma latrine*
(Geluck)

(4) – des carottes et des tomates – des marottes et des
tocades.

Dans (3) et (4), le jeu consiste à réaliser successivement deux séquences linguistiques identiques³, à une permutation de consonnes près:

[f{ezdebwa]	[b{ezdefwa]
fraise des bois	braise des fois
f ↔ b	b ↔ f

Le contrepet peut être rigoureux, comme dans l'exemple ci-dessus, ou approximatif comme dans (4), où les consonnes finales des deux séquences parallèles ne sont pas strictement semblables; il s'agit les deux fois de consonnes dentales, mais l'une est sourde (*t*) et l'autre sonore (*d*):

[ka{tetmaʃ]
[ma{tetkad}]

Les exemples (3) et (4) sont des *contrepets in praesentia* («en présence»): difficile de les ignorer, puisque les deux séquences en jeu sont livrées côte à côte et en toutes lettres... Il en va tout différemment pour les contrepets *in absentia*, où ne figure que l'une des deux suites quasi-homophones nécessaires à la réalisation du contrepet⁴:

³ Cette identité peut être à la fois phonique et graphique, comme dans les deux premiers exemples de (3), ou alors phonique uniquement, comme dans (5).

⁴ Plusieurs des exemples cités dans la suite de cette étude sont empruntés aux travaux cités dans la bibliographie.

(5) *Moi vivant, il y aura toujours un nom sur la plaquette.
Les Occitans hérétiques.*

(6) *Jean-Sol Partre* (Vian, *L'Écume des jours*)

Quand la suite «non manipulée» est seule explicitée (ex. 5), le jeu exige, de la part de l'interprète, une disposition et une aptitude à décaler les sons⁵. Le mécanisme interprétatif des contrepets *in absentia* peut être analysé comme suit, la phase la plus délicate étant, bien sûr, l'identification des sons ou des séquences candidats à permutation:

	CONTREPET PAR PERMUTATION DE CONSONNES	CONTREPET PAR PERMUTATION DE VOYELLES
SÉQUENCE DE DÉPART (seule explicite)	[œ̃nõsyrlaplaket] un nom sur la plaquette	[lezõksitãzeretik] les Occitans hérétiques
IDENTIFICATION DES SONS À PERMUTER (non signalés)	[œ̃nõsyrlaplaket] un nom sur la plaquette ↓	[lezõksitãzeretik] ↓ les Occitans hérétiques ↓
RÉSULTAT (implicite) DE LA PERMUTATION	[œ̃kõsyrlaplanet] un con sur la planète	[lezeksitãzerotik] les excitants érotiques

Le procédé comporte beaucoup d'avantages. Il permet de crypter des séquences à contenu licencieux ou subversif, tout en laissant à l'interprète la charge et la responsabilité de les élaborer lui-même à partir d'un «produit d'entrée» aussi peu compromettant que possible⁶.

La situation symétrique existe aussi où seule la séquence manipulée, produit du contrepet, est actualisée (ex. 6). Toutefois l'impact est tout autre: il s'agit alors surtout de parodier une expression bien connue, facile à récupérer (nom propre, proverbe, locution...) (cf. aussi (7) plus bas).

Le contrepet illustre à merveille le rôle assumé dans la langue par l'atome sonore qu'est le phonème, qui assume une fonction *distinctive*, permettant de *distinguer* des significations. Ainsi, en troquant un [k] contre un [m] dans le signe [ka{t}], on obtient [ma{t] «marotte», la substitution permettant de passer sans crier gare du légume à la manie... Une simple substitution de phonème entraîne, on le voit, des conséquences sémantiques

⁵ Le titre des manuels de contrepet, cela n'étonnera personne, prêtent souvent eux-mêmes à contrepet : *Ceux que la Muse habite, L'art de décaler les sons...*

⁶ Cf. la célèbre rubrique du *Canard Enchaîné* intitulée *Sur l'Album de la Comtesse*; voir aussi le site <http://www.fatrazie.com>

imprévisibles. Aussi les contrepets débouchent-ils sur des effets inattendus, d'autant plus captivants qu'ils reposent sur des manipulations économiques, n'affectant que modérément la forme de la séquence concernée (voir aussi plus bas sous III). Le caractère fantasque du contrepêt n'exclut pas qu'il puisse, à l'occasion, se charger de valeur poétique, par exemple lorsqu'il permet de suggérer l'existence, entre deux référents, d'une analogie subtile et bien trouvée. Tel est le cas dans notre premier exemple : *Les fraises des bois ressemblent à des braises, des fois.*

Dans les cas examinés jusqu'ici, le contrepêt permet de passer inopinément d'un signe à un autre, dans le cadre fermé d'un lexique préconstruit. Voici pourtant, sous la plume de L.-P. Fargue, l'exemple de contrepets « néologiques » ; construits à partir de séquences banales (*commissaire de police, minute à perdre*), ils servent à créer des désignations burlesques, propices à l'émergence de remotivations impertinentes.

(7) *Je bondis sur le téléphone. - Allô copissaire de molice? Allô? Ici, Péon-Faul Margue... Oui, l'évicrain, le toèpe... Margue! M comme Mladimir, A comme Axédranle, R comme Rabnabé... Au secours! Venez vite. Il n'y a pas une pinute à merdre. Je suis assiégé par les mots.*
(L.-P. Fargue)

RÉSULTAT (explicite) DU CONTREPÊT NÉOLOGIQUE :	[kɔpɪsɛʁdœmɔlis] copissaire de molice
FORME DE DÉPART (implicite mais évidente) :	[kɔmɪsɛʁdœpɔlis] commissaire de police
ALLUSIONS LEXICALES INTERFÉRENTES :	[kɔpɪsɛʁdœmɔlis] radical verbal de <i>pisser</i> , radical adjectival de <i>mou/mol-</i>

Dans d'autres cas, proches du contrepêt, la permutation ne porte pas sur des sons isolés mais sur des syllabes entières (8a) :

(8a) *Saint-Jean Baptiste : Ah mes salauds, c'est Salomé!* (Prévert)

Cet exemple repose sur une permutation *in praesentia* de syllabes ou de groupes syllabiques :

[me salo] → [salo me]
1 2 2 1

La permutation de syllabes ou de sons juxtaposés joue également un rôle de premier plan dans l'élaboration du verlan, forme quasi codifiée de jeu de langage :

(8b) *laisse béton* une histoire de uk

[t] + [be] → [be + t] [ky] → [yk]
mon zomblou une *meuf*
[blu] + [z] → [z] + [blu] [fɑ + m«] [m« + f(a)] → [mɪf]

C'est ici l'entité lexicale elle-même qui est le théâtre d'une permutation soit de syllabes, soit, plus rarement, de phonèmes.

Pour clore cette rubrique consacrée aux permutations phoniques et/ou graphiques, on mentionnera le cas limite que représente l'anagramme. Ce jeu consiste à bouleverser le matériau graphique d'un signe de manière à produire un autre signe, ce qui est de nature à suggérer, entre les référents désignés, l'existence d'une mystérieuse affinité. Quelques exemples :

(8c) *Roma – amor* (Ronsard)
Marie – aimer (Michel Leiris)
baiser = braise
Boris Vian – Bison ravi – Brisavion

«*Soigneur*» est l'anagramme de «*guérison*»
– *C'est dingue, non?* (Geluck)

SÉRIE II : PERMUTATION DE SIGNES

Dans cette deuxième série, la permutation agit non plus sur des *phonèmes* (unités *distinctives*, dépourvues de sens en elles-mêmes), mais sur des *signes* ou groupes de signes (entités *significatives*, douées de sens), selon un schéma de type ... S1... S2..., S2... S1.... Dans la tradition rhétorique, cette figure est connue sous le nom d'antimétabole :

(9) *On dit que boire du café empêche de dormir — par contre... dormir empêche de boire du café* (Geluck)

(1.....2.....2.....1)

(10) *Un pour tous, tous pour un.*
Il ne sert de rien d'être jeune sans être belle, ni d'être belle sans être jeune.

(La Rochefoucauld, *Maximes*, 497)
*Toutes les fois qu'on est mieux chez soi que dans la
 rue, on doit être battu par ceux qui sont mieux dans la
 rue que chez soi.* (Jules Vallès)

- (11) *Plus vous les portez plus vous les aimez, plus vous les
 aimez plus vous les portez*
 (Timberland, marque de chaussures)
Il y a de l'Urgo dans l'air. Il y a de l'air dans Urgo.
 (Urgo, marque de pansements)

Une fois permutés, les signes en question continuent à véhiculer le sens dont, par définition, ils sont porteurs. Il s'ensuit que les effets sémantiques produits restent relativement prévisibles, presque rationnels en regard de ceux du contrepét. En conséquence, on ne s'étonnera guère de rencontrer l'antimétabole non seulement en contexte plaisant ou comique (9), mais aussi au service de contenus plus graves, qu'il s'agisse de devises et de maximes (10) ou encore de slogans publicitaires (11). L'exemple (12), *a contrario*, n'a de l'antimétabole que l'apparence:

- (12) *Les gens préfèrent glisser leur peau sous les draps
 que risquer leur vie sous les drapeaux.* (Devos)

Ici en effet, *peau* et *drap* ne sont pas répétés et permutés en tant que signes porteurs de leurs signifiés respectifs: ils sont seulement repris en tant que matériau syllabique servant à constituer le mot *drapeaux*. L'antimétabole se résout en un calembour, d'autant plus surprenant qu'il se présente sous l'apparence de la maxime.

L'antimétabole est fréquemment usitée *in absentia*, hors actualisation de la formule détournée. Il s'agit alors de parodier et quelquefois de disqualifier en profondeur les stéréotypes du langage courant, qu'il s'agisse de titres célèbres, de slogans, de proverbes, d'expressions toutes faites, etc. :

- (13) *le Noir et le Rouge*
*Quand le baromètre se passe la patte derrière l'oreille,
 c'est que le chat est à la pluie.*

Mourir, c'est partir un peu.
Je suis trop honnête pour être poli.

Les derniers exemples de (13) illustrent à merveille le potentiel subversif de la figure. L'effet produit est d'autant plus puissant que la formule détournée constitue la source même de l'énoncé «paradoxal» qui en dément la validité. De fil en aiguille,

EXPLICITE	[le N ₂ le N ₁] [V ₂ V ₁] [Adj ₂ Adj ₁]
IMPLICITE (SÉQUENCE STÉRÉOTYPÉE)	↑ [le N ₁ le N ₂] [V ₁ V ₂] [Adj ₁ Adj ₂]

c'est ainsi le fonctionnement du raisonnement quotidien, pétri de truismes, qui se trouve indirectement mis en cause.

Pour achever cette rubrique, voici un poème de Desnos dont la fin repose sur un effet proche de l'antimétabole:

Après une longue énumération de suites construites sur le schéma N₁ à N₁, N₂ à N₂, etc., le dernier tercet du poème combine entre elles plusieurs de ces expressions, symbolisant de manière raffinée les effets de l'amour:

(14) Pierre à pierre

<i>Pierre à pierre et pied à pied</i>	<i>Grain à grain et corps à corps</i>
<i>Et coeur à coeur et tête à tête</i>	<i>Et côte à côte et main à main</i>
<i>Les beaux jours sont passés</i>	<i>Bien malin qui gagnera la bataille</i>

<i>Fil à fil et feuille à feuille</i>	<i>Pierre à grain et seule à un</i>
<i>Et un à un et seul à seul</i>	<i>Et main à coeur et tête à coeur</i>
<i>Les jours sont beaux et ne passent pas</i>	<i>L'amour est vaste comme le monde</i>

(R. Desnos)

N₁ à N₉ et N₈ à N₇
 N₁₂ à N₃ et N₄ à N₃

SÉRIE III SUBSTITUTIONS

Cette nouvelle série d'exemples illustre les jeux langagiers qui reposent sur un phénomène de substitution. Le cas des paronomases, qui juxtaposent deux séquences identiques à un détail près, reposent ainsi sur une substitution de sons:

- (15) *Il s'en allait soigner son dépit de poisson*
Au débit de poisson (Boby Lapointe, *Le poisson FA*)
Tour de Corse, tour de force
Des trottoirs oui, des crottoirs non!

La lutte des places ou la lutte des classes.
Espèces d'espaces. (titre, Perec)
Bizarre, beaux-arts, baisers. (Ionesco)

Les exemples réunis sous (15) rapprochent des signes ou des séquences de signes qui ne diffèrent entre elles que par un seul phonème, tout en ayant des sens différents – ce que dans leur jargon les linguistes appellent *des paires minimales* :

[**depi**] / [**debi**][**pwas**] / [**bwas**][**EspEs**] / [**Espas**][**biza**{] / [**boza**{] etc.

La paronomase *in praesentia* produit un effet analogue à celui du contrepet, autre utilisateur impénitent de paires minimales :

[**f{ez}**] / [**b{ez}**, [**bwa**] / [**fwa**], etc..⁷

L'exemple (16) repose également sur une substitution, qui a lieu cette fois non pas à l'échelle du son, mais à celle du groupe nominal :

(16) *Quand j'étais petit, je voulais devenir maître **du monde***
- Aujourd'hui je suis déjà très content quand j'arrive à
*rester maître **de moi.*** (Geluck)

Les paronomases *in absentia* sont très fréquentes également, avec des effets proches de ceux des autres jeux manipulant des séquences de «langage confit» (contrepets, antimétaboles: cf. ci-dessus) :

(17) *Un pour tous, tous pourris.* (Coluche)
Aux grands ogres, la patrie reconnaissante (Prévert)

Laissez les fibres (titre presse)
UN ANIMAL, UN PHILOSOPHE: LE CANICHE DE SCHOPENHAUER
Le meilleur ami de l'âme (sous-titre, Libération)

Ces exemples évoquent des devises, locutions ou slogans célèbres ou qui ont connu leur heure de gloire (*Un pour tous, tous pour un, Laissez-les vivre, Aux grands hommes, la patrie reconnaissante, le meilleur ami de l'homme*). Ils opèrent via une légère retouche de la forme canonique ([**pu**{**ç**}] « pour un » → [**pu**{**i**] « pourri », [**m**] → [**g**{**ç**]). Leur produit de sortie est un énoncé parodique dont la charge critique est parfois puissante. Mais la paronomase peut aussi être plus anodine: les

innombrables titres de presse qui reposent sur ce procédé sont souvent dépourvus de véritable portée informationnelle. Il s'agit alors surtout de conjuguer un effet de surprise (une attente est déjouée) avec un effet de connivence. Car en identifiant la séquence détournée par le slogan, le destinataire du jeu de langage se sent valorisé, il éprouve un plaisir narcissique: *ipso facto*, il éprouvera aussi un sentiment de complicité culturelle avec l'énonciateur. Tel est l'effet visé également dans bon nombre de slogans publicitaires :

(18) *En avril ne te découvre pas d'un **Dim***
*Certains l'aiment **Kool*** (cigarettes Kool)
Chaussures Eram et bottes de cuir
Les bonnes affaires se ramassent à la pelle (Maréchal)

Certaines séquences ultra connues (*Et Dieu créa la femme*, titre d'un célèbre film de Vadim évoquant la Genèse); *Métro, boulot, dodo*; *Sous les pavés, la plage* (slogan de mai 68) servent ainsi de matrices formelles inépuisables pour qui veut créer à bon compte un titre ou un slogan. Même si l'essentiel du matériel lexical en est renouvelé, un « air de famille » persiste, associé à la pérennité d'un moule syntaxique et d'un schéma prosodique :

Le détournement affecte aussi parfois des citations littéraires, ainsi dans (20) le célèbre *Je pense, donc je suis* de Descartes et le non moins célèbre *incipit* de la *Recherche du temps perdu* de Proust. La manipulation, ici encore, relève de la paronomase *in absentia* :

(19) *Et x créa y*

<i>Et Dieu créa la femme</i>	Sous les x, le/les y
<i>Et Dieu créa Darwin</i>	
<i>Et Frankenstein créa la femme</i>	<i>Sous les palmiers, les films</i>
<i>Et Dieu créa l'Internet</i>	<i>Sous les ruines, le Hezbollah</i>
<i>Et Lou créa Toccata</i>	<i>Sous les Pixels, l'Art</i>
	<i>Sous les drapeaux, l'enfer</i>

Métro, boulot, x / x, boulot, dodo...

Métro, boulot, dodo
Métro, boulot, abdos
Astro, boulot, dodo
Dodo, métro, resto
Métro, Omo, marmot ...

Chérie, j'ai rétréci x...

Chérie, j'ai rétréci le patrimoine
Chérie, j'ai rétréci le clavier
Chérie, j'ai rétréci tes pulls
Chéri, j'ai rétréci les sushis
Séries, j'ai rétréci les programmes...

⁷ La permutation caractérisant le contrepet n'est autre, en fait, qu'une double substitution corrélée.

- (20) *L'élite de ce pays permet de faire et défaire les modes, suivant la maxime qui proclame: «Je pense, donc tu suis.»* (Desproges; à noter que la substitution de *je* par *tu* dans *tu suis* contraint à y lire le verbe *suivre*, ce qui a pour effet indirect de pointer une ambiguïté inhérente à la formule cartésienne.)

Longtemps, je me suis mouché de bonne humeur

SÉRIE IV PARALLÉLISMES SONORES

Dans cette rubrique sont réunis les jeux de langage fondés sur des parallélismes sonores : rimes, assonances ou allitérations, assortis ou non de régularité rythmique :

- (21) *Chirurgiens*
Les blocs en état de choc (Titre *Libération*)
- (22) *Métro, boulot, dodo.*
Old Nick, emmène-moi en Martinique! (rhum Old Nick)
- (23) *Au volant, la vue c'est la vie.*
Après deux heures, la pause s'impose
- Conjugaisons conjugales*
Le violon de Violaine
Allons-y Alonso
C'est où Séoul
- (24) *Quel bordel, Madame Adèle, / Quel boxon, Monsieur Léon...* (Prévert)

C'est parti mon kiki. Tu parles, Charles. T'en fais pas, papa. J'en suis pas sûr Arthur. Relax, Max. Un peu mon neveu. À la tienne Étienne, etc.

L'attention portée à la forme sonore du langage n'est pas, on le sait depuis longtemps, l'apanage de la poésie : elle est aussi le fait de genres plus quotidiens, qu'il s'agisse de mettre en valeur le message et d'accroître son impact (21), de favoriser sa mémorisation (22-23), ou simplement de jouer avec la langue en ajoutant un postiche rimé à la suite d'une expression convenue (24; cf. aussi le cas de «poil au nez»), que ce soit dans un but impertinent ou simplement pour s'amuser avec la langue et détendre l'atmosphère...

SÉRIE V RÉPÉTITIONS DE SONS, ANTANACLASES

Poussée à l'extrême, la répétition d'un même son (ou d'une même séquence sonore) est toutefois de nature à produire un effet d'hermétisme en contrecarrant l'identification des signes qui composent l'énoncé. De ce point de vue, l'écrit et l'oral ne sont pas symétriques. L'orthographe du français standard impose en effet la distinction de nombreux termes homophones ; elle impose aussi l'emploi du blanc séparateur de mots, forçant à désambiguïser des messages dont la forme orale est plus propice, en la circonstance, à l'opacité ou à l'équivoque. On l'observera en comparant forme orale et forme écrite dans les exemples (25) :

- (25) Rien de tel que la répétition d'un même phonème ou d'une même syllabe pour ramener la séquence linguistique à une sorte de cacophonie plus ou moins déroutante, la vidant de ce qu'elle est censée avoir en propre: la signification. Boby Lapointe est le champion toutes catégories de ce type de jeu langagier, comme on l'illustrera en analysant un extrait de sa

ORAL	ÉCRIT
[t̥t̥t̥t̥at̥il̥ot̥et̥at̥u] (répétition du son t)	<i>Ton thé t'a-t-il ôté ta toux?</i>
[s̥is̥is̥is̥is̥is̥ig̥ḁr̥ s̥is̥ḁ̄s̥is̥is̥is̥i̥r̥ō̥s̥is̥ḁ̄s̥is̥ig̥ḁr̥] (répétition du son s / de la syllabe si)	<i>Si six scies scient six cigares, six cent six scies scieront six cent six cigares.</i>

célèbre chanson «Ta Katie t'a quitté» :

- (26) Déstabilisante pour l'interprète, la répétition peut affecter, avec des effets similaires, des signes homonymes⁸, comme dans les séquences suivantes :

- (27) *Il a son son.* (San Antonio)
Je me rue dans la rue.

ORAL	ÉCRIT
[takatitakite tatak̥tiket̥et̥ok̥ ot̥at̥at̥ok̥et̥r̥ok̥ t̥ō̥tr̥ik̥ō̥t̥uk̥r̥ō̥te] (répétition des sons t, k, a et i, puis aussi de r et o, ɔ)	<i>Ta Katie t'a quitté / Ta tactique était toc / Ta Katie t'a quitté / Ôte ta toque et troque / Ton tricot tout crotté</i>

- (28) *Une prairie du Valais vaut celle du canton de Vaud
— L'herbe du canton de Vaud valait et vaut celle du
Valais — ... et dans les vallées de Vaud et du Valais nos
vieux vont l'avalier.* (Geluck)

Le jeu langagier se charge alors d'un parfum de calembour, ainsi qu'en témoignent (27) et (28), ainsi que la «Lettre à mon potier» née sous la plume de Raymond Devos :

Dans ce texte fait pour être dit, on assiste à un jeu filé fondé sur la répétition de [g{e}] qui assume successivement des fonctions différentes : il s'agit tantôt de *grès*, mot désignant une poterie de terre argileuse, tantôt de *gré* «assentiment», terme vieilli mais entrant dans plusieurs expressions figées (à son *gré*, de *gré à gré*, *savoir gré*, etc.), servant aussi de base

(29) Lettre à mon potier :

<i>Monsieur,</i>	<i>Que bon gré, mal gré, Je ne saurais...</i>
<i>Je ne tournerai pas autour du pot. Le pot de grès Traité de gré à gré Avec vous...</i>	<i>De force ou de gré Garder ce pot contre son gré. En conséquence, Malgré que ce grès m'agrée, Je vous saurais gré D'échanger ce grès Contre un autre pot Plus à son gré.</i>
<i>Et que je trouvais fort à mon gré N'agrée pas à mon épouse. A dire vrai, ce n'est pas le pot Qui n'agrée pas, C'est le grès! Elle n'aime pas le grès! Vous comprendrez donc</i>	<i>Veuillez agréer, Monsieur, avec mes regrets, etc.</i> (Devos)

étymologique aux formes *malgré*, *agréer*. Dans le mot *regrets* qui surgit comme une pointe à la fin de la lettre, [g{e}] reprend toutefois un statut de simple syllabe, dépourvu de signifié propre... Ainsi se déroule, à nos oreilles, une charmante petite leçon sur les caprices du fonctionnement linguistique.

SÉRIE VI ENCHAÎNEMENTS (OU CONCATÉNATIONS)

Les exemples suivants reposent, eux aussi, sur une forme de répétition, différant cependant de celle qui vient d'être illustrée.

Dans (30), une partie, voire la totalité d'une séquence donnée est réutilisée pour constituer l'initiale de la séquence suivante, par un procédé connu sous le nom d'*enchaînement* ou de *concaténation* :

- (30) *Trois petits chats, chapeau de paille, paillason,
sommnambule, bulletin, tintamarre, marathon, tonton
Jules, Jules César, z'haricot, cocotier, tierce à trois,
trois petits chats...*

*Électeur, Électrice, Électricité
Dubo, Dubon, Dubonnet
Seb, c'est bien*

Les chansons, comptines, plaisanteries, slogans ainsi constitués sont très proches de (31)-(32), à ceci près que ces derniers font l'économie de la répétition via une sorte d'haplologie :

- (31) *Il existe relativement peu de signes extérieurs de
richesse intérieure.* (Geluck)
- (32) *Canal + d'âme
Arrêtez le temps d'un instantané (Nestlé)
— Comment vas-tu - yau de poêle?
— Et toi - le à matelas ?*

Ici encore, un élément (syllabe, signe) sert à la fois de finale à une séquence et d'initiale à la suivante, opérant la jonction entre deux formules qui ont un élément commun, par exemple *richesse* dans *signes extérieurs de richesse* et *richesse intérieure* (exemple de Geluck). Et ce n'est que mieux si l'enchaînement permet, de surcroît, de mettre en balance deux antonymes (*extérieur*, *intérieur*), et d'utiliser *richesse* à la fois au sens concret et au sens abstrait (cf. plus bas sous VIII)... Le slogan *Canal + d'âme* repose, quant à lui, sur un court-circuit où le signe + joue le rôle de pivot :

*Canal +
+ d'âme* (cf. l'expression: *supplément d'âme*)

Canal + d'âme

SÉRIE VII MOTS-VALISES

Ces derniers exemples m'induisent tout naturellement à aborder le cas des mots-valises, créations verbales reposant

⁸ Cette figure a reçu le nom savant d'antanaclase.

sur la contraction d'un ou de plusieurs mots préexistants :

- (33) *un pianocktail* (Boris Vian) (*piano + cocktail*)
 « Sarkolène » *Royal chasse sur les terres de la*
droite (titre presse)
Zurinève drague les annonceurs (titre presse)

...le ministre de l'Environnement (...) a déclaré : « Tout sera prêt en Bretagne pour les vacances. » J'irai moi-même soit à Trégasoil, soit à Ploumazout ! (Coluche)

La formation du mot-valise entraîne souvent une troncation de l'un ou des deux constituants, qui restent toutefois identifiables en dépit de la mutilation subie :

Sark(ozy)-(Ség)olène

La formation du mot-valise est nettement favorisée par l'existence de phonèmes communs entre les formes de départ, phonèmes qui occupent de plus, dans l'exemple précédent, des positions parfaitement symétriques : [sa{kzi}. [seg|En].

Les fonctions des mots-valises sont très variées : il peut s'agir comme dans (33) de créer tout en le dénommant un référent hybride, une chimère telle que *Zurinève*, mixte entre Zurich et Genève ; mais il peut s'agir, tout aussi bien, de produire un superlatif néologique en cumulant les effets argumentatifs de deux adjectifs plus ou moins synonymes :

- (34) *rajolivissant*

Le mot-valise permet aussi de marier des contraires (*Sarkolène!*), comme dans (35) :

- (35) *derémanpondadit-il* (Queneau)
Le Valais haime Corinna Bille.

Pour désigner cette pratique répandue qui consiste à poser les questions tout en apportant soi-même les réponses, quoi de plus efficace que de créer un mot valise à partir de *demandat-il et répondit-il?* Queneau s'y prend en faisant alterner avec régularité les syllabes appartenant à l'un et l'autre verbe : (*derÉmanPONDADIT-il*). Quant à *haime*, c'est un autre mot-valise à relent paradoxal : les deux contraires *haît* et *aime* y sont associés via la séquence-pivot *ai*, qu'ils ont en commun. À noter qu'il s'agit ici d'un mot-valise purement graphique,

sans contrepartie dans la prononciation.

Ailleurs, le mot-valise consiste à contracter une séquence nom-adjectif, alliant, pour le meilleur et pour le pire, le déterminant et le déterminé...

- (36) *aigrivain* (*aigri + écrivain*)
Halogénial. (lampes halogène Osram)
 (*halogène + génial*)
hautorité (Prévert)
 (*haute + autorité*)
extrainordinaire (billet CFF)
 (ici *train* se trouve intégré dans *extraordinaire*, ce que favorise l'accointance phonétique : [t{a} – [t{E}])

... ou encore à suggérer une étymologie fantaisiste, par simple association du matériau graphique propre à deux homophones approximatifs :

- (37) *sangsuel; bouddhoir*
 (*sangsue - sensuel; Bouddha - boudoir*)
Yvresse (Yves Saint-Laurent)
 (*Yves - ivresse*)

LA DANSE S'AIXTÉRIORISE (titre *Libération*)
 (*Aix – extérioriser*)

SÉRIE VIII CALEMBOURS, SYLLEPSES

Cette série regroupe des jeux où le sémantisme passe au premier plan, mais sans exclure la présence de parallélismes phoniques ou d'antanaclases. C'est ici la polysémie inhérente aux unités lexicales qui est exploitée : on parle de *calembour* (cf n. 2) ou aussi dans certains cas de *syllapse* (figure consistant à utiliser un mot à la fois au sens propre et au sens figuré) :

- (38) **Les profs de français craquent.**
Allez donc faire comprendre à des élèves que l'enseignement primaire n'est pas primaire, que le secondaire est loin d'être secondaire, et que le supérieur est parfois moyen. (Geluck)

Dans (38)⁹ le jeu consiste à prendre les termes primaire, secondaire, moyen, supérieur alternativement ou simultanément dans un sens « objectif », désignant les degrés du parcours scolaire, et dans un sens axiologique, exprimant un jugement de valeur. En jouant sur cette double valeur, l'auteur produit

trois énoncés parfaitement interprétables et sensés, mais qui donnent une impression de paradoxe.

Dans les exemples suivants, la syllepse opère *in absentia*:

- (39) *La détente: Faut surtout pas appuyer dessus!*
(Desproges)

Chassé-croisé: les routes moins noires que prévu

LES BOUCHONS ONT SAUTÉ (Le Dauphiné, titre)

L'avocat de votre beauté
(masque cosmétique de couleur verte)

La fin des pompes funèbres (chaussures Slang)

Se coucher tard nuit. (Devos)

Détente, *bouchon* sont des mots qui ont plusieurs sens. La plupart du temps, le contexte est de nature à sélectionner celui qui est visé. Tout l'art consiste, dans le cas présent, à exhiber des indices contradictoires, autorisant une double acception ; ainsi, la *détente* est un thème d'actualité à propos duquel s'expriment les grands de ce monde; mais, construit avec *appuyer sur*, le mot *détente* renvoie au mécanisme qui déclenche une arme à feu. Rien de tel qu'une telle syllepse pour suggérer métaphoriquement la fragilité des processus de paix dans les relations internationales... La syllepse peut aussi concerner des homonymes, c'est-à-dire des termes dont la forme est identique mais dont les significations sont irréductibles l'une à l'autre: *avocat* «baie comestible» et *avocat* «défenseur des intérêts de qqn», *pompes* «cérémonie» et *pompes* «chaussures», *nuit* verbe et *nuit* substantif ... Le dernier exemple de cette série illustre la force d'attraction de *se coucher* et *tard*, dont la présence dans la chaîne linguistique incite presque mécaniquement à réinterpréter *nuit* comme étant le substantif antonyme de *jour*, en dépit même du fait qu'il occupe sans conteste une place de verbe.

Les exemples suivants reposent également sur des syllepses (*prendre de tous les côtés* suggère rétroactivement que *prendre* a un sens concret dans *prendre à droite*, *prendre à gauche*; la locution *l'ombre d'un doute* est prise au pied de la lettre, en un sens physique):

- (40) «*Enseignez-moi donc, disait un pauvre diable, le chemin qui mène à la fortune. – Rien de plus facile, lui répondit quelqu'un, prenez à droite, prenez à gauche, prenez de tous les côtés... Voilà tout.*»

Je laisse planer un doute. Vous allez me dire: comment pouvez-vous identifier un doute avec certitude? Mais par son ombre, l'ombre d'un doute! (Devos)

Quant aux calembours suivants, ils s'apparentent aux précédents à ceci près qu'ils mettent en jeu des homophones non homographes; ils pourraient aussi être décrits comme des substitutions:

- (41) *Entre deux mots, il faut savoir choisir le moindre* (Valéry)
Ségolène a le sourire engeôleur (titre *Canard enchaîné*)
J'ai écrit tout un roman qui tient en une phrase! C'est une vie de moine racontée par lui-même: Il était une foi... la mienne! (Devos)

Le second exemple repose sur l'homophonie entre *engeôler* (*mettre en geôle*, *en prison*) et *enjôler* (séduire par de belles paroles), qui sont de nos jours deux homonymes que la graphie distingue ; toutefois, le *Dictionnaire historique du français* nous apprend que *enjôler* vient de *geôle*: le verbe a signifié «emprisonner», puis «tromper par de belles paroles», «séduire». Voilà donc un calembour qui capte une vérité étymologique...

Comme on l'a dit au début de cette étude, les jeux de langage sont souvent mis en discours sous forme de mots d'esprit, eux-mêmes candidats à prendre place dans des histoires drôles. Ce sont des syllepses et des calembours qui font tout le sel des histoires suivantes:

- (42) *Une actrice à un admirateur:*
— *Dans quelle pièce me préférez-vous?*
— *Dans votre chambre.*
- *Docteur, ma femme est clouée au lit.*
— *Et alors?*
— *Je voudrais que vous la vissiez.*
C'est un mec qui a une jolie concierge et qui lui demande:
— *Je peux vous faire la cour?*
— *Oui, bien sûr, je vous branche le jet?*

⁹ Techniquement, ce jeu peut être décrit à la fois comme antanaclase (cf. Série V, ex. (27)-(29)) et comme syllepse *in praesentia*.

SÉRIE IX CALEMBOURS (BIS)

La série suivante me permettra de prolonger la rubrique des calembours en examinant des exemples où le double sens s'élabore sans égard pour les frontières de mot (les vers holorimes relèvent de cette rubrique) :

(43) *Quand on s'aime on sème* (Crédit Agricole)

*Il n'y a que Maille qui m'aïlle.
Des trous, du blanc, comme c'est troublant.*
(pub lingerie)

Les trous noirs, c'est troublant. (en astronomie)

*On s'enlace
Et puis un jour
On s'en lasse
C'est l'Amour*

Aux calembours *in praesentia* de (43) s'ajoutent ceux *in absentia*, de même nature que l'exemple (2) analysé ci-dessus :

(44) *Un parfum de nouveau thé* (Eléphant)

*Les petits pois sont d'avril
Dim moi tout!
Plus je grossis – et plus je m'aigris* (Geluck)

*Voici le rallye qui va sans doute détrôner
Paris-Alger-Dakar : Hiroshima-Mons-Namur* (Geluck)

Ce n'est pas un métier, mais... ça sert d'os
(Boby Lapointe)

Il était patibulaire mais presque (Coluche)
(l'enchaînement par *mais presque* révèle et impose une analyse non standard de *patibulaire* comme incluant la négation : [pa + tibylE{ }])

(45) *Dors, hémi-face au lacs d'eau!* (Perec)

Dans ces jolis spécimens de calembours, la graphie actualise l'interprétation la plus inattendue d'un énoncé à double sens

dont le lecteur est invité à construire l'interprétation concurrente, ce qui ne peut se faire sans passer par la forme orale. Tel est le cas dans (45), exemple le plus sophistiqué de la série :

SÉRIE X JEUX MÉTALINGUISTIQUES

Écrit (explicite)	Dors, hémi-face au lacs d'eau!
Oral	[doremifasolasido]
Écrit	do ré mi fa sol la si do

Ce parcours à travers les jeux de langage pourrait se prolonger longtemps. Pour conclure tout provisoirement, je citerai encore quelques jeux dont le point commun est de suggérer une réflexion (à caractère métalinguistique) sur les irrégularités de la langue. Le Chat de Geluck, – linguiste s'il en est ! – s'adonne souvent à ce genre d'exercice :

(46) *Pour devenir officier il faut avoir été sous-officier
– pour devenir marin il n'est pas nécessaire d'avoir été
sous-marin.* (Geluck)

(47) *Pour avoir de l'argent devant soi – les gens mettent de
l'argent de côté – c'est idiot.* (Geluck)

(49) *Le pluriel de «une vie vouée à l'échec» c'est: «des
vies vouées aux échecs». Comme quoi le pluriel d'une
chose triste peut être gai.* (Geluck)

Les lexiques fantaisistes et les grammaires débridées relèvent un peu de la même veine, tout en exploitant à fond les virtualités du calembour. En témoignent ces sympathiques «règles» de formation des pluriels :

(50) *Un do, des caèdre; un opilant, des opilants...*

CONCLUSION

Prisé et quelquefois méprisé, le jeu de langage est à coup sûr

une activité moins futile qu'il n'y paraît. Comme on l'a déjà dit en introduction, il met en oeuvre, de la part de ceux qui s'y livrent, un savoir implicite, raffiné quoique non théorisé, sur les propriétés fondamentales du langage humain. Tout jeu de mots mérite donc d'être pris au sérieux et aucun n'est indigne d'être étudié par les sciences du langage.

Forts des analyses proposées dans cette brève étude, revenons sur l'exemple (1), dans lequel nous avons discerné un prototype de comique à orientation référentielle. Ce mot d'esprit fait interférer, pour l'amusement du public et non sans une part d'autodérision de la part de l'auteur, deux stéréotypes culturellement bien ancrés : le scénario du kidnapping d'une part, celui de la location d'une chambre vacante d'autre part :

SCHÉMA D'ACTION STÉRÉOTYPIQUE 1 : enlèvement d'un enfant, désespoir des parents, versement de rançon...

SCHÉMA D'ACTION STÉRÉOTYPIQUE 2 : un enfant quitte le logis familial pour cause d'études, etc., souci de rentabilisation de la maison trop grande, location de la chambre restée libre...

Cette collision organisée de deux scénarios rappelle beaucoup le cas des mots-valises présenté sous VII : à un autre niveau de la structure linguistique, c'est une même opération de sélection et d'amalgame qui est mise en oeuvre, permettant de créer une brève mais authentique « narration-valise ».

BIBLIOGRAPHIE

Marc Bonhomme, *Les figures clés du discours*, Seuil, Mémo, 1998.

Bruno de Foucault, *Les structures linguistiques de la genèse des jeux de mots*, Berne, Peter Lang, 1988.

Pierre Guiraud, *Les jeux de mots*, Paris, PUF, Que sais-je ?, 1979.

Laure Hesbois *Les Jeux de langage*, Presses de l'Université d'Ottawa, 1988.

Blanche-Noëlle Grunig, *Les mots de la publicité*, Paris, Presses du CNRS, 1990.

Marie-José [Reichler-]Béguelin, « Pour une rhétorique des contenus implicites. L'exemple des mots d'esprit », *Études de Lettres*, 1987, 7-23.

Agnès Rosensthiel, *Le français en liberté*, Larousse, 1983.

Sigmund Freud, *Le mot d'esprit et ses rapports avec l'inconscient*, Gallimard, 1930 (1905).

Marina Yaguello, *Alice au pays du langage*, Paris, Seuil, 1981.

ANNEXE: ALPHABET PHONÉTIQUE UTILISÉ POUR TRANSCRIRE LE FRANÇAIS PARLÉ

Consonnes :

[p] part	[f] face	[m] ami
[b] barre	[v] verre	[n] canard
[t] tard	[s] serre	[ø] vigne
[d] dard	[z] zéro	[N] camping
[k] corps	[S] chat	[l] alors
[g] gaufre	[Z] jamais	[ʃ] parole
[h] ha! ha!		

Semi-consonnes :

[j] avion	[ç] nuit	[w] cambouis
-----------	----------	--------------

Voyelles :

[i] vie	[y] sur	[u] sourd
[e] né	[O] creux	[o] gauche [a] balle
[E] selle	[ɛ] seul	[] sol
[A] pâte		
[E)] bain	[ɛ)] parfum	[)] son
[A)] élan		

L'INGÉRENCE LITTÉRAIRE DANS LA SCIENCE ET LA POLITIQUE

Il est rare de lire sous la plume d'un scientifique un appel au secours. Et pourtant, voilà ce qu'écrivait un éminent physicien, le professeur Jean-Marc Lévy-Leblond: «Nous, scientifiques, sommes trop seuls. On nous invite parfois à sortir de nos laboratoires et à présenter au monde nos trouvailles. Mais nous sommes si mal élevés, si gauches que, souvent, notre maladresse ennue et notre brutalité effraie la société. Aussi avons-nous besoin que l'on s'occupe de nous et de notre science... Merci aux romanciers, aux dramaturges, aux poètes, de ne pas nous abandonner à nous-mêmes.» (*La pierre de touche*, Folio essais, p.214)

Cet appel ne m'a pas laissé indifférent. Je me suis demandé ce que la littérature pouvait offrir à ces scientifiques et ce qu'elle avait tenté par le passé pour ceux qui clament leur détresse du fond de leurs laboratoires. Tout de suite j'ai pensé à *Bouvard et Pécuchet* de Gustave Flaubert. Ce roman laissé inachevé a été commencé en 1875, Flaubert est mort en 1880, à l'âge de 59 ans. Pécuchet et Bouvard sont deux copistes qui se retirent à la campagne après avoir profité d'un héritage. Fascinés par les sciences, ils les étudient en détail avant de les mettre en pratique. Ainsi tour à tour, ils se passionnent pour l'agronomie, la chimie, l'anatomie, la physiologie, la médecine, l'hygiène, l'astronomie, l'histoire naturelle, la paléontologie, la géologie, l'archéologie. Chaque science leur apparaît comme une aventure qui d'abord les exalte. Au fur et à mesure qu'ils la pratiquent, ils s'y perdent, se trompent, échouent et finalement renoncent. Après dix chapitres d'expériences ratées, ne restent que ruines et déceptions. Même pratiquée avec fureur, la science ne donne aucun sens à leur vie.

Flaubert a laissé quelques indications sur la manière dont il entendait terminer ce roman. Nos deux amateurs auraient décidé par la suite de retourner à leur profession de copiste. Ils auraient alors recopié des vérités dites éternelles, les lieux communs de leur époque, dont Flaubert avait déjà préparé quelques exemples dans *le Dictionnaire des idées reçues* et *Le Sottisier, album de la marquise*.

En relisant *Bouvard et Pécuchet*, je me suis demandé si Flaubert a, lui aussi, entendu quelque appel au secours de scientifiques en manque de littérature. Et d'abord: à quel dessein ce livre correspond-il? S'agit-il pour Flaubert de dénoncer la science ou de railler la sottise des scientifiques? Ou bien se moque-t-il simplement de l'amateurisme? Dans la correspondance de l'auteur, Stella Baruck, une mathématicienne, a retrouvé un fameux problème de math souvent cité, sans qu'on sache s'il a été inventé par Flaubert. Le 15 mars 1843, il écrit à sa sœur Caroline: «Je vais te donner un problème: un navire est en mer, il est parti de Boston, chargé d'indigo, il jauge deux cents tonneaux, fait voile vers le Havre, le grand mât est cassé, il y a un mousse sur le gaillard d'avant, les passagers sont au nombre de douze, le vent souffle N.N.E., l'horloge marque trois heures un quart d'après-midi, on est au mois de mai... On demande l'âge du capitaine.»

L'état d'esprit dans lequel Flaubert écrit cette lettre est-il celui dans lequel il faut lire *Bouvard et Pécuchet*? Le navire de la science ne mènerait donc nulle part, les savants passeraient leur temps à entretenir des formalismes ridicules. Ils s'interrogent sur l'âge du capitaine, tandis que leur cargaison s'échoue sous le regard d'un Flaubert désabusé. Est-ce là une démonstration? Je n'en suis pas certain. En effet *Bouvard et Pécuchet* n'est pas un court pamphlet, mais une vaste entreprise, à prétention encyclopédique. Pour la réaliser, l'auteur a lu plus de 1500 ouvrages scientifiques. À propos du chapitre sur la géologie, une étude sérieuse (faite par Claudine Cohen, *Alliage* no 37-38, 1998) prouve que Flaubert a recopié et mis dans la bouche de ses personnages des paragraphes entiers de ses lectures, après en avoir considérablement amélioré le style, transformant de simples énumérations en poèmes en prose, se prenant au jeu de ses héros dans leurs moments d'enthousiasme.

Quel est donc le point de vue du romancier en s'attendant à ce travail? S'il ne voulait que dire l'inanité de la science, il n'avait pas besoin de passer en revue toutes les disciplines. Un exemple suffisait. Mais il a pris de la distance, a situé l'action de son roman dans le passé. Il commence à écrire en 1875, mais les faits se déroulent à partir de 1840. Cela lui permet de prendre du recul par rapport aux affirmations scientifiques de ses héros. Il risque même de faire apparaître leur savoir comme obsolète aux yeux de ses futurs lecteurs. *L'Origine des Espèces* de Darwin, par exemple, a été publiée en 1859 et ses conclusions sont largement vulgarisées au

moment où Flaubert écrit. Il n'en tient aucun compte, pourrait en tirer argument pour se moquer de la science qui perd ses repères au fur et à mesure de son développement. Comme si tous ses personnages en étaient restés au temps où l'on croyait la Terre plate. Entre 1840, le temps de l'action, et 1875, le temps de l'écriture, la science a connu de considérables avancées et elle est en train d'explorer ce nouveau pan du savoir qu'on appellera sciences humaines. De cela, Flaubert ne souffle mot. Il se comporte avec la science comme il s'est comporté avec l'histoire quand il écrivait *Salammbô*. Pas d'empathie, mais du style et beaucoup de dérision. Au chapitre 8, après huit échecs, il dit de ses personnages: «Alors une faculté pitoyable se développa dans leur esprit, celle de voir la bêtise et de ne plus la tolérer.» Flaubert, loin de vouloir venir en aide aux savants en détresse, préfère se moquer d'eux, de leur avidité à trouver des conclusions. Dans sa *Correspondance* (tome II, p239), il écrit: «La bêtise consiste à vouloir conclure.»

Tout en détestant les conclusions Flaubert a ouvert un énorme chantier. Il voulait connaître ce qu'on savait du monde à un moment donné. Il voulait embrasser la connaissance, un vieux rêve des encyclopédistes, une prétention de demiurge qui guette souvent le romancier ou l'intellectuel. Pourtant Flaubert, avant même de commencer, sait son entreprise impossible. Il n'ignore pas que Darwin a dû se limiter à étudier le début des espèces.

En même temps que je sortais de ma bibliothèque *Bouvard et Pécuchet*, j'ai retrouvé deux gros volumes, signés Jean-Paul Sartre, que je n'ai jamais réussi à terminer. Il s'agit d'un essai sur Flaubert, *L'Idiot de la famille*. Lisant le début de la préface du premier tome, je n'ai pu m'empêcher de rire: «L'Idiot de la famille est la suite de *Questions de méthode*. Son sujet: que peut-on savoir d'un homme, aujourd'hui? Il m'a paru qu'on ne pouvait répondre à cette question que par l'étude d'un cas concret: que savons-nous - par exemple - de Gustave Flaubert? Cela revient à totaliser les informations dont nous disposons sur lui. Rien ne prouve, au départ, que cette totalisation soit possible (...) Ce livre tente de prouver que l'irréductibilité n'est qu'apparente et que chaque information mise en sa place devient la portion d'un tout qui ne cesse de se faire et, du même coup, révèle son homogénéité profonde avec toutes les autres.»

Sartre a donc voulu, comme Flaubert, faire œuvre d'encyclopédiste. Mais l'ironie de l'histoire est que ni l'un



ni l'autre n'a matériellement réussi à clore le tour du sujet qu'il s'était fixé. Flaubert n'a écrit que le premier tome de *Bouvard et Pécuchet*, il en prévoyait deux. Et Sartre, qui voulait embrasser la vie de Flaubert de 1821 à 1880, arrête son travail, après 2136 pages serrées, à la date de 1844, quand Flaubert n'a que 23 ans. L'échec de Sartre fait écho à l'échec de celui qu'il a pris pour objet de son étude. *L'Idiot de la famille* nous en apprend plus sur Sartre que sur Flaubert comme *Bouvard et Pécuchet* nous parle plus d'un rêve démesuré que de son objet scientifique.

Si ce sont là les bouées que la littérature devrait jeter à la science qui appelle au secours, nous ne sommes pas loin du naufrage. Flaubert voulait entreprendre le tour des sciences. Sartre, le tour d'un seul homme, c'est déjà plus modeste. Avant eux, Rousseau et Goethe pouvaient encore toucher à tout, herboriser tranquillement, construire des systèmes universels pour classer jusqu'aux mélodies du folklore. Pour nous, le temps des encyclopédistes est révolu. L'arpentage méticuleux de toutes les disciplines grâce à quelque œuvre artistique est désormais un rêve. Parfois des naïfs s'y attellent encore pour toute une vie, tels Aloyse ou le facteur Cheval. Mais en général l'ambition s'est réduite à une sphère plus intime, comme on pourrait le montrer en s'attachant à l'œuvre de Musil l'ingénieur, de Proust le chercheur du moi, ou de Joyce, le pourfendeur de plusieurs langages à la fois. La littérature a désormais réduit ses prétentions, son champ, ses moyens. La voilure pliée laisse à d'autres la construction d'une encyclopédie. Et quand elle devient électronique et en ligne, il est clair qu'une seule personne n'y suffit pas. Que répondre alors au désespoir sincère de quelques scientifiques, terrifiés par Tchernobyl, la vache folle ou la peste qui décime nos basses-cours ? Pas de consolation, pas de conclusion ? Et pourtant la question du rapport que chacun de ceux qui écrivent entretient avec le développement de la science aurait besoin de quelques bonnes plumes à défaut de stratégie.

Je me suis toujours demandé ce que mon grand-père aurait dit du téléphone portable. Jurerait-il encore que, pour échanger des messages, il n'est pas de moyen plus sûr que ses chers pigeons voyageurs ? Chaque matin d'un geste ample, il leur distribuait du maïs. J'entends encore le cliquetis de la pluie de graines roulant dans les mangeoires de bois où venaient picorer ses colombes. Que dirait grand-papa d'un numéro de téléphone à dix chiffres, lui qui se contentait de deux chiffres, le numéro 85 à Zurich ? Apprendrait-il à ses

pigeons le langage des nouvelles technologies ? Ainsi quand il arriverait devant son pigeonnier, il compterait les volatiles qui l'attendent devant leurs petits clapets disant : « Tu vois, ça fait quatre appels reçus en absence. » Puis dans la volière, il compterait à nouveau ses oiseaux emprisonnés et m'annoncerait : « La boîte vocale contient cinq nouveaux messages. » Puis il baguerait une de ses colombes. La lâchant, il dirait : « Le nombre des messages dans la boîte d'envoi est de un. »

Parfois, lisant les textes de mes collègues d'aujourd'hui, j'y trouve ce même passéisme charmant que j'aimais chez mon grand-père caressant ses volatiles. Au lieu d'appeler un chat un chat, certains de mes contemporains comptent leurs pigeons dans la boîte vocale. Vous ne me croyez pas ?

Je me souviens d'avoir passé, il y a dix ans, un hiver chez des amis qui possédaient une maison à Grignan, jouxtant celle d'un grand poète que je respecte. Je suis allé le trouver, il m'a offert l'apéritif, nous avons parlé de littérature. Aimablement il m'a dit que mon dernier roman, qu'il avait eu la politesse de lire, était trop marqué par mon passé de scientifique. Lui jugeait plus littéraire le passage des semaisons, le frissonnement des feuilles d'olivier. Et non pas l'intelligence artificielle et les robots chirurgicaux que mes personnages manipulaient. J'ai compris son point de vue, sans l'admettre. Quelques whiskies plus tard, notre conversation a été interrompue par le manège d'un chat essayant de pénétrer dans la pièce par une petite chatière commandée à distance. Le poète m'a expliqué que le collier de son chat était muni d'une puce électronique du dernier modèle. Elle commandait l'ouverture de la chatière de sorte que seul ce chat, le sien, pouvait pénétrer dans la maison. Pas de chats errants. Et le poète de vanter cette invention si pratique : une chatière électronique. Je n'ai pu m'empêcher de lui faire remarquer la légère ambivalence de son attitude face à la technique. Je suis allé jusqu'à insinuer que cette nouveauté de langage, *chatière électronique*, pourrait figurer dans un poème. Il m'a répondu sèchement que la vie est une chose, la technique une autre. Puis nous avons longuement digressé sur la forme des nuages, tandis que le soleil se couchait derrière les oliviers de Grignan.

Je ne voudrais pas qu'on imagine que je me moque de mes confrères. Il m'arrive de plaider auprès des scientifiques la cause de la littérature afin qu'ils sachent que celle-ci ne néglige aucun effort pour leur venir en aide jusqu'au fond de

leurs laboratoires. Comme l'occasion s'en présentait, je suis allé rendre visite à un professeur de l'École polytechnique de Lausanne, fraîchement nommé et fier de sa discipline, que j'appellerais pour simplifier l'étude des nuages. Comme c'est un domaine qu'à Grignan on considère comme réservé à la littérature, j'étais curieux de voir ce que la science en dirait. J'ai téléphoné à ce savant, il a dit qu'il me recevrait volontiers. L'avais-je choisi à cause de son mon, Parlange? Pour quelqu'un qui s'occupe des nuages, c'est un bon présage.

Marc Parlange est un jeune homme, en blue-jeans comme moi, avec une chemise à carreaux, comme moi. Il porte une veste polaire, moi je porte un veston et vingt années de plus. Il m'accueille dans son bureau qu'il est en train d'installer. Des papiers sur toutes les chaises, sans oublier le petit sac à dos qui, dans la jeune génération, remplace la serviette de cuir professorale. Il m'offre un café, me présente fièrement la première acquisition de son nouveau laboratoire, une machine chromée où chacun peut choisir la noirceur de son breuvage.

Au niveau mondial, Parlange est une grosse pointure. J'ai consulté sur écran plus d'une centaine de papiers scientifiques qu'il a publiés à propos des déboires de l'atmosphère. Il s'intéresse en particulier aux échanges d'eau entre l'air et la terre, ce que Baudelaire appellerait *les merveilleux nuages*.

Je me souviens d'un dessin dans mon livre de géographie scolaire, je devais avoir dix ans. Cela s'appelait «le cycle de l'eau». Sur le lac, le soleil brille, l'eau s'évapore, la flèche va vers le haut. Puis la flèche va vers la droite. L'eau condensée devient nuage. Puis la flèche pointe vers la terre, le nuage s'ouvre et déverse la pluie. Une nouvelle flèche suit le ruissellement du liquide vers le lac. La légende disait: «Colorie le cycle et observe par où l'eau pourrait se perdre».

Dans le bureau du professeur, je n'aborde pas de front ma question. Je ne tiens pas à passer pour naïf en demandant par exemple: «Mais où vont les nuages quand ils meurent?» Depuis que l'ai lu Alexandre Voisard, je sais: «Un vrai nuage n'a pas de sentiments.»

D'abord je voudrais connaître sa journée de travail. Il me dit qu'elle est divisée en trois tranches. La première, le matin et jusqu'au milieu de l'après-midi, il travaille comme professeur. Il constitue son équipe, engage ses assistants, prépare le cours qu'il donnera aux étudiants du septième

semestre. Pendant la deuxième tranche de la journée, en fin d'après-midi, il profite du décalage horaire pour contacter ses doctorants, restés aux États-Unis. Enfin le soir et le week-end, il dirige une revue spécialisée. Je n'en comprends pas bien le titre, mais je lui fais confiance quand il m'annonce que c'est la meilleure du monde dans son domaine.

Je garde ma question-piège pour plus tard, demande de quels équipements il se sert pour analyser les nuages. Avec enthousiasme, il me parle d'un laser-radar, instrument avec lequel il pointe la masse atmosphérique à mesurer. Le rayon s'enfile dans l'espace pour y relever d'une part l'humidité (il dit «degré hygrométrique»), d'autre part la température et enfin la force de la brise (il dit «vitesse de propagation des particules»).

- Voyez, m'explique-t-il, là-bas entre les feuilles du frêne, par la fenêtre... eh bien, je peux d'ici envoyer le laser pour savoir très précisément les conditions atmosphériques qui règnent entre deux rameaux.

Puis nous discutons du deuxième genre d'équipement qu'il utilise, les ordinateurs. L'état de l'art, selon lui, est complètement différent de ce qui existait au début des années 1990, quand il a fait sa thèse. (Eh oui, Monsieur Flaubert, la science change vite. «Tout passe, tout croule», disiez-vous.) Désormais, les logiciels coûtent dix fois moins, en font cent fois plus. Les turbulences, les flux, la viscosité de l'air, tout peut être simulé. Le calcul permet de prévoir les phénomènes à des échelles infiniment petites.

Pas encore le moment de poser ma question. Puisqu'il m'a expliqué le comment, je lui demande le pourquoi. Selon lui, l'hydrologie fait de gros efforts pour sauver du malheur la population de la planète:

- Vous savez, les médecins sont excellents dans les relations publiques, vous expliquent qu'ils sauvent des vies, qu'ils vont vous guérir du cancer. C'est vrai, ils ont permis l'allongement de la vie des riches. Mais l'amélioration de la qualité de l'eau est un facteur cent fois plus important pour sauver des vies humaines. Donner à toute l'humanité son eau potable quotidienne, je trouve ça un vrai but. Vous ne trouvez, pas?

Je ne vais pas le contredire, mais, que je sache, il n'est pas en train de creuser des puits dans le désert, il est assis devant son portable à me montrer les courbes que ses

algorithmes ont lissées. D'une souris agile, il fait défiler les travaux illustrés de ses étudiants.

- Ici, c'est la ville de Baltimore avec ses gratte-ciel. Chaque bâtiment modélisé. Celui-ci, une tour pentagonale. Cette barre-là, c'est toute l'enfilade d'une rue en trois dimensions. Maintenant, voyons ce qui se passe quand un vent chargé de pollen arrive du port. Comment les particules vont-elles se déplacer dans cet environnement construit, chauffé par le soleil qui provoque dépressions et vents locaux? Regardez les couleurs, regardez la progression, la complexité.

Je l'interromps:

- Si tout est reproductible sur écran, à quoi sert l'expérience grandeur nature?

- Il n'y a pas que la simulation. Les nuages ont une échelle différente. Nous avons beaucoup avancé dans les équations qui rendent compte des turbulences, mais c'est une catégorie de problèmes presque insoluble. Quand Einstein a su que son fils s'occupait de ce genre d'équations, il l'a mis en garde. Jamais les turbulences ne pourraient être entièrement calculées. Il avait raison.

Là je sens que je vais bientôt pouvoir placer ma question. Mais puisque nous en sommes à l'histoire de la science, je veux savoir encore comment son domaine a croisé les autres. Il remonte le temps, me rappelle l'importance de l'hydrologie chez les anciens Egyptiens dépendants des terres inondées par le Nil. Puis les polders hollandais, puis les villes d'aujourd'hui, menacées par la montée des océans. L'hydrologie, science appliquée, a rencontré les progrès de la mécanique des fluides, de la construction navale, de l'aéronautique. La combinaison de plusieurs disciplines a ouvert un champ de recherches nouvelles. La diffusion d'un égout urbain qui se jette dans la mer peut enfin être modélisée.

Je lui demande si c'est le genre de problèmes qu'il va poser à ses étudiants.

- Non, dit Marc, il y a des choses plus urgentes. Depuis cinq ans nous savons avec certitude que les changements climatiques portent l'empreinte de l'homme.

- Vous en êtes sûr? Tout le monde n'est pas de cet avis. Je croyais la communauté scientifique partagée.

Là, il s'emporte:

- Comment ça, partagée? Ceux qui disent le contraire font des recherches payées par les industries polluantes.

- Et alors?

- Et alors, ils sont payés pour occulter certains faits. La température du Léman a augmenté d'un degré, ça va continuer. Le calendrier des précipitations est bouleversé, ça va empirer.

- Donc vos étudiants vont devoir réparer la planète?

- Je n'ai pas dit ça.

Comme j'ai toujours ma question en tête, j'oriente lentement la discussion de ce côté-là:

- Vous vous intéressez à la diffusion des pollens?

Sur l'écran de son portable, il me montre un petit film. Une branche de pommier filmée de très près. J'observe au ralenti le pollen s'échapper:

- Voyez, ça n'avait jamais été fait. Et pourtant, si on veut savoir comment se propage le pollen d'un maïs génétiquement modifié, c'est indispensable.

Je pense au poète de Grignan, qu'en dirait-il? C'est le moment que je choisis pour ma question:

- Could you clone a cloud?

Je voudrais savoir s'il peut cloner un nuage. Il n'a pas l'air de saisir l'intérêt de ma question. Je lui explique mon point de vue. Puisqu'on peut cloner des souris, des moutons et bientôt des humains, qu'en est-il des nuages? Peut-on en produire deux qui soient identiques et si possible merveilleux?

Avant de répondre, Marc veut m'emmener voir la soufflerie à l'étage au-dessous. Il est passé midi, personne ne travaille dans la grande halle où se dresse une imposante construction de bois et de métal en forme de long tunnel surélevé. C'est là que les ingénieurs placent les objets dont ils testent la résistance au vent. Nous enjambons des châssis, des bricolages instables. Marc me dit qu'il se réjouit d'utiliser ce tunnel pour ses recherches sur les turbulences. Dans mon regard amusé, il a repéré une pointe de scepticisme. Enfin il répond à ma question:

- Non, cloner un nuage, c'est impossible. Je crois que c'est un problème insoluble. Malgré toutes ces installations, malgré toute la puissance de calcul, on ne pourra jamais produire deux nuages identiques.

Je quitte l'Ecole polytechnique, le cœur léger, la tête dans les nuages, avec ma citation de Baudelaire flottant dans l'air. Qui donc a raison? Le poète Philippe Jaccottet à Grignan qui ne veut pas admettre chatière électronique dans son vocabulaire poétique ou le savant Marc Parlange, incapable de cloner le moindre nuage?

Longtemps j'ai cru qu'il fallait choisir entre la science, la littérature et même la politique. Il fallait être du côté de la raison, ou du côté des émotions, ou du côté du pouvoir. C'est ainsi que j'ai mené ma vie. D'abord j'ai mis toute mon énergie à devenir fort en math. À treize ans, j'ai cru savoir démontrer pourquoi un nombre, élevé à la puissance zéro, était égal à un. Comme j'avais une petite amie que cela n'impressionnait guère, j'ai écrit pour elle des vers rimés et par la suite j'ai choisi des études de lettres. Bien vite il m'est apparu que la littérature parlait beaucoup du monde, mais ne le transformait guère. Pour cette raison et quelques autres qui relèvent de la politique, j'ai choisi de me lancer dans des études d'architecte. J'ai cru avec Le Corbusier qu'il suffirait de raser les villes pour redéfinir des machines à habiter qui rendraient la cité radieuse. J'ai attendu en vain de recevoir des mains du pouvoir la mission de reconstruire nos villes de fond en comble. Cette utopie ne s'est pas réalisée, j'étais pourtant certain que mes contemporains auraient facilement pu être rééduqués si les architectes avaient eu les mains libres. Mais comme on ne nous a pas laissé faire - heureusement - je me suis découragé.

Avec l'informatique, pour laquelle je me suis passionné dès 1975, j'ai cru tenir enfin une place de choix, un levier pour soulever le monde, m'y suis lancé à corps perdu. Dans des revues spécialisées, j'ai publié des papiers en anglais sur les avancées de cette science. Jusqu'au jour où je me suis rendu compte qu'il s'agissait d'une illusion de plus. Les nouvelles techniques transforment la vie, elles ne sauraient lui donner un sens. C'est pourquoi, abandonnant les ordinateurs à leur préhistoire, j'ai cru retrouver mon salut dans la littérature. Dès que j'ai pu, j'ai quitté mon travail d'ingénieur pour cultiver mes anciennes amours.

Dix ans plus tard, considérant ce que j'ai produit depuis que j'ai pris mes distances de la science et de la politique, je me rends compte que je n'ai pas achevé un seul roman sans y mettre en scène, et en cause, la technique, la science et un zeste de politique. J'ai cru me consacrer à la littérature, mais mes textes ne peuvent se passer de raconter la technicité de notre monde et la mélancolie que m'inspire le développement de la science et ses quelques avancées.

On dira que chez moi, les variations biographiques sont d'une ampleur extrême, mais je ne suis pas seul à me retrouver ballotté entre littérature, science et politique. La preuve: ces savants qui la nuit appellent au secours du fond

de leurs laboratoires. De jour, ils font mine de rien et signent fièrement leurs articles d'un nom d'ange.

Par les hasards de sa biographie, chacun d'entre nous penche davantage d'un côté ou de l'autre. Science ou littérature. Le grand-père de ma grand-mère, doyen de la faculté des sciences à Genève, était déjà l'ennemi juré d'Amiel, professeur de littérature et auteur d'un *Journal* en vingt volumes. On ne choisit pas ses ancêtres. Mettons que finalement je préfère la littérature. Il me faut alors préciser ce que peut être l'ambiguïté de ma position. J'en donnerai un exemple.

Dans mon cas, cela se passe juste après que je suis sorti du laboratoire de Marc Parlange. Une heure plus tard, j'arrive à l'aéroport de Genève-Cointrin. Et sans même y penser, voilà que je me mets à comparer la salle d'embarquement avec la Sixtine. Un lieu du transit mondial avec une chapelle romaine. Me viennent à l'esprit des odeurs, des humeurs, des fonds sonores. Et d'un coup je me demande si, pour parler du lien sensitif qui s'impose à moi entre ces deux lieux si éloignés, il vaut mieux m'en remettre à la science, à la littérature ou à la politique.

Sur la question de l'odeur, la science n'est pas d'un grand secours. En effet, à moins de prouver que les sols de Cointrin et de la Sixtine sont lavés avec un produit présentant la même composition chimique, la comparaison olfactive de lieux différents perd tout fondement. Comment soutenir ce qu'on n'avance que par une métaphore?

De même à propos d'humidité, la science est pauvre en comparaisons. En fonction de la température et de la pression, on peut analyser la saturation de l'atmosphère par des particules d'oxygène combinées à l'hydrogène. Sachant que la densité de la vapeur d'eau, un gaz incolore, est de cinq sur huit par rapport à l'eau liquide, il est possible de faire certains calculs, comme me le ferait remarquer Parlange. Pourtant seule l'installation pendant une durée pertinente sur les sites de Cointrin et de la Sixtine de thermomètres, de baromètres, d'hygromètres pourrait apporter quelque validité à une comparaison des humeurs. Ce qui ne se mesure pas clairement ne mérite pas un mot. Et le laser du laboratoire de Parlange n'y changerait rien.

Concernant la sonorité des lieux, il faudrait une mesure en décibels, tenant compte de la variation des fréquences et de la répétition des motifs sonores, appelée vulgaire-

ment mélodie. Le prélèvement d'échantillons de bruits à la Sixtine et à Cointrin ne saurait être concluant aux yeux de la science sauf si, et seulement si, la médiane, l'écart type et la moyenne indiquent une répartition convergente. En l'absence de telles mesures, l'indicible joue perdant.

Pourtant je suis à Cointrin, dans la salle d'embarquement. Et, d'un coup, je crois sentir, entendre et même voir le même genre de voyageurs pressés qu'à la Sixtine. Ils lèvent furtivement la tête vers les panneaux où s'affiche le vol des anges échappant au fuseau horaire. Je surprends quelque chose qui ressemble à l'image d'un doigt divin dont on ne sait s'il chasse les hommes du paradis ou s'il est l'endroit où s'informent les voyageurs cherchant leur vol de correspondance. Un haut-parleur annonce: «En raison de l'arrivée tardive de la machine, veuillez vous adresser à notre agent.»

Je tente alors de comparer des hommes et des choses bien que je sache qu'il s'agit d'une provocation aux yeux de la science. (Encore l'âge du capitaine). Le visage d'un touriste n'a rien à voir avec la grandeur de sa valise. Il est donc contraire à la science de parler des deux dans la même phrase. La science n'autorise pas l'addition d'objets de nature différente. Elle a ses critères universellement établis. Les règles de son jeu ne supportent aucun doute.

Finalement, j'essaie de mettre les avions de Cointrin sur un plateau de la balance et, sur l'autre, une collection de papillons volant au plafond de la Sixtine. Comparer quelques émotions personnelles. Mais ces choses-là ne sont pas de la même famille. Depuis longtemps, la science va son chemin et la littérature ses impasses. On ne calcule plus l'âge du capitaine.

Nous autres romanciers ne doutons plus de la supériorité de la science qui permet de fractionner la réalité en d'innombrables particules élémentaires. La science l'emporte facilement s'il s'agit de mesurer le déplacement d'un pendule accroché à la voûte de la Sixtine. Elle sait analyser la valeur des voyageurs qui transitent à Cointrin en fonction des critères les plus raffinés de la théorie des flux.

La science est elle-même si persuadée de sa suprématie que ses prophètes se dispensent depuis longtemps de lire des romans pour y trouver une explication à leur bonheur quand ils visitent la Sixtine. Les scientifiques lisent peu de fiction et les littéraires leur rendent ce mépris en ne feuilletant

jamais une revue scientifique. La science joue gagnante.

Quand il lui arrive de perdre - mettons qu'elle n'a pas réussi à retenir au ciel un avion pourtant annoncée sur l'affichage de Cointrin -, elle ne se sent pas remise en cause. Elle accuse éventuellement la politique. Une catastrophe aérienne ne saurait amener à douter des lois de la physique. L'hégémonie orgueilleuse reste intacte.

Contre un tel déploiement de faits mesurables, que peuvent quelques naïfs qui voudraient réconcilier plusieurs mondes? Quelques romanciers pour lesquels l'observation d'un objet vaudrait autant que l'objet observé. L'indicible joue perdant. À moins qu'il n'utilise la ruse. C'est ce qui arrive quand un trèfle à quatre se glisse entre les pages d'une table de logarithmes. Mais c'est devenu rare, une table de log.

Derrière les comptoirs des compagnies aériennes, les hôtesses n'ont pas l'air de préparer mon embarquement pour le paradis. D'un ton sec, l'une d'elles me demande qui a fait mes bagages et si je garantis bien qu'aucun objet dangereux ne s'y trouve. Suis-je certain que personne n'a pu glisser parmi mes chaussettes quelque cadeau douteux voire détonnant? C'est que la politique aujourd'hui se fait à l'échelle du monde, le terrorisme fait escale dans les aéroports. Sur la galerie qui surplombe la salle d'embarquement, des soldats en gilet pare-balle se promènent, fusil-mitrailleur sous le bras. L'ingérence de la politique dans le trafic aérien n'est plus discutable. La Sixtine aussi est désormais protégée par des militaires. La politique s'est invitée partout, même dans les textes littéraires et parfois à notre insu. Pas possible de décrire une salle d'embarquement d'aujourd'hui sans parler des armes qui la décoorent.

Il ne s'agit pas pour l'écriture littéraire de se substituer à la science. Si cette dernière a inventé les degrés Celsius, Kelvin ou Fahrenheit pour mesurer l'état de la matière, il serait ridicule de vouloir y introduire à tout prix de la distance, voir de l'humour. Il vaut mieux ne pas rigoler de la sécurité aérienne. Chaque passager tient à ce que soient calculées de manière sérieuse les contraintes dans l'acier des ailes. Einstein tirant la langue nous plait bien, mais quand il s'agit de savoir si un Airbus 350 peut décoller, l'ironie risque de ne pas suffire.

Pour comprendre comment fonctionne un aéroport, l'évocation de la Sixtine et de son plafond est de peu de

secours. Il me faut donc admettre la difficulté de la littérature et de ses métaphores à me transporter pour de bon par voie aérienne jusque dans la prochaine capitale, mettons jusqu'à Rome pour admirer la Sixtine. La science aussi peine à établir un lien entre la nature chimique des pixels de couleur, employés par le peintre de la Sixtine et Cointin. Chacune a son impuissance: la littérature, comme la science, comme la politique. D'où la nécessité pour celui qui écrit de se mêler justement de ce qui ne regarde pas son domaine. Sans imposer de priorités, de jugements moraux ou de hiérarchies. L'impertinence, voire l'ingérence, devient un devoir de la littérature. Et parfois même sa raison d'être. Mais c'est une autre histoire. Comme dirait Flaubert: «La bêtise consiste à vouloir conclure.»



NUTRITION, GESTION DE L'ÉNERGIE ET SURPOIDS: QUE FONT DONC NOS GÈNES?

Introduction

Les livres sur le "bien-manger" garnissent les présentoirs des librairies. On y lit que l'alimentation doit être source de bien-être ou qu'elle permet d'accéder aux canons de beauté de notre temps. Aujourd'hui, le premier objectif est d'éliminer la surcharge pondérale. Dans les magazines, la femme et l'homme de notre époque sont sveltes et musclés, dynamiques, épanouis dans leur vie professionnelle et privée. Nous sommes continuellement encouragés à relever ce nouveau défi. Mais peut-on réellement parler de «nouveau»? Peut-être moins que nous le croyons, à y regarder de plus près ! Dès l'Antiquité, médecine et pratiques alimentaires se confondent. Pour Hippocrate, la médecine est avant tout la pratique d'un bon régime alimentaire. « De tes aliments, tu feras ta médecine » écrit-il. Dans les *Remèdes à l'Amour*, Ovide nous dit: «Et maintenant, pour agir en véritable médecin et vous montrer à quel point je maîtrise mon art, je vais vous prescrire le mode de nutrition que vous devriez consommer, et vous dire quels aliments vous pouvez accepter et ceux que vous devriez refuser». Pour eux, la diète fait partie de la thérapeutique.

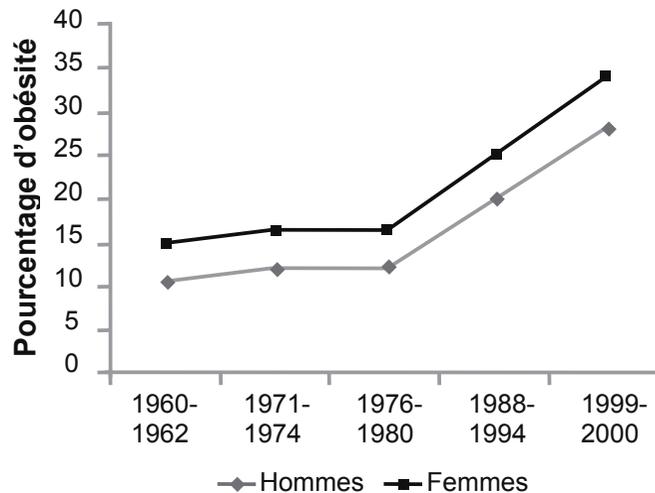
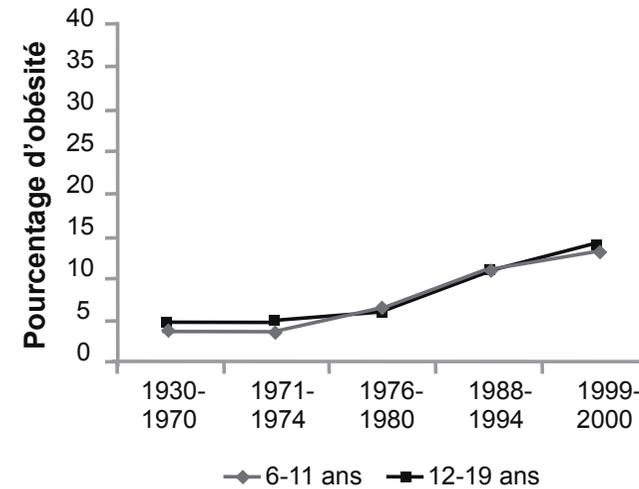


Figure 1



L'excès pondéral progresse rapidement dans de nombreuses parties du monde, à tel point que l'on n'hésite plus à parler de pandémie^{1,2} (Fig.1 et Tableau 1).

Dans les pays industrialisés, y compris en Suisse, cette tendance persiste malgré les efforts entrepris pour l'enrayer. Elle est d'ailleurs d'autant plus inquiétante qu'elle touche aussi bien les adultes que les enfants et les adolescents³⁻⁶. Les causes du surpoids sont multiples. Pour les évoquer brièvement, on peut dire qu'elles résultent de facteurs biologiques (genre, vieillissement, prédispositions génétiques), comportementaux (habitudes, émotions,

Prévalence de l'obésité (IMC>30) chez les enfants de 7 à 11 ans

> 30%:	Italie, Malte, Portugal, Espagne
> 20%:	Chypre, Grèce, Irlande, Suède, Grande Bretagne
10-20%:	Bulgarie, Tchéquie, Danemark, France, Allemagne, Hongrie, Hollande, Pologne, Suisse

Augmentation annuelle, en Europe, de la prévalence du surpoids chez l'enfant

Années 1970	0,2 %
Années 1980	0,6 %
Années 1990	0,8 %
Années 2000	2,0 %

Surpoids et obésité chez l'adulte en Europe

	IMC 25-29,9	IMC > 30
Homme	36-50%	10-27%
Femme	35-75%	10-38%

Tableau 1

attitudes, croyances), environnementaux (contexte économique et socio-culturel, zones géographiques) et iatrogènes (occasionnés par une prise de médicaments)⁷.

Evolution de la composition de l'alimentation et du style de vie

Il est impératif, pour comprendre les causes de l'évolution de la pandémie d'obésité, d'aborder la question sous l'angle des changements du contenu alimentaire et du style de vie dans le contexte de l'histoire naturelle de l'espèce humaine. Depuis l'émergence des hominidés puis, il y a 2 à 3 millions d'années, des premiers représentants du genre *Homo*, l'alimentation reposait sur la cueillette et la chasse. Elles ont permis à l'humanité de se développer et de prospérer durant 99,5% de toute la durée de son histoire, c'est-à-dire des origines jusqu'à une période remontant à moins de 10'000 ans. Quel était donc le menu de ces ancêtres du Paléolithique ? Ils consommaient de la viande d'animaux sauvages, à la fois plus riche en protéines et pauvre en

végétaux étaient plus riches en fibres et pauvres en sucres rapides que ceux que nous connaissons aujourd'hui. La comparaison tend à démontrer qu'au Paléolithique, les apports nutritionnels étaient intrinsèquement et selon toute probabilité supérieurs aux nôtres (Tableau 2)⁸. Dans leur ouvrage sur la nutrition préhistorique⁹, Gilles Delluc, Brigitte Delluc et Martine Roques commentent l'état de santé de nos ancêtres : "Leur durée de vie est brève, sans doute du fait des infections dues à des germes banals, présents sur terre depuis bien plus longtemps que les hominidés. Mais à en juger par les restes osseux, l'état de santé des *Homo sapiens* est en général très convenable et témoigne d'un bon équilibre: de l'arthrose, surtout vertébrale, des fractures, des parodontopathies*, mais ni tuberculose, ni tumeurs malignes osseuses (primitives ou métastatiques), ni ostéoporose*, ni ostéomalacie*, ni rachitisme, et très peu de caries dentaires."

La période qui suivit, le Néolithique, est capitale dans l'histoire de l'humanité. Aux yeux des préhistoriens, elle a été le point de départ d'une explosion démographique et d'une grande transformation socio-économique qui va orienter

	Apport moyen au Paléolithique	Dose journalière recommandée	Apport moyen (contemporain USA)
Vitamine C	604 mg	60 mg	77 à 110 mg
Vitamine E	33 UI	8 à 10 UI	7 à 10 UI
Calcium	1956 mg	800 à 1200 mg	750 mg
Magnésium	700 mg	350 mg	250 mg
Potassium	10 500 mg	3500 mg	2500 mg
Zinc	43 mg	12 à 15 mg	5 à 14 mg
Fibres	50 à 104 gr	25 à 35 gr	10 gr

mg = milligrammes UI = unités internationales gr = grammes

Tableau 2

graisses que celle provenant d'animaux d'élevage. Par ailleurs, ils se nourrissaient de poissons dits "gras" parce que riches en acides gras «oméga-3», globalement favorables à une bonne santé. La variété des végétaux consommés était certainement importante, mais dépendante des zones géographiques et des saisons (Fig.2). Ces

Mutations dans génome: environ 0.3 % par million d'années → depuis 10'000 ans = 0.003 %

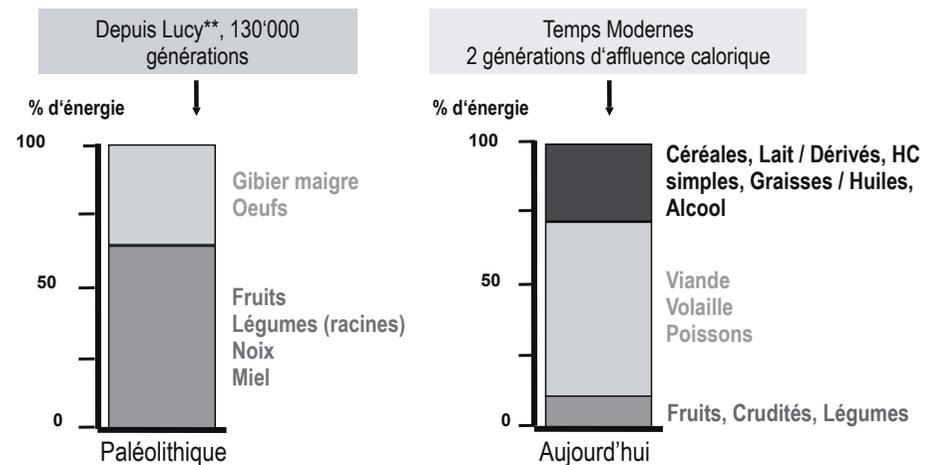


Figure 2

** Lucy: ancêtre australopithèque dont les ossements, vieux de 3,2 millions d'années, ont été découverts en 1974 au sud de l'Ethiopie

l'histoire économique, culturelle et politique. L'homme "chasseur-cueilleur" se sédentarise il y a 5'000 à 10'000 ans de cela, selon les régions du globe. L'élevage et l'agriculture remplacent la chasse, la pêche et la cueillette. La viande d'élevage, plus grasse, remplace la viande sauvage. C'est probablement aussi à ce moment-là que l'on va commencer à consommer des produits laitiers et peut-être leurs dérivés. La culture, en particulier de diverses céréales, va de pair avec leur stockage et leur transformation, avec tous les problèmes de toxicité liés à cette nouvelle façon de faire. Par ailleurs, d'un point de vue "social", on peut imaginer qu'apparaissent alors les questions de possession, de pouvoir et de répartition des richesses et que les inégalités socio-économiques vont peu à peu remplacer les différences de force et résistance physiques du Paléolithique. Selon certains auteurs^{10, 11}, la consommation de céréales cultivées présente des inconvénients majeurs pour la santé. Les céréales apportent certaines substances (lectines, agglutinines) qui modifieraient les propriétés de la paroi intestinale, notamment sa perméabilité et sa capacité d'absorption d'antigènes déclenchant des maladies auto-immunes. L'influence néfaste des céréales sur la polyarthrite chronique évolutive, le diabète, le lupus érythémateux ou certaines maladies de la thyroïde est aujourd'hui bien documentée.

L'examen d'ossements permet de constater que les premiers "éleveurs-cultivateurs" présentaient, par rapport à leurs ancêtres, une réduction de stature, un raccourcissement de la durée de vie, une plus grande fréquence et incidence des maladies infectieuses, une augmentation des anémies, des déficiences en fer, une plus grande incidence de l'ostéomalacie, de l'ostéoporose, des caries et divers défauts dentaires. Le passage du statut de "chasseur-cueilleur" à celui "d'éleveur-cultivateur" n'a donc pas eu que des conséquences bénéfiques. Ce changement drastique des habitudes alimentaires au Néolithique a été porteur, à retardement, de problèmes de santé considérables.

Le deuxième grand virage est beaucoup plus récent; c'est celui de la révolution industrielle dès le 19^e siècle. Le caractère artisanal de la production de nourriture a été peu à peu remplacé par une production en masse. Souvent, la quantité a remplacé la qualité, puis les conservateurs alimentaires sont apparus, ainsi que le mode de restauration rapide. On a oublié que manger n'est pas seulement une nécessité physiologique. C'est aussi un phénomène social et culturel. La table est un lieu d'échange et de plaisir.

Classification	IMC*
Insuffisance pondérale	<18.5
Eventail normal	18.5-24.9
Surpoids	>25.0
Pré-obèse	25.0-29.9
Obèse Classe I	30.0-34.9
Obèse Classe II	35.0-39.9
Obèse Classe III	>40.0

*kg/m²

Tableau 3

Les repas familiaux et conviviaux se sont déstructurés et l'industrie agroalimentaire s'est introduite dans les failles de cet espace culturel et a imposé ses produits et, souvent, leur consommation anarchique. En très peu de temps, les industriels ont fait naître une quantité de nouveaux produits riches en sucres rapides et en graisses. A l'évidence, et c'est crucial, nous n'avons pas eu le temps, génétiquement, de nous adapter aux changements intervenus dans notre alimentation du Néolithique à aujourd'hui en raison du taux extrêmement faible de l'évolution de notre génome (Fig.2).

La pandémie d'obésité

En Suisse, les coûts engendrés par la surcharge pondérale, l'adiposité et les maladies qui y sont liées se montent, en 2001, à 2,7 milliards de francs¹². L'obésité est une affection multifactorielle. Elle est certes due à des facteurs héréditaires, mais aussi, et peut-être surtout, à une sédentarisation excessive non compensée par une pratique sportive correspondante, et à l'évolution des comportements alimentaires. La nourriture est trop souvent hypercalorique, hyperlipidique, hyperprotidique, et pauvre en fibres. Partout, on parle aujourd'hui de pandémie d'obésité et notamment en Suisse où 37 % de la population adulte souffre de surpoids ou d'obésité (voir Tableau 3 pour une définition du surpoids et de l'obésité¹³). Des estimations récentes montrent que les personnes en surpoids, sur l'ensemble de la planète, dépassent largement le milliard, dont près de 350 millions sont obèses. La prévalence de l'obésité au sein de la population mondiale pourrait être d'environ 11 % d'ici à 2010. Pour les Etats-Unis, les estimations à cette même échéance indiquent 75% de la population en surpoids dont 46% d'obèses. Même si le mal s'est

accéléralé depuis quelques générations, le lit de l'épidémie s'est fait très lentement. Comme nous l'avons vu plus haut, la sédentarisation intervenue au Néolithique a permis aux sociétés humaines de se développer et d'acquérir des connaissances de manière très rapide. La composition de l'alimentation a alors changé énormément bien que nous soyons restés les mêmes génétiquement. Au cours des grandes migrations et famines qui ont jalonné notre histoire naturelle, n'ont survécu et se sont reproduits que ceux dont l'organisme a résisté à ces terribles contraintes. Nous avons hérité d'eux l'obsession de trouver de la nourriture et la peur d'en manquer, une attirance pour ce qui nous apporte un maximum de calories, le gras et le sucre, et un organisme qui stocke très efficacement l'énergie absorbée.

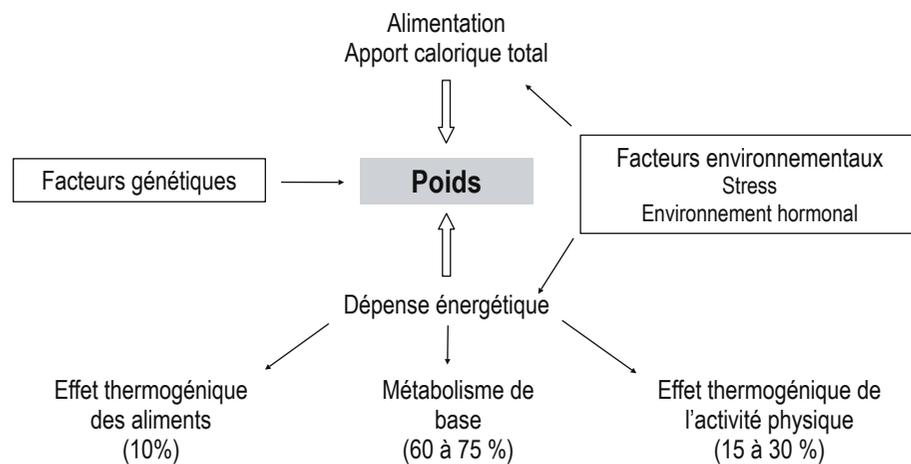


Figure 3

Comme évoqué précédemment, la pandémie touche également les enfants. En Suisse, un tiers des enfants et des adolescents souffre d'un excès de poids. L'obésité infantile constitue un problème majeur de santé publique du fait de sa prévalence en constante augmentation dans les pays industrialisés et émergents et des nombreuses complications qu'elle entraîne. Comme chez l'adulte, son origine est multifactorielle et liée aux facteurs génétiques et environnementaux déjà mentionnés (Fig.3). L'intervention sur les facteurs environnementaux tels que l'alimentation, l'activité physique et la dimension psychologique s'avère primordiale dans la prise en charge de cette pathologie chez

l'enfant. Pour autant que la famille et l'école y participent, la prise en charge médicale reste la plus adaptée, notamment par l'intervention d'équipes pluridisciplinaires conjuguant des compétences complémentaires. La Fédération Internationale du Diabète (FID) a publié une nouvelle définition de l'obésité de l'enfant et de l'adolescent afin d'identifier plus facilement ceux qui présentent un risque élevé de développer, une fois adulte, un diabète de type 2* ou une maladie cardiovasculaire¹⁴. En bref, le dépistage précoce de l'obésité est très important pour améliorer l'efficacité de la prévention. Un des moyens est la mesure de la taille et du poids de l'enfant pour suivre la courbe de corpulence et repérer ainsi le plus en amont possible les enfants à risque. La prise en charge doit être immédiate, car c'est en agissant très tôt dans la vie de l'enfant que les chances de succès sont les plus élevées. Elle sera ciblée sur les jeunes parents, dans les crèches, les garderies, et les écoles enfantines.

Chez l'enfant, en plus des facteurs de risque déjà cités, il faut mentionner l'obésité parentale. Par rapport à un enfant dont aucun des deux parents n'est obèse, le risque d'obésité est multiplié par 3 si un parent est obèse, par 5 si les 2 parents le sont. Par ailleurs, le niveau socio-économique et le pays d'origine sont également à prendre en compte. Dans une étude menée chez des enfants français âgés de 7 à 12 ans, on retrouvait 4 fois plus d'obèses chez les enfants d'ouvriers que chez les enfants de cadres. La probabilité qu'un enfant obèse le reste à l'âge adulte varie selon les études, mais le risque est d'autant plus grand que l'obésité est majeure, d'apparition précoce, qu'elle persiste à l'adolescence et que les parents sont obèses. Les complications graves (cardiomyopathies*, pancréatites, apnées du sommeil) dans l'enfance ou à l'adolescence sont rares et liées à une obésité majeure. Le plus souvent chez les personnes jeunes, une obésité importante est associée à des complications moins graves (atteintes orthopédiques et troubles respiratoires) que chez l'adulte. Cependant, les risques à long terme pour l'enfant obèse devenu adulte ne sont pas négligeables, puisque l'obésité infantile est associée à une augmentation du risque de mortalité à l'âge adulte de 50 à 80%. Chez les hommes âgés qui ont été obèses pendant l'adolescence, on retrouve une augmentation du risque de maladies coronariennes, diabète, goutte et cancer du colon. Chez les femmes, on retrouve plutôt un excès de pathologies articulaires et une diminution de la qualité de vie résultant de ces mêmes pathologies. Les conséquences psychologiques, elles aussi, ne doivent pas être négligées.

Une mauvaise estime de soi, une diminution des performances scolaires, un rejet social qui se traduit par des moqueries de la part des camarades et pour finir l'isolement sont hélas des manifestations fréquentes. A l'adolescence, cette image négative de soi s'amplifie, avec un risque accru de dépression et une insertion sociale future souvent plus difficile.

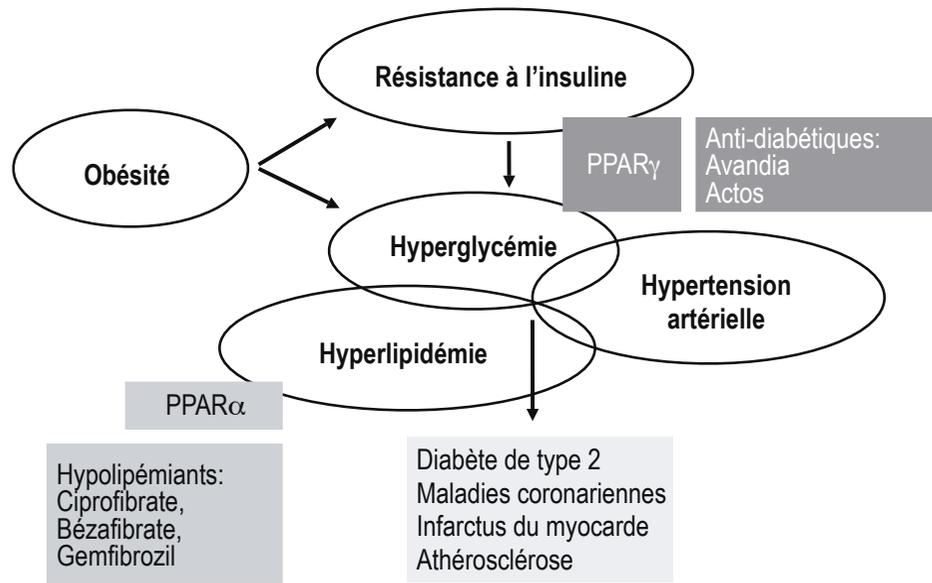


Figure 4

Le syndrome métabolique

Le surpoids et l'obésité sont souvent à l'origine du syndrome métabolique, caractérisé par la combinaison, chez un même sujet, de la résistance à l'insuline, de l'hyperlipidémie, de l'obésité et de l'hypertension artérielle. Ce syndrome métabolique se traduit par une élévation importante des risques pour le diabète de type 2 et les maladies cardiovasculaires (Fig.4 et 5)¹³. Les nombreuses définitions et critères proposés pour le syndrome métabolique par différents organismes (WHO/OMS, World Health Organization/Organisation Mondiale de la Santé; AHA, American Heart Association; IDF, International Diabetes Federation) compliquent quelque peu la lisibilité des études. Cependant, la définition proposée par le National Cholesterol Education Program et son Adult Treatment Panel III (NCEP ATP III) est bien validée sur le plan de la prédiction du risque

du diabète et des complications cardiovasculaires. Dans cette définition, le syndrome métabolique est retenu lorsque 3 des 5 critères ci-dessous sont observés chez un même patient : tour de taille supérieur à 102 cm chez l'homme et 88 cm chez la femme, HDL-c inférieur à 0,40 g/l chez l'homme et 0,5 g/l chez la femme ; triglycérides à jeun égaux ou supérieurs à 1,50 g/l, pression artérielle égale ou supérieure à 130/85 mmHG et glycémie égale ou supérieure à 1,10 g/l. Aujourd'hui, il est même recommandé d'avoir un tour de taille de moins de 94 cm chez l'homme et de moins de 80 cm chez la femme afin d'éviter de s'exposer à des ennuis de santé.

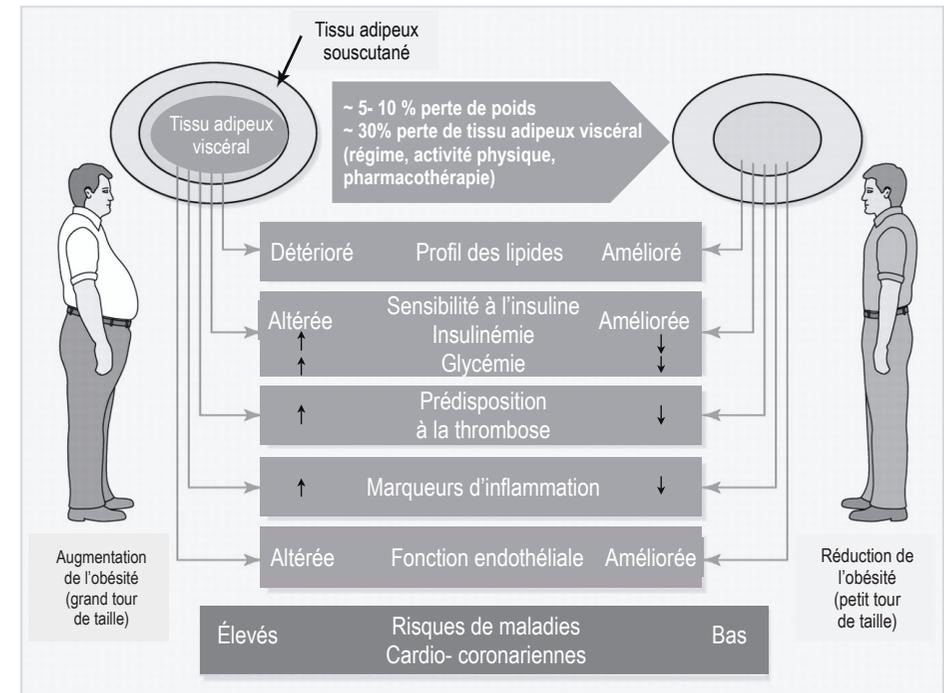


Figure 5

Vers une compréhension des causes génétiques du syndrome métabolique

Le regroupement fréquent de plusieurs symptômes chez le même individu suggère une étiologie commune à l'ensemble de ces symptômes. L'expression des principales enzymes du métabolisme lipidique ou glucidique est contrôlée, en grande partie, au niveau de l'activité de transcription* des gènes qui

les produisent. L'activité transcriptionnelle de certains de ces gènes est contrôlée par des récepteurs nucléaires* communs qui assurent une régulation coordonnée des métabolismes lipidiques et glucidiques. L'équilibre entre l'énergie absorbée (qui dépend de l'alimentation) et l'énergie dépensée (qui dépend du métabolisme basal, de la thermogenèse adaptative et de l'activité physique) est nécessaire au maintien d'un bon état de santé (Fig.3) Cette homéostasie* énergétique est modulée par des facteurs héréditaires, socio-économiques, culturels et psychologiques.

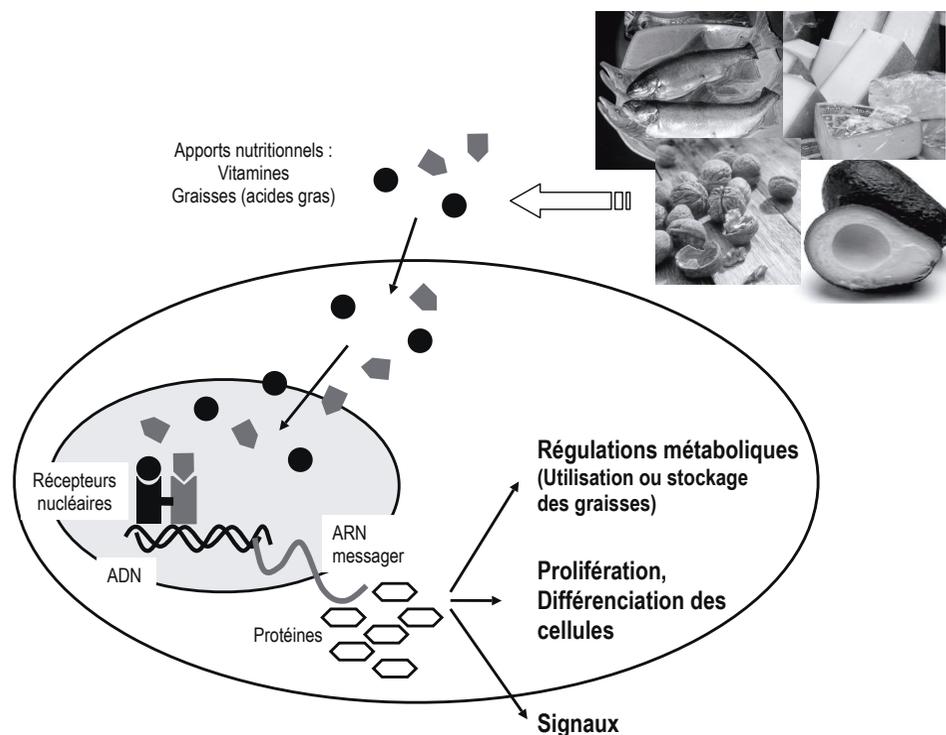


Figure 6

Régulation génétique du métabolisme énergétique: interactions entre gènes et nutriments

Les relations entre nutrition et santé ne peuvent pas être comprises sans une connaissance des interactions entre les nutriments et les gènes ou les protéines codées par ces derniers. Les nutriments peuvent agir comme autant de signaux apportés par l'alimentation. Ils sont détectés par

des facteurs intracellulaires agissant comme senseurs et modulateurs de l'activité de gènes spécifiques. Il en résulte des effets métaboliques et physiologiques à l'échelle de l'organisme entier (Fig.6). S'il y a dérégulation, ces effets sont susceptibles de promouvoir l'initiation, la progression et la gravité de maladies métaboliques chroniques. Aujourd'hui, on pense que les nutriments agissent principalement sur la transcription des gènes, c'est-à-dire qu'ils modulent l'efficacité avec laquelle un gène donné est copié en ARN messager. Chacune de nos cellules comprend 30'000 à 35'000 gènes qui constituent notre génome. Nos gènes ne sont pas tous transcrits en même temps. Leur expression est dépendante du type cellulaire (les cellules nerveuses expriment une série de gènes différents des cellules musculaires). Le contrôle qui s'exerce sur l'expression d'un gène est extrêmement fin et les nutriments ingérés ou leurs métabolites* sont capables d'exercer une telle régulation. La présence de graisses dans le régime alimentaire en est une illustration simple, puisqu'elle va entraîner, via des récepteurs intracellulaires qui mesurent le niveau d'acides gras, des modifications rapides de l'expression de gènes codant pour des enzymes-clés du métabolisme lipidique. Ainsi, un régime contenant des graisses entraîne une augmentation de la production des enzymes chargées de les métaboliser, en les brûlant pour produire de l'énergie, ou en stockant les surplus dans le tissu adipeux (Fig.6).

Ainsi, la régulation transcriptionnelle des gènes nécessite de nombreuses protéines spécifiques dans le noyau de la cellule, appelées « facteurs de transcription », qui se fixent directement ou indirectement sur la région d'ADN qui contrôle l'activité d'un gène. La régulation transcriptionnelle exercée par les aliments est donc relayée par des facteurs de transcription qui répondent à des variations de concentration des nutriments ou de leurs métabolites dans la cellule.

Pour mieux comprendre ce mode de régulation, nous allons approfondir les mécanismes d'action des acides gras. Ils agissent par liaison directe à des récepteurs nucléaires parmi lesquels se trouvent les récepteurs aux Proliférateurs de Peroxisomes*, d'où leur nom de PPARs (Peroxisome Proliferator Activated Receptors). Ce nom date de la découverte du premier de ces récepteurs, qui sont aussi mis en activité par des composés chimiques (plastifiants, herbicides) induisant la prolifération de l'organelle* peroxisome*, à fonction oxydative, dans les cellules

hépatiques des rongeurs. Ce n'est que plus tard qu'il a été découvert que ces récepteurs sont activés par des molécules naturelles, les acides gras. Le chapitre suivant est consacré à ces PPARs, qui sont au centre de la régulation de l'équilibre énergétique et en premier lieu du métabolisme des lipides, particulièrement dans les organes périphériques.

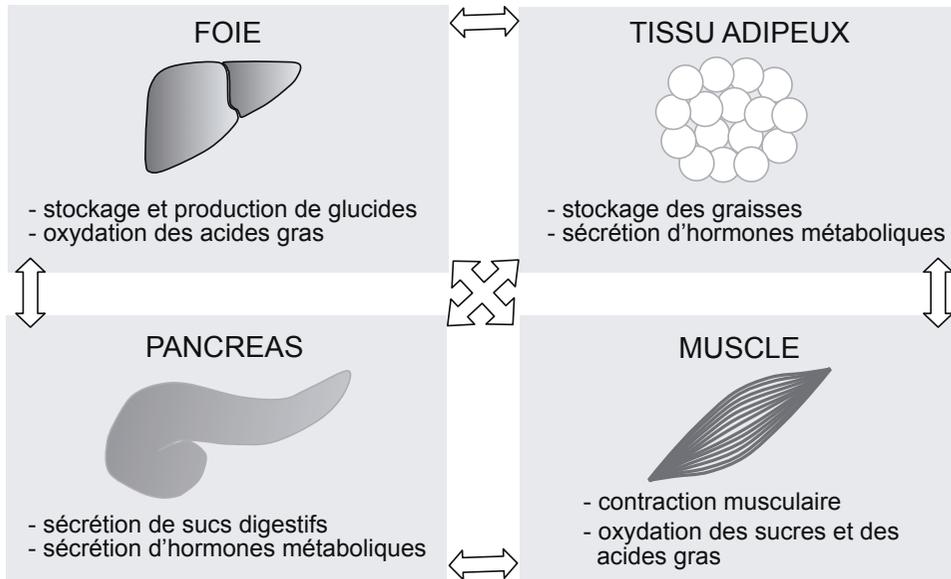


Figure 7

Les organes et tissus effecteurs de l'équilibre énergétique : importance des PPARs

Dans le contexte du contrôle de l'homéostasie énergétique, certains des processus de régulation susmentionnés impliquent les acides gras polyinsaturés (AGPI). Ces régulations interviennent dans des organes-clés comme les tissus adipeux blanc et brun, le foie, le muscle squelettique et le pancréas. Ces organes, qui ont des fonctions spécifiques dans le métabolisme énergétique, sont capables de dialoguer en se transmettant directement des signaux (Fig.7), mais sont également susceptibles de recevoir et d'émettre des informations en provenance ou en direction du système nerveux central par des mécanismes encore mal compris¹⁵.

Les PPARs forment une sous-famille de trois récepteurs, PPAR α , β (ou δ) et γ , appartenant à la famille des récepteurs nucléaires qui compte 49 membres chez l'humain¹⁶. Les PPARs se lient à des régions régulatrices spécifiques de leurs gènes-cibles sous forme d'hétérodimères* avec leur partenaire RXR, le récepteur à l'acide rétinoïque 9-cis appartenant également à la même famille. En réponse à leur liaison avec un ligand*, ils activent la transcription de leurs gènes-cibles (Fig.8).

Les trois isotypes* PPARs ont en commun des ligands tels que les acides gras polyinsaturés (AGPI) à longue chaîne et des eicosanoïdes* (leucotriènes* et prostaglandines*) qui en sont dérivés. Les fibrates* utilisés en clinique comme molécules hypolipémiantes sont des ligands de PPAR α et les antidiabétiques de la classe des thiazolidinediones* (TZD) activent PPAR γ (Fig. 4)¹⁷. En plus de ses fonctions oxydatives dans le muscle, PPAR β est fortement impliqué dans la réparation tissulaire¹⁸. De nombreuses observations permettent de définir les rôles de PPAR α et de PPAR β d'une part, et de PPAR γ d'autre part, comme opposés et complémentaires de la régulation du métabolisme lipidique. Les deux premiers contrôlent les voies qui brûlent les graisses, le troisième celles qui les mettent en réserve (Fig.9 et 10)^{19, 20}.

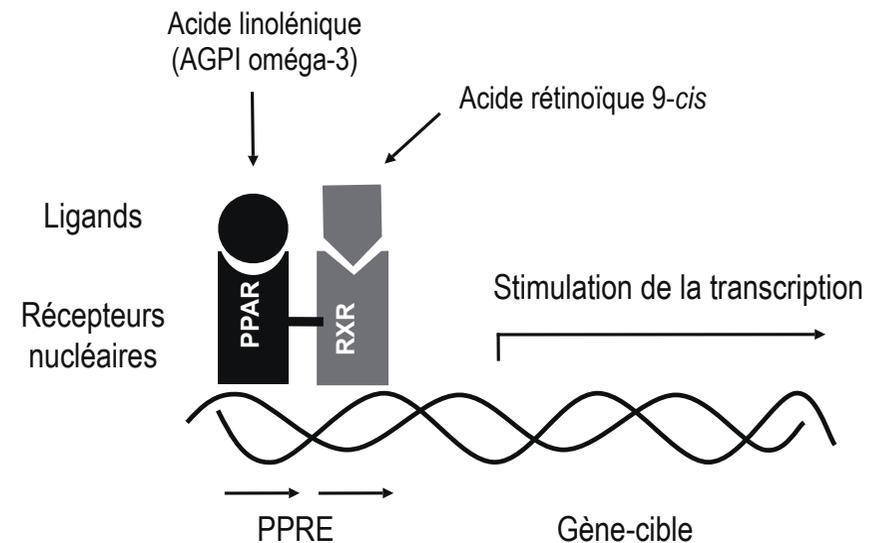


Figure 8

Le catabolisme* des lipides dans le foie: rôle de PPARα

Les mécanismes mis en jeu pour le métabolisme des lipides dans le foie sont complexes et fortement imbriqués. Les AGPI régulent ce métabolisme via PPARα et le facteur de transcription SREBP-1c. Les AGPI stimulent, via PPARα, la transcription de gènes codant pour des enzymes impliquées dans la β-oxydation* des acides gras et la cétogenèse*. Le facteur de transcription SREBP-1c est quant à lui inactivé par les AGPI, ce qui inhibe la production de plusieurs enzymes de la synthèse des acides gras et des triglycérides*. Cet exemple illustre, de façon simplifiée, la réponse de l'organisme aux modifications de son environnement, ce qui entraîne un changement d'expression non seulement d'un gène mais de centaines d'entre eux, organisés en réseaux complexes de régulation. Ces derniers dépendent de senseurs, comme les récepteurs nucléaires, qui réagissent à différents signaux tels que les acides gras ou les hormones (insuline, glucagon) et modifient la physiologie cellulaire pour l'adapter aux variations des conditions du milieu.

dans les hépatocytes*, leur activation en acyl-CoA et leur oxydation (Fig.6). En période de privation de nourriture, la lipolyse* (catabolisme de triglycérides en acides gras libres et glycérol) est stimulée dans le tissu adipeux* blanc, conduisant à une augmentation du niveau d'acides gras circulants qui sont prélevés par le foie et dégradés dans les hépatocytes. Leur oxydation sert à la production de corps cétoniques qui, une fois sécrétés dans la circulation sanguine, servent de source d'énergie pour les tissus périphériques, tout en permettant la gluconéogenèse*. L'expression de PPARα est stimulée dans le foie par les glucocorticoïdes, dont les niveaux circulants sont élevés pendant le jeûne. Il est maintenant admis que lors d'une libération importante d'acides gras en période de jeûne, les acides gras eux-mêmes participent à la stimulation de leur propre catabolisme en activant PPARα auquel ils se lient directement.

Métabolisme des lipides

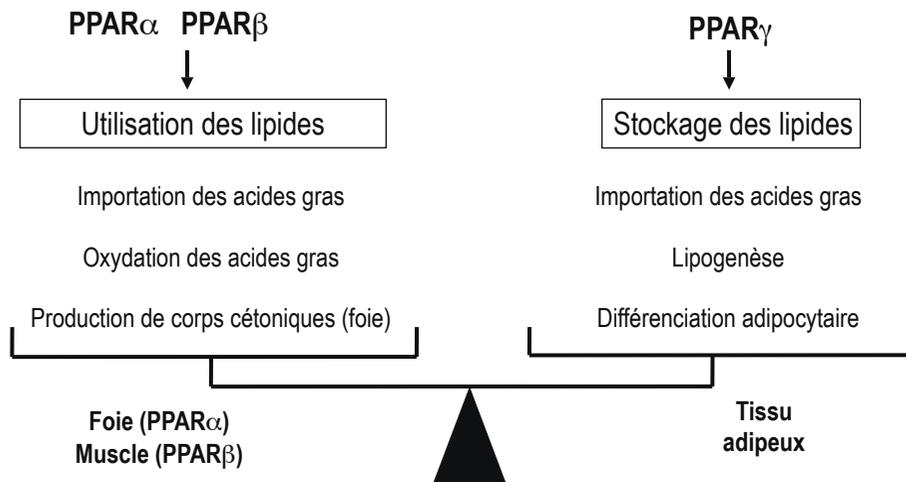


Figure 9

L'oxydation des acides gras (catabolisme) entraîne une réduction des réserves de triglycérides. Comme mentionné plus haut, PPARα régule directement cette voie dans le foie en exerçant un contrôle positif sur l'entrée des acides gras



Utilisation des lipides	PPARα	- oxydation acides gras - réponse au jeûne	- oxydation acides gras - découplage énergie
	PPARβ		- oxydation acides gras - découplage énergie - différenciation musculaire
Stockage de lipides & Sensibilité à l'insuline	PPAR γ	- lipogenèse - sensibilité à l'insuline	- sensibilité à l'insuline - différenciation des adipocytes - survie des adipocytes - lipogenèse - sécrétion d'adipokines - sensibilité à l'insuline

Figure 10

L'étude de souris déficientes en PPARα a contribué à démontrer l'implication de PPARα dans l'homéostasie énergétique. Si la déficience en PPARα n'a pas de conséquences importantes chez ces souris à l'état nourri, les processus d'oxydation des acides gras et de cétogenèse ne sont plus stimulés en situation de jeûne, et les conséquences sont multiples et dramatiques: taux d'acides gras circulants élevés et accumulation de lipides dans le foie (stéatose hépatique), hypothermie, hypoglycémie et hypocétonémie. Cela souligne le rôle primordial de PPARα

dans l'utilisation des graisses et la production de molécules énergétiques quand les réserves sont mobilisées en situation de manque de nourriture.

Il est important de mentionner ici que les premiers composés réellement efficaces dans le traitement de l'hyperlipidémie ont été les fibrates (Fig.4). Ces hypolipémiants lient directement PPAR α , le mettent en activité et ont pour effet de stimuler le catabolisme des lipides et de réduire la production des VLDL*, particules de transport des triglycérides²¹.

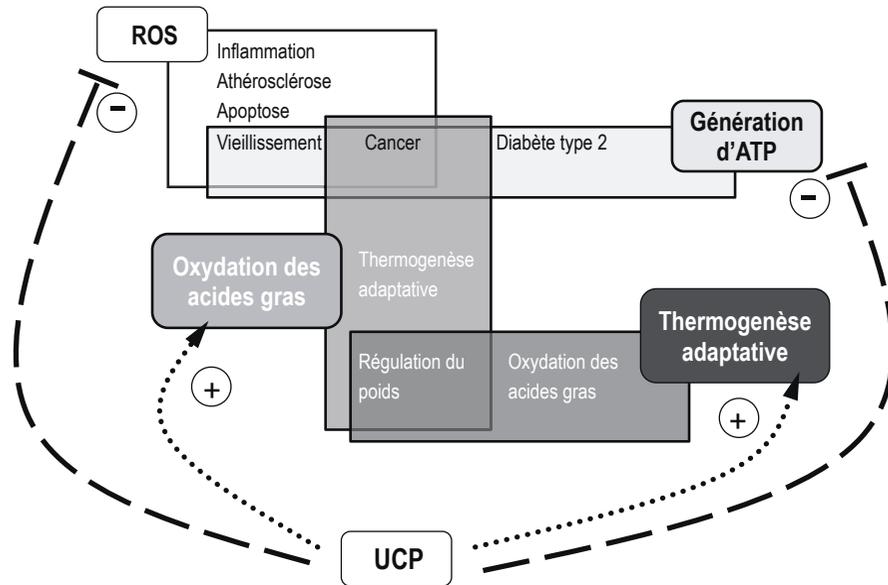


Figure 11

Le stockage des triglycérides dans le tissu adipeux blanc: rôle de PPAR γ

Lorsque la quantité d'énergie absorbée dépasse la quantité d'énergie consommée, le surplus est mis en réserve sous forme de triglycérides dans le tissu adipeux blanc et sous forme de glycogène dans le foie. La surabondance d'énergie ingérée produit l'excès de stockage de lipides et l'expansion du tissu adipeux blanc, qui caractérise l'obésité. Cette mise en réserve fait intervenir à la fois une augmentation du nombre (hyperplasie) et de la taille (hypertrophie) des

adipocytes*. PPAR γ est un élément-clé de ces processus puisqu'il régit à la fois la différenciation des adipocytes et la lipogénèse (synthèse de triglycérides).

Le rôle de PPAR γ dans la différenciation des cellules adipeuses a d'abord été suggéré par la présence abondante de ce récepteur dans le tissu adipeux blanc et l'augmentation de son expression dans les pré-adipocytes qui amorcent leur différenciation en adipocytes. Chez le rat et la souris, l'expression de PPAR γ augmente de façon significative dans le tissu adipeux blanc lorsque le régime alimentaire est riche en lipides. A l'inverse, son expression est réduite après un jeûne de 48 heures. L'expression de PPAR γ a aussi été analysée chez l'humain. Son expression est plus importante dans le tissu adipeux blanc de sujets obèses, tandis qu'une alimentation pauvre en calories abaisse son expression dans ce tissu. Cela suggère un rôle de PPAR γ dans le contrôle de la fonction adipocytaire chez l'humain également. L'ensemble de ces observations met en évidence le rôle-clé de PPAR γ dans la gestion du stockage des lipides dans le tissu adipeux blanc et est en accord avec les conséquences des mutations de ce gène décrites chez certains sujets. Deux mutations différentes du gène de PPAR γ qui affectent l'indice de masse corporel sont citées ici. La première est une substitution au sein même de la protéine de l'acide aminé 115, une proline en glutamine. Elle entraîne une augmentation de l'activité de PPAR γ qui a été identifiée chez des patients souffrant d'obésité sévère. En raison de sa fréquence, la seconde mutation peut être considérée comme un polymorphisme qui correspond à la substitution d'une proline en alanine à la position 12 de la protéine. Ce changement provoque une diminution de l'activité de PPAR γ . A l'inverse de la première, la seconde mutation est associée à un indice de masse corporel réduit dans la population concernée²². Ces observations indiquent que la masse adipeuse dépend de l'activité de PPAR γ .

La différenciation adipocytaire et musculaire: rôle de PPAR β

PPAR β est lui aussi exprimé dans le tissu adipeux blanc. L'ensemble des observations faites à ce jour dans un modèle de culture cellulaire suggère que PPAR β pourrait être un acteur précoce du processus de différenciation adipocytaire. Dans ce modèle expérimental, les cellules cultivées ne se différencient en adipocytes qu'en présence d'activateurs de PPAR β et PPAR γ . La mise en activité de PPAR β par des

acides gras à longue chaîne conduit à une augmentation de l'expression de PPAR γ qui est nécessaire à la différenciation des fibroblastes* en adipocytes. Au vu de ces observations, il est permis de spéculer que PPAR β est impliqué dans l'augmentation du nombre de cellules adipeuses induite par un régime riche en graisses. L'invalidation expérimentale de PPAR β , chez la souris, cause une légère diminution de la masse adipeuse indiquant que PPAR β pourrait en effet jouer un rôle dans le développement du tissu adipeux blanc *in vivo*, sans toutefois être indispensable²³.

Les souris dans lesquelles PPAR β est invalidé sélectivement, et uniquement dans la musculature, présentent une réduction du nombre de fibres musculaires oxydatives résistant à la fatigue, qui contiennent beaucoup de myoglobine*, de mitochondries* et de capillaires sanguins (fibres rouges) au profit de fibres glycolitiques sensibles à la fatigue et qui contiennent peu de myoglobine, de mitochondries et de capillaires (fibres blanches). Les souris porteuses de la mutation deviennent obèses et diabétiques, ce qui démontre que PPAR β dans le muscle est nécessaire au maintien de sa capacité oxydative, dont la perte entraîne des désordres métaboliques graves²⁴.

La thermogenèse adaptative : rôles de PPAR α et PPAR γ

La dépense énergétique participe au maintien du poids corporel. La thermogenèse adaptative contribue à ce processus. Elle consiste en une production de chaleur, en réponse à des facteurs environnementaux tels que les apports caloriques ou la température ambiante. Par ailleurs, elle représente une protection efficace contre le froid. Le tissu adipeux brun, dont les adipocytes particulièrement riches en mitochondries sont distincts des adipocytes blancs, joue un rôle essentiel dans la thermogenèse. Elle est possible grâce à des protéines appelées UCPs (UnCoupling Proteins) qui sont impliquées dans de nombreux processus physiologiques et pathologiques (Fig. 11)²⁵. Elles ont la particularité de modifier les transferts d'électrons et de protons à travers la paroi des mitochondries, les centrales énergétiques des cellules. Il en résulte que l'énergie libérée lors de l'oxydation des nutriments, plutôt que de servir à la production d'ATP (adénosine triphosphate), est dissipée sous forme de chaleur. UCP1 ne se trouve que dans les adipocytes bruns, une réserve de lipides employée essentiellement pour la production de chaleur. Pour preuve, les souris déficientes en UCP1 contrôlent mal



leur température corporelle lors d'une exposition au froid. Les muscles, eux, expriment UCP3, beaucoup moins active qu'UCP1. En imposant expérimentalement la production d'UCP1 aux cellules des muscles squelettiques de souris, à un niveau équivalant à 1 % de celui du tissu adipeux brun, il a été possible d'enrayer la prise de poids chez ces animaux sous un régime riche en graisses. En plus de limiter l'obésité, ces souris transgéniques parviennent également à contrôler l'hyperglycémie, l'hyperlipidémie et la résistance à l'insuline qui provoquent très souvent le diabète de type 2. Ces études n'ont été effectuées que sur une obésité issue du régime alimentaire et rien ne permet d'affirmer qu'UCP1 pourrait soigner l'obésité d'origine génétique. La modification du patrimoine génétique de l'homme telle qu'elle a été appliquée à la souris n'est pas acceptable. La pharmacologie demeure donc la seule approche thérapeutique possible, mais les molécules qui découplent la respiration mitochondriale sont toxiques. Des substances qui induiraient l'expression des UCPs dans les muscles pourraient offrir une alternative. En attendant leur développement et mise sur le marché qui sont aujourd'hui hypothétiques, l'exercice physique reste un moyen sûr pour stimuler le brûleur de graisse qu'est le muscle.

La transcription des UCPs est contrôlée par les PPARs. PPAR γ , assisté de PGC-1, stimule l'expression d'UCP1. PGC-1 est un coactivateur* trouvé principalement dans le tissu adipeux brun, le muscle squelettique, le cœur, le rein, et le cerveau. L'augmentation rapide de son expression dans le tissu adipeux brun et le muscle de souris exposées au froid suggère un lien important entre ce cofacteur*, l'activité de PPAR et la thermogénèse adaptative. La fonction du tissu adipeux brun humain en dehors de la période néonatale reste très débattue. Toutefois, la participation de la thermogénèse adaptative au maintien de l'équilibre énergétique chez l'humain n'est pas totalement exclue, principalement en raison de l'expression susmentionnée d'UCPs dans le muscle squelettique. Il reste à déterminer si la régulation de leur expression dans ce tissu par des activateurs de PPARs serait envisageable²⁶.

Les bases de l'insulino-résistance induite par l'obésité

L'insulino-résistance est un trouble métabolique complexe, lié à un défaut d'efficacité de l'insuline. Il en résulte une utilisation trop faible du glucose par les tissus périphériques

(tissu adipeux, foie, muscle squelettique), et ce malgré des niveaux circulants élevés de l'hormone. L'obésité et l'hyperlipidémie sont des facteurs prédisposant à ce trouble. En effet, plus de 80% des diabétiques de type 2 sont en surpoids ou obèses.

Le TNF α (Tumor Necrosis Factor α) produit par le tissu adipeux blanc pourrait être l'un des responsables du développement de l'insulino-résistance. Tout comme la leptine*, il stimule la lipolyse, et provoque par conséquent une augmentation de la quantité d'acides gras circulants. Ceux-ci entrent en compétition avec le glucose comme source d'énergie. Ce dernier est donc moins utilisé et sa concentration plasmatique augmente. Par ailleurs, le TNF α contrecarre l'action bénéfique de l'insuline sur le muscle et le tissu adipeux. Un argument qui appuie cette hypothèse est que des souris déficientes en TNF α sont protégées de l'insulino-résistance induite par l'obésité. La cohérence de ce raisonnement est toutefois déniée par le fait que la neutralisation du récepteur au TNF α chez la souris conduit à une hyper-insulinémie*. De plus, chez des rats âgés, l'augmentation de TNF α produit par le tissu adipeux et le développement d'une insulino-résistance ne sont pas associés, ce qui suggère l'existence de mécanismes de développement de l'insulino-résistance indépendants de la voie de signalisation de TNF α chez ces animaux.

Un autre processus potentiellement impliqué dans le développement du diabète de type 2 est l'accumulation de graisses dans les cellules musculaires en situation d'obésité. Le dysfonctionnement de ces cellules, grandes utilisatrices de glucose et d'acides gras, serait en partie responsable du syndrome d'insulino-résistance. Dans ce contexte, l'action hypoglycémiant et hypolipémiante des thiazolidinediones (rosiglitazone ou Avandia, et pioglitazone ou Actos) reposerait sur l'activation de PPAR γ dans les adipocytes blancs, améliorant ainsi la prise en charge des acides gras circulants par le tissu adipeux. La baisse du taux d'acides gras circulants résultant du traitement produit une diminution de la charge en lipides des cellules musculaires et, en conséquence, une augmentation de l'utilisation du glucose comme carburant, avec comme résultat un effet anti-diabétique. Chez l'humain, l'existence de mutations dans le gène PPAR γ confirme que PPAR γ participe bien à la régulation de la sensibilité à l'insuline.

Le syndrome d'insulino-résistance révèle des liens entre les métabolismes des lipides et du glucose. De plus,

l'insuline semble bien être un agent-clé du dialogue entre ces deux voies. Par conséquent, il est important de ne pas focaliser l'analyse du syndrome d'obésité uniquement sur le tissu adipeux et PPAR γ , mais plutôt sur un ensemble physiologique où le foie est impliqué dans le contrôle de la production de substrats énergétiques, le tissu adipeux comme site de stockage des graisses et producteur d'adipokines, et le muscle ainsi que le cerveau comme sites majeurs d'utilisation de ces sources d'énergie. Les interactions entre ces organes sont en partie sous le contrôle de l'insuline produite par le pancréas. Une augmentation de sa sécrétion en réponse à une élévation de la glycémie stimule le stockage du glucose et, logiquement, une réduction de sa production dans le foie. Cette même hormone influence également le métabolisme des lipides, puisqu'elle stimule le stockage des triglycérides dans le tissu adipeux blanc, ainsi que la synthèse des acides gras et des triglycérides en agissant sur des enzymes lipogéniques. De plus, l'insuline serait capable non seulement d'élever l'expression de PPAR γ dans le tissu adipeux blanc, mais aussi de stimuler l'action adipogénique de PPAR γ . Finalement, l'insuline exerce également un contrôle négatif sur l'expression de PPAR α dans le foie et il apparaît clairement que les défauts du métabolisme des lipides et de celui du glucose vont de pair chez les souris déficientes en PPAR α ²⁷.

Les PPARs comme cibles thérapeutiques

Notre compréhension des mécanismes de contrôle de la balance énergétique, bien qu'encore incomplète, nous permet de dégager quelques éléments-clés : (i) la leptine et les acides gras sont parmi les plus importantes molécules témoins de l'état énergétique de l'organisme, (ii) le système nerveux central est le principal lieu d'intégration de ces informations alors que (iii) le tissu adipeux, le pancréas, le muscle squelettique et le foie sont les effecteurs agissant en faveur de l'homéostasie énergétique. Ces effecteurs travaillent de manière concertée, dialoguant les uns avec les autres de manière finement contrôlée. La connaissance, même partielle, du réseau intriqué des différentes voies métaboliques gouvernant ces mécanismes complexes, et les observations découlant de l'invalidation d'acteurs spécifiques au plan du métabolisme général d'un organisme (modèles expérimentaux ou mutations) permettent d'insister sur trois points majeurs.

Premièrement, les mécanismes d'interaction entre les

tissus d'une part et entre le métabolisme des lipides et celui du glucose d'autre part sont précis et essentiels pour le contrôle de l'homéostasie énergétique et du poids corporel. Deuxièmement, il est certain que l'obésité et l'hyperlipidémie sont des pathologies multifactorielles où le fond génétique intervient de façon marquante, et n'est pas que la conséquence d'un régime alimentaire inadapté. Troisièmement, les études récentes ont révélé plusieurs cibles thérapeutiques potentielles qui sont à tester et à évaluer. Par exemple, l'administration de leptine a déjà fait l'objet de tests cliniques. Toutefois, son intérêt pour le traitement de l'obésité reste limité car cette dernière est plus souvent associée à une résistance plutôt qu'à un déficit en leptine. Comme discuté plus haut, les UCPs pourraient elles aussi se révéler être des cibles thérapeutiques, si des molécules capables de moduler leur expression dans différents tissus pouvaient être développées. Enfin, en ce qui concerne les PPARs, l'utilisation des fibrates, ligands de PPAR α , comme hypolipémiants et des TZDs, ligands de PPAR γ , comme hypoglycémiant a déjà démontré leur potentiel de cibles thérapeutiques. Suite aux difficultés intervenues dans les phases finales du développement de puissants activateurs des PPARs, une piste actuelle de grand intérêt est celle des modulateurs sélectifs (SPPARMs ou Selective PPAR Modulators) qui agissent en douceur sur l'activité de ces récepteurs nucléaires et de façon spécifique au tissu. On peut également émettre l'idée que des cofacteurs, tel que PGC-1, puissent à l'avenir être évalués comme cibles thérapeutiques. Le nombre des cibles potentielles augmente avec les connaissances des mécanismes du développement de l'obésité et du syndrome métabolique. La nature multifactorielle de ces dysfonctionnements métaboliques implique en effet un traitement prenant en compte non seulement les réalités physiologiques qui dépendent du terrain génétique, mais également la complexité des données comportementales.

Nutrigénétique et nutriginomique : nouveaux visages de la nutrition

Aujourd'hui, il ne fait plus de doute qu'il y a interaction entre nos gènes et la nutrition. Elle entraîne des modulations des mécanismes moléculaires régissant la physiologie de l'organisme comme décrit plus haut. Un tout nouveau champ de recherche s'est développé autour de cette problématique sous les termes de nutriginétique et nutriginomique.

En réalité, la nutriginétique est utilisée depuis des années pour définir le traitement de certaines maladies. C'est le cas de la phénylcétonurie, une maladie génétique grave en relation avec une mutation du gène produisant la phénylalanine hydroxylase, une enzyme impliquée dans le métabolisme de la phénylalanine (acide aminé d'origine alimentaire). Elle affecte un nouveau-né sur 16'000 et est responsable d'une arriération mentale progressive en l'absence de traitement approprié. Les personnes qui en sont atteintes doivent éviter de consommer de la phénylalanine qui se trouve dans tous les aliments protéiques comme la viande, les oeufs et le lait.

La nutriginomique utilise des approches distinctes pour élucider les interactions entre l'ensemble des gènes de l'organisme et l'alimentation avec pour but commun avec la nutriginétique de contribuer à l'élaboration de recommandations en matière de régime alimentaire adapté aux profils génétiques des individus. Avec le développement des outils «post-génomiques», comme les puces à ADN et la puissance de la bioinformatique, il devient possible d'analyser simultanément l'expression de milliers de gènes impliqués dans l'homéostasie cellulaire et ses dérégulations, mais aussi d'évaluer l'effet de l'alimentation et de composés spécifiques du régime alimentaire sur notre organisme. Il devient aussi plus simple de rechercher non seulement comment détourner les facteurs de risque génétique à l'obésité, mais encore de découvrir les conséquences néfastes d'une alimentation déséquilibrée (diabète, cancers, maladies cardiovasculaires). La nutriginomique n'est pas une démarche prédictive qui asservirait l'individu, mais elle contribuera à nous détacher du prêt-à-manger commercial de mauvaise qualité, de régimes alimentaires miracles sans fondement et des «traitements» coûteux et inefficaces de l'obésité. Les bénéfices escomptés sont de prévenir l'apparition ou de ralentir la progression de maladies métaboliques ou autres chez des individus rendus vulnérables par une susceptibilité génétique ou du fait d'un style de vie inadapté, en misant sur les effets bénéfiques de la nutrition sur la santé. Un autre domaine prometteur est l'amélioration de la qualité de vie au cours du vieillissement. Les développements de la nutriginomique sont suivis avec beaucoup d'attention par l'industrie agroalimentaire qui souhaite mettre à profit les nouvelles connaissances apportées par ce domaine de recherche émergent.

Adopter des stratégies radicales pour arrêter la pandémie d'obésité ?

L'obésité, nous l'avons discuté, est un facteur de prédisposition du diabète de type 2 dont elle est responsable dans plus de 80% des cas. Il est donc compréhensible que la prévalence de l'obésité et celle du diabète de type 2 progressent en parallèle. Malgré ce constat largement connu, une proportion grandissante de la population mondiale vit dans un environnement de plus en plus obésogène. Un bon exemple de ce type d'environnement nous vient des Etats-Unis avec leurs 170'000 fast foods, leurs trois millions de distributeurs de boissons gazeuses sucrées et les plus de 30 milliards de dollars en publicité directe et promotions de l'industrie agroalimentaire. En Europe, la consommation de sucre a passé par personne et par an de 5 à 70 kilogrammes en moins d'un siècle. Sur le plan planétaire, un constat s'impose avec évidence: jamais jusqu'ici, un accès illimité à des aliments riches en sucres, en graisse et en sel n'a nécessité aussi peu d'efforts physiques pour des milliards d'individus. Cette nourriture est disponible partout, elle n'a jamais été aussi bon marché parce que la production des trois ingrédients mentionnés est subsidiée. Produite en masse, elle fait l'objet d'un marketing hautement sophistiqué et efficace qui vise souvent les enfants, alors qu'une grande partie des aliments et des boissons qui leur sont destinés sont potentiellement néfastes pour leur santé. Ce n'est donc pas un hasard si l'obésité infantile prend l'ascenseur à l'échelle mondiale et inquiète de plus en plus. Une partie du problème est aussi de nature économique. Les aliments produits en masse sont de moins en moins chers alors que le prix des fruits, des légumes et des denrées fraîches est élevé. Les personnes aux ressources limitées se contenteront, par nécessité, d'une alimentation de moins bonne qualité nutritionnelle. Il y a une relation inverse entre la prévalence d'excès pondéral et le statut socio-économique, même dans notre pays⁷. Résoudre le problème de l'épidémie d'obésité au plan mondial représente probablement le plus grand défi jamais rencontré au niveau de la santé. Des stratégies cohérentes, conciliant les intérêts de la santé et de l'industrie, doivent être élaborées. Des changements dans notre alimentation, majeurs mais progressifs, sont incontournables, tout en sauvegardant notre désir de qualité, de possibilité de choix et de plaisir à se nourrir. Les progrès de la biologie et de la médecine ne suffiront pas. C'est ici que les dirigeants du politique et de l'industrie, à tous les échelons, et le monde de la santé et de l'éducation, ainsi que les groupes de

patients doivent se positionner comme des puissants moteurs de changement de l'environnement obésogène par des politiques fortes et conséquentes, dans le cadre d'initiatives à grande échelle.

Glossaire

adipocytes
cellules du tissu adipeux

agonistes
molécules chimiques ayant la capacité de se lier avec un récepteur spécifique et entraînant une réponse cellulaire

antagonistes
molécules chimiques ayant la capacité de se lier à un récepteur et d'en enrayer la fonction en empêchant l'interaction avec les ligands activateurs (agonistes)

β -oxydation
la bêta-oxydation est la principale voie de dégradation des acides gras. Dans le cas des cellules eucaryotes, elle se déroule essentiellement dans les mitochondries

catabolisme
ensemble des processus métaboliques responsables de la destruction des molécules en unités plus petites en vue de la production d'énergie

cardiomyopathie
une cardiomyopathie ou myocardiopathie (littéralement, maladie du muscle cardiaque) correspond à un groupe hétérogène de maladies touchant le myocarde, responsable d'un dysfonctionnement de ce muscle

cétogenèse
Processus de formation des corps cétoniques dans le foie. Ce sont des produits de la destruction des acides gras qui sont utilisés comme source d'énergie par les organes périphériques

coactivateur
protéine qui stimule l'expression d'un gène en se liant à un activateur (ou facteur de transcription)

cofacteur
substance dont la présence est nécessaire en plus d'une enzyme pour qu'une certaine réaction se déroule. Alternativement, protéine qui stimule ou inhibe l'expression d'un gène en se liant à un activateur (ou facteur de transcription)

diabète de type 2
le diabète de type 2 est le plus courant parmi les personnes qui souffrent de diabète. Il apparaît généralement vers l'âge de quarante ans et touche souvent les personnes qui ont une histoire familiale de diabète ou qui souffrent d'obésité. Dans ce type de diabète, l'insuline produite par le pancréas est insuffisante ou, si elle est suffisante, l'organisme est incapable de s'en servir pour métaboliser le sucre. Ce diabète non insulino-dépendant se développe lentement.

eicosanoïdes
molécules messagères dérivées des acides gras oméga-3 et oméga-6 exerçant un contrôle complexe sur le métabolisme d'un organisme, en particulier dans l'inflammation, l'immunité et le passage de l'information dans le système nerveux central.

fibrates
classe d'acides carboxyliques utilisés contre diverses dysfonctions métaboliques, en particulier l'hyperlipidémie

fibroblastes
cellules présentes dans le tissu conjonctif, elles sont parfois appelées cellules de soutien

gluconéogenèse
processus de génération du glucose à partir de substrats autre que les sucres : pyruvate, lactate, glycérol et certains acides aminés (alanine et glutamine)

HDL-c
de l'anglais High Density Lipoprotein cholesterol

hépatocytes
cellules du foie ; ce sont de véritables usines biochimiques, assurant de nombreuses fonctions métaboliques

hétérodimère
complexe de protéines composé de deux sous unités différentes

homéostasie
capacité d'un organisme à conserver l'équilibre de fonctionnement en dépit des contraintes extérieures

insulinémie
taux sanguin d'insuline

isoforme
version différente d'une même protéine produite par le même gène résultant d'un épissage différent de l'ARN ou de modifications post-translationnelles

isotype
variation d'une même protéine produite par un gène différent

leptine
hormone protéique régulatrice de la réserve d'énergie et de son utilisation, y compris de l'appétit et du métabolisme

leucotriènes
eicosanoïdes produits naturellement par un organisme et fonctionnant comme médiateurs lipidiques. Les leucotriènes sont des dérivés enzymatiques des acides gras

ligand
molécule ayant la capacité de se lier à un récepteur ou à une protéine-cible

lipolyse
la lipolyse est la réaction de dégradation des lipides afin de fournir de l'énergie

métabolites
produits de réactions chimiques qui se produisent dans une cellule vivante

mitochondries
organelles cytoplasmiques des cellules eukaryotes dans lesquelles se déroule la respiration cellulaire (phosphorylation oxydative), productrice d'énergie (ATP)

myoglobine
protéine principale du transport d'oxygène dans les tissus musculaires

organelle
structure différenciée à l'intérieur d'une cellule, telle que vacuoles, mitochondries, chloroplastes, qui effectue une fonction spécifique

ostéoporose
maladie caractérisée par une fragilité excessive du squelette, due à une diminution de la masse osseuse et à l'altération de la microarchitecture osseuse

ostéomalacie
démérialisation du squelette causée par une mauvaise fixation phosphocalcique sur la trame protéique de l'os. Elle produit un ramollissement généralisé des os. L'ostéomalacie est l'équivalent chez l'adulte du rachitisme chez l'enfant

pancréatite
inflammation du pancréas. Il y a deux formes qui diffèrent en cause et en symptômes, et nécessitent un traitement différent : la pancréatite aiguë et la pancréatite chronique

pandémie
une pandémie est une épidémie qui s'étend à la quasi-totalité d'une population d'un ou de plusieurs continents, voire dans certains cas de la planète.

parodontopathies
les parodontopathies sont des maladies inflammatoires ou dégénératives du parodonte qui vont progressivement le détruire, donc exposer la dent à la mobilité puis à la chute. Le parodonte est la structure maintenant la dent dans son alvéole

peroxysome
le peroxysome est un petit organite sphérique mesurant généralement de 0,2 à 1 µm de diamètre séparé du cytoplasme par une membrane unique. On peut lui attribuer deux fonctions conservées dans la plupart des cellules : soit l'oxydation peroxysomiale des acides gras et la « respiration peroxysomiale » (oxydation enzymatique par l'O₂ de différents métabolites, générant de l'H₂O₂). Le peroxysome contient également l'enzyme catalase, responsable de la détoxification du H₂O₂ en H₂O. Les autres fonctions du peroxysome sont

l'inactivation de substances toxiques (éthanol, méthanol, formaldéhyde, phénol, nitrite, etc.), la régulation de la tension d'oxygène, la synthèse de certains lipides et de cholestérols (animaux) et le cycle du glyoxylate (végétaux)

proliférateurs des peroxysomes

les proliférateurs des peroxisomes sont principalement des groupes de produits chimiques qui comprennent les hypolipidémisants, tel que le clofibrate, les herbicides et les plastiques industriels, tels que les esters de phtalate. Ils provoquent une prolifération des peroxisomes chez les rongeurs

prostaglandines

composés lipidiques appartenant à une sous-classe des eicosanoïdes. Les prostaglandines sont des dérivés enzymatiques des acides gras

récepteur nucléaire

protéine sensible à la présence d'hormones dans une cellule et ayant la capacité d'induire une réponse cellulaire en se liant à l'ADN et en régulant l'expression de gènes-cibles

thiazolidinediones

classe de médicaments utilisés dans le traitement du diabète de type 2

tissu adipeux

glande endocrine impliquée dans le stockage des graisses et organe producteur de signaux hormonaux comme la leptine et l'adiponectine. Le tissu adipeux blanc stocke l'énergie alors que le tissu adipeux brun la dissipe en thermogénèse

transcription

synthèse d'ARN utilisant l'ADN comme matrice

triglycérides

molécules (dérivées du glycéride, dont le glycérol est estérifié avec trois acides gras) principales constituant l'huile végétale

VLDL

Les VLDL (Very Low Density Lipoprotein, lipoprotéine de très basse densité) sont des lipoprotéines responsables du transfert des lipides endogènes de leur lieu de synthèse, le foie, vers les tissus périphériques

Bibliographie

- (1) World Health Organization (WHO). Obesity : Preventing and Managing the Global Epidemic. WHO, 2000, [Online.] http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_894.pdf
- (2) Hill, J. O. Understanding and addressing the epidemic of obesity: an energy balance perspective. *Endocr Rev.* 2006, 27:750-61.
- (3) Suter, P. M. Ernährung, Lifestyle und Adipostas von Kindern und Jugendlichen in der Schweiz. In: Bundesamt für Gesundheit, BAG. (ed.) Fünfter schweizerische Ernährungsbericht, Bern, 2005a. pp. 167-198.
- (4) Suter, P. M., Schutz, Y. Übergewicht und Adipositas bei Erwachsenen. In: Bundesamt für Gesundheit, BAG. (ed.) Fünfter schweizerische Ernährungsbericht, Bern, 2005. pp. 471-492.
- (5) Sherry, B., Dietz W. H. Pediatric overweight : an overview. In: Bray, G.A. & Bouchard, C., eds. *Handbook of Obesity. Etiology and Pathophysiology.* Marcel Dekker, Inc, New-York, 2004, pp. 117-133.
- (6) Seidell, J. C., Rissanen, A. M. Prevalence of obesity in adults : the global epidemic. In: Bray, G.A. & Bouchard, C. eds. *Handbook of Obesity. Etiology and Pathophysiology.* Marcel Dekker, Inc, New-York, 2004, pp. 93-107.
- (7) OFS. Excès pondéral chez l'adulte en Suisse : aspects d'une problématique multifactorielle. Résultats de l'enquête suisse sur la santé 2002. Office Fédéral de la Statistique (OFS). 2007.
- (8) Eaton, S. B., Eaton, S. B., 3rd and Konner, M. J. Paleolithic nutrition revisited: a twelve-year retrospective on its nature and implications. *Eur J Clin Nutr.* 1997, 51:207-16.
- (9) Delluc, G., Delluc B., Roques, M. La nutrition préhistorique, *Périgueux Pilote* 24. Périgueux, France, 1995, p. 224.
- (10) Cordain, L., Eaton, S. B., Sebastian, A., Mann, N., Lindeberg, S., Watkins, B. A., O'Keefe, J. H. and Brand-Miller, J. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr.* 2005, 81:341-54.
- (11) Seignelet, J., Joyeux H. L'alimentation ou la troisième médecine. In: *Collection Ecologie Humaine*, CEil 3e éd. rev. et augm., 1998, p. 490.
- (12) OFSP. Les coûts de l'adiposité en Suisse. Etude

- effectuée par HealthEcon pour l'Office Fédéral de la Santé Publique. Bâle, 2004.
- (13) Despres, J. P., Lemieux, I. and Prud'homme, D. Treatment of obesity: need to focus on high risk abdominally obese patients. *BMJ*. 2001, 322:716-20.
- (14) Zimmet, P., Alberti, G., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., Wong, G., Bennett, P., Shaw, J. and Caprio, S. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet*. 2007, 369:2059-61.
- (15) Plum, L., Belgardt, B. F. and Bruning, J. C. Central insulin action in energy and glucose homeostasis. *J Clin Invest*. 2006, 116:1761-6.
- (16) Desvergne, B. and Wahli, W. Peroxisome proliferator-activated receptors: nuclear control of metabolism. *Endocr Rev*. 1999, 20:649-88.
- (17) Willson, T. M. and Wahli, W. Peroxisome proliferator-activated receptor agonists. *Curr Opin Chem Biol*. 1997, 1:235-41.
- (18) Michalik, L. and Wahli, W. Involvement of PPAR nuclear receptors in tissue injury and wound repair. *J Clin Invest*. 2006, 116:598-606.
- (19) Kersten, S., Desvergne, B. and Wahli, W. Roles of PPARs in health and disease. *Nature*. 2000, 405:421-4.
- (20) Feige, J. N., Gelman, L., Michalik, L., Desvergne, B. and Wahli, W. From molecular action to physiological outputs: peroxisome proliferator-activated receptors are nuclear receptors at the crossroads of key cellular functions. *Prog Lipid Res*. 2006, 45:120-59.
- (21) Mandard, S., Muller, M. and Kersten, S. Peroxisome proliferator-activated receptor alpha target genes. *Cell Mol Life Sci*. 2004, 61:393-416.
- (22) Michalik, L., Desvergne, B., Wahli, W. Les bases moléculaires de l'obésité : vers de nouvelles cibles thérapeutiques? *Médecine/Sciences*. 2000, 16:1030-1039.
- (23) Michalik, L., Desvergne, B. and Wahli, W. Peroxisome proliferator-activated receptors beta/delta: emerging roles for a previously neglected third family member. *Curr Opin Lipidol*. 2003, 14:129-35.
- (24) Schuler, M., Ali, F., Chambon, C., Duteil, D., Bornert, J. M., Tardivel, A., Desvergne, B., Wahli, W., Chambon, P. and Metzger, D. PGC1alpha

expression is controlled in skeletal muscles by PPARbeta, whose ablation results in fiber-type switching, obesity, and type 2 diabetes. *Cell Metab*. 2006, 4:407-14.

- (25) Nubel, T. and Ricquier, D. Respiration under control of uncoupling proteins: Clinical perspective. *Horm Res*. 2006, 65:300-10.
- (26) Lowell, B. B. and Spiegelman, B. M. Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis. *Nature*. 2000, 404:652-60.
- (27) Lee, C. H., Olson, P. and Evans, R. M. Minireview: lipid metabolism, metabolic diseases, and peroxisome proliferator-activated receptors. *Endocrinology*. 2003, 144:2201-7.

Légendes Tableaux et Figures

Tableau 1. Surpoids et obésité chez les enfants et les adultes en Europe (Valeurs moyennes). Voir Figure 3 pour une définition de l'indice de masse corporelle (IMC) du surpoids et de l'obésité. Source : Obesity Task Force March 2005

Tableau 2. Estimation de l'apport journalier au Paléolithique comparé à l'apport recommandé et effectif actuel. Adapté de Eaton S.B. et al, *Eur J Clin Nutr*, 1997.

Tableau 3. Classification de l'obésité basée sur l'indice de masse corporelle (IMC). L'IMC est le rapport du poids (exprimé en kilogrammes) sur le carré de la taille (exprimée en mètres). Il se calcule donc avec une formule mathématique simple : $IMC = \text{poids}/\text{taille}^2$. Adapté de Després, J.-P. et al, *BMJ*, 2001

Figure 1. Evolution des taux d'obésité aux USA, suivant le genre chez les adultes (en haut) et l'âge chez les enfants et les adolescents (en bas). D'après Hill, J.O., *Endocrine Reviews*, 2006 et les ressources du NHANES.

Figure 2. Composition de l'alimentation au Paléolithique et aujourd'hui. HC, hydrates de carbone

Figure 3. Contrôle du poids. L'origine multifactorielle de la prise de poids est liée à des facteurs génétiques et environnementaux, au premier rang desquels on trouve les mauvaises habitudes alimentaires et un style de vie qui réduit fortement l'activité physique.

Figure 4. Le syndrome métabolique. La synergie de facteurs tels que l'obésité, la résistance à l'insuline, l'hyperlipidémie et l'hypertension se traduit par une augmentation des risques de diabète de type 2 et de maladies cardiovasculaires

Figure 5. Rôle prépondérant de l'obésité viscérale dans l'augmentation des risques de maladies cardio-coronariennes. Une mobilisation sélective du tissu adipeux abdominal diabétogène et athérogène chez ces patients conduit à une amélioration simultanée de tous les marqueurs métaboliques du risque de maladie coronarienne. Adapté de Després, J.-P. et al, BMJ, 2001.

Figure 6. Les graisses (acides gras) et les vitamines "dialoguent" avec l'organisme et peuvent moduler l'expression génétique via des récepteurs intracellulaires. Les modifications de l'expression des gènes codant pour des enzymes-clés du métabolisme lipidique conduisent à l'utilisation ou au stockage des graisses

Figure 7. Les organes impliqués dans le métabolisme lipidique et glucidique.

Figure 8. Les PPARs sont des récepteurs nucléaires activés par un ligand. Ils se lient à des régions régulatrices de leurs gènes-cibles sous forme d'hétérodimères avec leur partenaire RXR.

Figure 9. PPAR α , β et γ : acteurs aux fonctions opposées et complémentaires dans la régulation du métabolisme des lipides

Figure 10. Rôle de PPAR α , β et γ dans les principales fonctions métaboliques. Adapté de Feige J. et al, Prog Lip Res, 2006.

Figure 11. Rôles physiologiques des protéines découplantes et leur implication potentielle dans diverses pathologies. Adapté de Nübel T., Ricquier D., Horm Res, 2006.

