

LA

LETTRE

DE

CHERCHEURS

TOUJOURS

(Nouvelle série, N° 4)

Juin 2005

SOMMAIRE

CONSEIL D'ADMINISTRATION ET GROUPES DE TRAVAIL	3
ÉDITORIAL COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE 2004	4
CONFÉRENCES-DÉBATS 2004	6
RÉSUMÉS :	
MUSIQUES PYGMÉES : TECHNIQUES ET SIGNIFICATIONS	7
<i>Susanne Furniss</i>	
TEMPÊTES SOLAIRES ET AURORES BORÉALES PLANÉTAIRES	8
<i>(Ludwig Klein, Renée Prangé)</i>	
DU MONDE DES ODEURS AUX SCIENCES DU GOÛT	8
<i>Introduction</i>	
<i>André Holley</i>	
<i>François Sauvageot</i>	
<i>Paul Laffort</i>	
LE CLIMAT : QUE SAVONS-NOUS ? OÙ ALLONS-NOUS ?	15
<i>Marie-Pierre Lahalle</i>	
<i>Hervé Le Treut</i>	
<i>Serge Planton</i>	
LES NANOTECHNOLOGIES : ÉVOLUTION OU RÉVOLUTION ?	17
<i>Albert Fert</i>	
<i>Patrick Couvreur</i>	
LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : OÙ ET COMMENT INVESTIR ?	19
<i>Michel Hors</i>	

FICHE DE PRÉSENTATION DE CHERCHEURS TOUJOURS

BULLETINS D'ADHÉSION :

Membre associé

Membre actif

CHERCHEURS TOUJOURS

http://chercheurs_toujours.vjf.cnrs.fr

29 rue Wilhem, 75016 Paris. Tél-Fax : 01 55 74 31 71 ; chercheurs.toujours@idf.inserm.fr ;

Secrétariat : CNRS, bâtiment H, 7 rue Guy-Môquet, 94800 Villejuif. Tél-Fax : 01 49 58 38 31 ;

chercheurs.toujours@vjf.cnrs.fr

Conseil d'administration 2005

Fonction	Nom	Adresse	Téléphone, mél	Domaine	
Président	Pierre VERMEULIN	2 rue de la Passerelle 92370 Chaville	01 47 50 54 54 pierre.vermeulin@wanadoo.fr	chimie physique, environnement	
Vice-présidents	Yaroslav de KOUCHKOVSKY	36 rue de Gometz, Gif 91440 Bures-sur-Yvette	01 69 07 72 93 kouchkovsky@wanadoo.fr	biologie végétale, biophysique	
	Rodica RAVIER	3 rue des Reculettes 75013 Paris	01 47 07 49 95 rodica.ravier@wanadoo.fr	virologie, biologie moléculaire	
	Paul ROBEL	36 rue Santos-Dumont 75015 Paris	01 48 28 69 50 paul.robel@wanadoo.fr	biochimie, hormones	
	Guy-André VOISIN	40 rue Condorcet 75009 Paris	01 42 81 55 99	immunologie, immuno- pathologie	
Secrétaire	Lucette HOCHARD	30 avenue de Provence 92160 Antony	01 47 02 64 34 hochard.luce@wanadoo.fr	physique des plasmas	
Secrétaire adjointe	Fanny WEISBUCH	20 rue Ernest Cresson 75014 Paris	01 40 44 94 71	chimie organique structurale	
Trésorière	Christiane de VAUX SAINT CYR	65 rue Pierre Demours 75017 Paris	01 42 67 47 48	biologie cellulaire, immunologie	
Trésorier adjoint	Michel LELART	4 rue Villaret de Joyeuse 75017 Paris	01 43 80 13 74 michel.lelart@wanadoo.fr	économie, monnaie	
Membres	Jean BILLARD	49 rue Geoffroy Saint-Hilaire 75005 Paris	01 43 31 58 50 jeanbillard2@wanadoo.fr	physique, optique	
	Hildur Ella BLYTHMAN	2 allée Alfred Sisley 78160 Marly-le-Roi	01 39 58 74 76 hildur.blythman@wanadoo.fr	médecine, recherche industrielle	
	Ondine BOMSEL	44 rue de Lille 75007 Paris	01 42 61 22 13	reproduction des mammifères	
	Martine GUIGON-ENRIQUEZ	133 rue de Charenton 75012 Paris	01 43 43 69 85 martine.guigon@wanadoo.fr	biologie médicale	
	Louise HAREL	15 rue Thiboumery 75015 Paris	01 48 28 22 56 louiseharel@mageos.com	biochimie, cancérologie	
	Ginette JAURÉGUIBERRY	15 rue de Buci 75006 Paris	01 43 25 99 27 jaureguiberry@club-internet.fr	biologie moléculaire, parasitologie	
	Stéphane KORACH	55 rue Boucicaut 92260 Fontenay-aux-Roses	01 43 50 11 47	biochimie	
	Marie-Françoise MERCK	20 rue Michal 75013 Paris	01 45 80 41 79 marie-francoise.merck@curie.fr	biologie, cytogénétique	
	Correspondants locaux				
	Dijon	Paul LAFFORT	3 rue Basse 21910 Savouges	03 80 36 66 69 laffort@cesg.cnrs.fr	physiologie sensorielle
Lyon	Pierre MICHEL	13 quai du Général Sarrail 69006 Lyon	04 72 44 82 21	physique, cristallographie	
Marseille	Jean-Baptiste ROGNONI	13 square Michelet 13009 Marseille	04 91 22 68 2 rognoni@pharmacie.univ-mrs.fr	pharmacie, biologie cellulaire	

Groupes de travail

(les groupes de travail comprennent d'autres membres du Conseil d'administration en plus des coordonnateurs ; ils sont également ouverts à tous les membres actifs de l'association)

Titre	Coordonnateurs (* responsable en titre)
Vie de l'association (administration, site web, information, publications)	Lucette HOCHARD*, Christiane de VAUX SAINT CYR, Yaroslav de KOUCHKOVSKY
Science et société (conférences-débats, visites, séminaires, thésaurus)	Rodica RAVIER*, Guy-André VOISIN
Pays en voie de développement	Ginette JAUREGUIBERRY*, Jean BILLARD



ÉDITORIAL COMPTE RENDU DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 20

JANVIER 2005

L'Assemblée générale de « Chercheurs Toujours » s'est tenue le jeudi 20 janvier 2005 dans la salle de conférences du Laboratoire d'Entomologie du Muséum National d'Histoire Naturelle, 45 rue Buffon, Paris, de 14h30 à 17h30.

Yaroslav de Kouchkovsky présidait les débats. Il y avait 23 présents et 12 pouvoirs.

I – Conférence introductive

La réunion a commencé par une conférence-débat sur le thème : **Quel avenir pour la recherche après les États Généraux de Grenoble ?** Jean Salamero, directeur de recherche au CNRS, a fait le compte-rendu de ces assises, des compléments étant apportés par Thierry Galli, directeur de recherche à l'INSERM. L'exposé a consisté essentiellement à présenter les treize propositions de réforme formulées par les Assises et qui figurent dans l'ouvrage intitulé *Les États Généraux de la Recherche*, paru aux éditions Tallandier en Janvier 2005 :

- 1) Renforcer le pilotage stratégique : création d'un grand ministère de la recherche et d'un haut conseil de la science et des technologies.
- 2) Encourager le financement sur la base de projets.
- 3) Assouplir les règles de gestion des établissements publics de recherche (contrôle *a posteriori*).
- 4) Renforcer le dispositif d'évaluation.

- 5) Revaloriser l'emploi scientifique.
- 6) Renforcer l'autonomie des universités.
- 7) Développer des pôles de compétitivité.
- 8) Augmenter significativement le financement de la recherche.
- 9) Mettre en place une véritable politique en direction des jeunes chercheurs.
- 10) Développer les structures de valorisation de la recherche académique.
- 11) Encourager la recherche privée.
- 12) Favoriser l'intégration de la politique de recherche au niveau européen.
- 13) Rendre la recherche plus attractive.

Y. de Kouchkovsky a rappelé les conclusions des discussions menées au sein de notre association et qui figurent dans la *Lettre de Chercheurs Toujours* de décembre 2004.

Une discussion très animée a suivi cette présentation. Les intervenants ont en particulier exprimé leurs préoccupations concernant la méfiance du public devant certaines avancées de la science (largement due à un manque de communication mais aussi aux scientifiques eux-mêmes), la désaffection des jeunes envers les métiers de la recherche et la difficulté d'assurer le renouvellement des générations. Ils ont aussi manifesté leur crainte que la loi d'orientation et de programmation de la recherche en préparation ne tienne que partiellement compte, ou de façon biaisée, des conclusions des États généraux, par exemple en mettant la recherche au service de l'innovation

industrielle au détriment de la recherche libre. Ils ont estimé qu'il faudrait qu'existe un "lobby de la science", actif en permanence au niveau national (gouvernement, parlement et collectivités locales) et européen (commission et parlement). Dans ce contexte, il a été souligné combien est nécessaire que chercheurs du secteur public et chercheurs du secteur privé – peu présents à Grenoble – s'engagent dans la même direction.

D'autres remarques portaient sur la divergence entre la position majoritaire des chercheurs aux états généraux et celle des universitaires, telle qu'elle était rédigée par la conférence des présidents d'université.

II - Rapport financier.

Il a été présenté par Christiane de Vaux Saint Cyr. Les recettes, basées sur les cotisations, stagnent mais le budget est en équilibre. Le quitus est voté à l'unanimité.

Le montant de la cotisation est maintenu, bien que des dépenses d'équipement informatique et de vidéo soient à prévoir en 2005, les réserves permettant encore de les financer si on se limite dans l'immédiat au strict nécessaire.

~~TEXTE À PRÉPARER PAR PIERRE VERMEULIN~~
(suggestion : faire un compte rendu de l'assemblée générale de janvier, en plus du choix personnel du thème ?)

~~En fin de ce bulletin, nous avons joint~~ Les dernières pages de cette lettre comportent une fiche de présentation de l'Association ainsi que deux bulletins d'adhésion. Ces divers documents sont destinés aux futurs membres associés ou actifs que les lecteurs pourraient inviter à nous rejoindre.

III - Rapport moral.

Des compléments au rapport moral, publié dans la Lettre de Chercheurs Toujours de décembre 2004, ont été apportés par notre président, Pierre Vermeulin. Il a commenté les points essentiels de son rapport écrit en insistant tout particulièrement sur l'obstacle que constitue notre localisation presque exclusive en région parisienne. La création de sections dans les régions est un objectif prioritaire, dont la réalisation peut être aidée par l'emploi de visio-conférences. Ce rapport a été voté à l'unanimité.

IV - Renouveau du conseil d'administration

Les membres du CA étant élus pour deux ans, les membres élus en 2004 restent en fonction, à l'exception de Luisa Hirschbein qui a démissionné.

Nouvelles candidatures : Mmes Hildur Ella Blythman (anciennement correspondante à Lausanne), Martine Guigon et Marie-Françoise Merck (élues à l'unanimité) ainsi que M. Jean-Baptiste Rognoni, qui n'avait pu se déplacer, (élu à l'unanimité moins 3 abstentions comme correspondant régional à Marseille).

V- Un **pot amical** a conclu la réunion.

Il est en effet essentiel que chacun d'entre nous fasse le maximum dans son entourage, en cette période cruciale pour la recherche, pour augmenter notre recrutement et renforcer ainsi notre association.

RÉSUMÉS DES CONFÉRENCES-DÉBATS ORGANISÉES EN 2004

Une des activités récurrentes de l'Association est l'organisation de *conférences-débats* qui regroupent, autour d'un grand thème scientifique d'actualité – et souvent à implication technique ou sociale directe –, des conférenciers de haut niveau présentant soit des informations complémentaires soit même des approches ou des interprétations controversées. C'est ainsi que, en 2004, Chercheurs Toujours a offert, en plus de la conférence d'accompagnement de l'assemblée générale sur la musique des Pygmées, cinq conférences-débats pour lesquelles la plupart des conférenciers ont bien voulu nous communiquer les résumés qui sont présentés ci-dessous. Malheureusement, certains ne nous sont pas encore parvenus ou sont arrivés trop tard pour être inclus dans le présent bulletin, ce dont nous vous prions de bien vouloir nous excuser.

En complément, et généralement comme prémices aux conférences-débats, quelques *séminaires internes* peuvent également être organisés.

Enfin, depuis 2003, nous proposons autant que possible des *visites* en relation avec les conférences mais parfois aussi à intention plus générale. Cela a été le cas pour la visite de la Bibliothèque Nationale de France (site dit Tolbiac de la "Très Grande Bibliothèque"). Elle a intéressé suffisamment de monde pour

qu'une autre ait dû être proposée à nos adhérents en 2005.

Il faut noter la réussite d'un essai de conférence à distance, ou *visioconférence*, en duplex avec nos collègues de Dijon qui en ont été initiateurs et qui, de plus, nous ont fourni des documents copieux que nous sommes heureux de vous présenter ci-dessous in extenso. Nous souhaiterions pouvoir répéter ce genre d'opération, mais peu de salles sont équipées pour ce type de réunion. Aussi, si certains de nos lecteurs peuvent nous proposer des pistes en ce sens, nous leur serions reconnaissants...

Comme il est de coutume maintenant, une nouvelle "Lettre de Chercheurs Toujours" fournira dans un an les résumés des conférences 2005, dont une s'est déjà tenue (en février, sur les OGM) et une autre le sera à la date de parution de ce bulletin (le 6 juin, sur les Cellules souches).

La conférence-débat prévue en septembre (date et lieu à préciser ultérieurement) concernera le problème, surprenant pour certains, "De l'utilité des virus". Celle qui suivra s'adressera à un sujet très différent, puisqu'il s'agira de "La police scientifique", pour laquelle nous pensons réunir la collaboration d'un scientifique du domaine et d'un magistrat.

MUSIQUES PYGMÉES : TECHNIQUES ET SIGNIFICATIONS.

Susanne FURNISS
Ethnomusicologue au CNRS

[En l'absence de résumé de l'auteur, qui nous a cependant offert ce diagramme et quelques tableaux synoptiques, description succincte du thème]

Cet exposé a illustré, de manière visuelle et sonore, les "règles" très précises qui gouvernent les activités musicales de certaines tribus pygmées du Cameroun. L'auteure s'est immergée plusieurs fois dans ce monde, s'en est faite accepter et a pu ainsi ordonner le symbolisme à la base de la musique utilisée par les populations qu'elle a étudiées.

Le schéma ci-dessous est une illustration de cet effort de synthèse. Les trois cercles, de la périphérie vers le centre, indiquent dans quelles circonstances il y a accompagnement musical, quelle est son appellation et quel est son mode d'exécution. L'ensemble obéit à des règles très strictes.

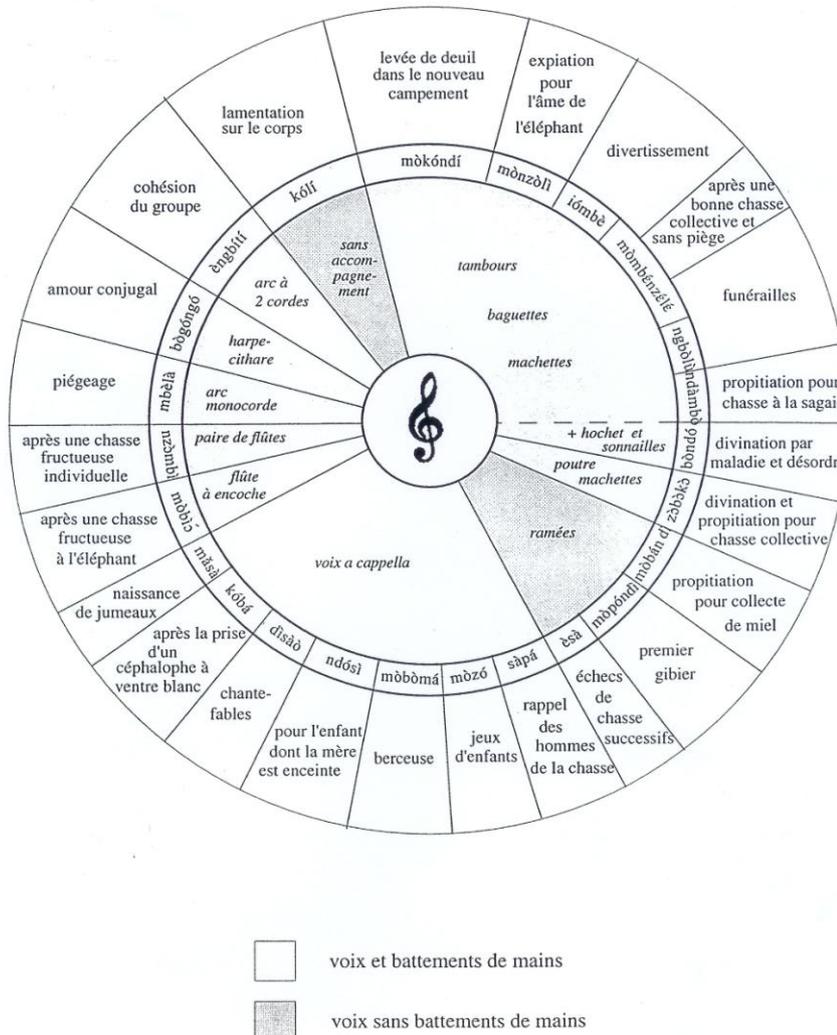


Schéma 1 : Le monde musical des Aka. Toute musique aka est chantée, accompagnée ou non d'instruments. Les différents fonds gris indiquent la présence ou l'absence de battements de mains.

6 février 2004

TEMPÊTES SOLAIRES ET AURORES BORÉALES PLANÉTAIRES

(Modératrice : Lucette Hochard)

Ludwig KLEIN

Astronome-adjoint, LESIA, Observatoire de Paris

Résumé non parvenu

Renée PRANGÉ

Directeur de recherche au CNRS, LESIA, Observatoire de Paris

Résumé non parvenu

23 mars 2004

DU MONDE DES ODEURS AUX SCIENCES DU GOÛT

[Visioconférence en duplex avec Dijon]

INTRODUCTION

A la suite d'une décision concertée entre le CNRS, l'Université de Bourgogne et le Conseil Régional de Bourgogne, un institut pluridisciplinaire sur le goût ouvrait ses portes sur le campus de Dijon à l'automne 1997 : le Centre Européen des Sciences du Goût. Depuis, l'INRA en est devenu également partie prenante (statut UMR). Enfin, les premières années de ce laboratoire ont bénéficié d'une aide substantielle du groupe industriel Danone.

Le goût : un terme aux significations riches et variées, reflétant l'ensemble des recherches potentielles pouvant être menées dans ce centre, mais d'un point de vue exclusif de sensorialité, de faim et de soif, en contrepoint et complément du savoir-faire dijonnais en sciences des aliments et des boissons, solidement implanté de longue date à l'ENSBANA et au Laboratoire des Arômes de l'INRA.

Dans le terme polysémique de goût il convient tout d'abord d'explicitier *le goût pour* (l'appétence, c'est-à-dire les mécanismes de régulation alimentaire et dypsique) et *le goût de*, c'est-à-dire l'ensemble des sens mis en jeu lors de la consommation d'aliments et de boissons. L'apparence visuelle et l'odeur jouent un rôle important avant consommation, et une fois en bouche les aliments et boissons stimulent plusieurs sensibilités : gustative proprement dite, thermique, mécanique, celle dite de la sensibilité chimique commune (le piquant) et, bien entendu, olfactive.

Pour appréhender les différentes facettes du goût, des disciplines variées sont mises en jeu. Traditionnellement dans nos congrès se côtoyaient depuis longtemps psycho-physiciens et anatomo-physiologistes, ceux qui travaillent avec des sujets humains et ceux qui pratiquent l'expérimentation animale. Les premiers ont élargi récemment leurs préoccupations à ce que l'on appelle les sciences cognitives, et les seconds englobent des stratégies aussi différentes que l'étude du comportement animal et la neuroanatomie/neurophysiologie. A ces deux groupes est venu s'ajouter depuis une quinzaine d'années, celui, de plus en plus nombreux, de la biologie moléculaire. Nos congrès sont également fréquentés par des collègues de la recherche industrielle (parfums, arômes alimentaires), le plus souvent des chimistes organiciens. Enfin, on y trouve aussi, en moins grand nombre, des physico-chimistes, des spécialistes du traitement de l'information... Tout ceci fonctionne en bonne intelligence et les coopérations transversales sont à la fois indispensables et fréquentes.

Le monde des odeurs, l'olfaction dans tout cela ? Et bien on ne peut parler de toutes les facettes du goût en un seul après-midi, et il se trouve que des trois conférenciers aujourd'hui présents, deux ont consacré leur vie professionnelle exclusivement à l'olfaction et le troisième en grande partie. D'où le titre : du monde des odeurs aux sciences du goût.

Paul Laffort, organisateur

NEUROBIOLOGIE DE L'ODORAT

André HOLLEY

Professeur de l'Université Claude Bernard – Lyon II, ancien directeur du Centre du Goût de Dijon

1 - Les sciences du goût

On désigne comme « sciences du goût » les disciplines qui étudient le rôle des signaux sensoriels dans le contrôle de la prise d'aliments et, par extension, le rôle du système nerveux dans l'alimentation. Le contrôle et la régulation de la prise d'aliments sont sous la dépendance de deux sortes de signaux :

- des signaux externes (olfactifs, gustatifs, visuels, tactiles) produits par les aliments ;
- des signaux internes (nerveux, hormonaux) relatifs à l'état métabolique et nutritionnel, et inducteurs d'un état de motivation (faim ou satiété). Le comportement de prise d'aliments fait également intervenir des mécanismes de mémoire et d'apprentissage ainsi que des processus décisionnels et moteurs. Autre composante de la prise alimentaire, le plaisir sensoriel qui est un état mental associé, principalement par apprentissage, à la perception de stimulus externes pertinents (arômes, saveurs, textures...), dans un état de motivation adéquat (faim, appétit).

Nous centrerons maintenant cet exposé sur une catégorie de signaux externes, les signaux olfactifs.

2 - L'organe olfactif et les cellules réceptrices des odorants

Le système olfactif comporte une partie périphérique, l'organe sensoriel, et une partie centrale, les voies et les aires cérébrales qui traitent l'information venant de la périphérie.

L'organe olfactif lui-même comprend un épithélium sensoriel contenant plusieurs millions de cellules. Ces cellules sont des neurones assumant les trois fonctions de réception des molécules odorantes, de transduction et de transmission des signaux. L'épithélium est recouvert d'une couche de mucus aqueux, formant une interface obligatoire entre les molécules portées par l'air et les cellules. Les axones des neurones récepteurs se rassemblent en rameaux nerveux qui constituent le nerf olfactif, lequel conduit les signaux électriques ou influx jusqu'au relais représenté par le bulbe olfactif.

Les cellules réceptrices ont une sélectivité réelle mais plutôt faible. En effet, quand plusieurs odorants sont délivrés successivement pendant l'enregistrement de l'activité d'une cellule réceptrice, certains provoquent une augmentation de la fréquence des influx, d'autres non. C'est en ce sens que les neurones peuvent être dits sélectifs. Certains le sont peu, d'autres davantage. On constate, en outre, qu'un neurone récepteur répond semblablement à plusieurs odorants et qu'un même odorant est capable de stimuler plusieurs récepteurs. La conclusion que l'on peut en tirer est qu'un neurone récepteur ne peut donc à lui seul représenter sans ambiguïté un odorant.

3 - Les récepteurs moléculaires

Les gènes des récepteurs olfactifs ont été identifiés en 1991 par Buck et Axel. Ils appartiennent à une superfamille commandant la synthèse de protéines à sept domaines transmembranaires, couplées à des protéines G. Le génome des rongeurs compte plus d'un millier de tels gènes. Seuls 350 environ restent fonctionnels chez les humains. Les autres sont des pseudogènes. Un seul type de récepteur est exprimé par cellule.

Les molécules d'odorants doivent accéder au site récepteur au sein de la protéine réceptrice et réaliser une liaison de faible énergie avec ce site. Le grand nombre de récepteurs différents explique le très grand nombre de molécules d'odorants qui peuvent être discriminées par les animaux et même par les humains.

4 – Les propriétés de la perception olfactive

Examinons maintenant quelles propriétés de la perception olfactive sont susceptibles de recevoir un éclairage des connaissances acquises sur les cellules olfactives et leurs récepteurs. Ce dont il faut rendre compte, en particulier, c'est la sensibilité remarquable du sens olfactif, la forte variabilité interindividuelle de cette sensibilité, l'étendue et la diversité des qualités olfactives discriminables ainsi que les ressemblances et les dissemblances entre odeurs.

La sensibilité remarquable du sens olfactif résulte d'un fort coefficient d'amplification dû aux cascades enzymatiques qui relient la réception de l'odorant à l'ouverture des canaux ioniques dans la membrane et engendrent les influx ; elle provient aussi de la convergence sélective des terminaisons de neurones récepteurs sur les neurones relais mille fois moins nombreux dans le bulbe olfactif. Quant à la forte variabilité interindividuelle de la sensibilité, elle est attribuable à la variabilité de l'équipement en récepteurs des différents individus en rapport avec la répartition inhomogène des pseudogènes dans les populations humaines. Enfin, l'étendue et la diversité des qualités olfactives discriminables résulte des propriétés des récepteurs qui reconnaissent certains traits des molécules odorantes et non pas les molécules elles-mêmes. Puisque plusieurs molécules d'odorants partagent les mêmes traits, un récepteur peut être activé par plusieurs odorants. En conséquence un odorant ne peut pas être reconnu par un récepteur unique. Il ne peut l'être que par une population de récepteurs. Dans le message nerveux transmis par le nerf olfactif, une odeur est représentée par une combinaison spécifique de récepteurs activés. Cette combinaison est parfois désignée comme une forme, carte ou image olfactive périphérique.

MULTIPLICITÉ DU GOÛT ?

François SAUVAGEOT

Ingénieur de recherche honoraire à l'ENSBANA*, Université de Bourgogne

*École Nationale Supérieure de Biologie Appliquée à la Nutrition et à l'Alimentation

Le goût est-il multiple ? Ou se réduit-il à quelques qualités particulières ? Souvent, on entend parler des quatre saveurs acide, amère, salée et sucrée. Souvent aussi on entend, associées aux quatre saveurs précédentes, les expressions de saveurs fondamentales ou de saveurs primaires ou encore de saveurs de base. Mais cette façon de parler repose-t-elle sur des données scientifiques ?

Un peu d'histoire

Si l'on s'intéresse aux écrits des chercheurs dans les dernières années du XIX^{ème} siècle et jusqu'au milieu du XX^{ème} siècle, il semble que la réponse soit en faveur de l'existence de quelques fondamentaux (4 dans notre culture, 5 en Extrême Orient où, en plus des quatre saveurs précédentes, il existerait également la saveur *umami*). Deux données en effet vont dans le sens de cette conception. La première vient d'une expérience (naïve) que nous pouvons encore tous effectuer en 2004. Cette expérience consiste 1°) à préparer quatre solutions, la première d'acide citrique, la seconde de chlorhydrate de quinine, la troisième de saccharose et la dernière de chlorure de sodium, 2°) à écrire sur une feuille la liste des quatre « descripteurs » *acide, amer, salé, sucré* et, 3°) à demander à un certain nombre de personnes de notre entourage d'associer chacune de ces quatre solutions avec chacun des quatre termes de cette liste. Nous obtiendrons alors, et ceci pratiquement sans aucune erreur, les associations saccharose ↔ sucré, acide citrique ↔ acide, chlorhydrate de quinine ↔ amer, chlorure de sodium ↔ salé. La seconde donnée est apportée par un examen rapide (et à présent contesté) de la sensibilité topographique différentielle de la langue : la saveur sucrée serait perçue seulement sur le bout de la langue, le salé sur le bord de la langue antérieur, l'acide également sur le bord médian et postérieur de la langue et l'amertume sur le fond de la langue.

En fait, la conception selon laquelle il existerait quatre saveurs n'est pas une conception très ancienne. Il semble qu'on puisse la faire remonter à Chevreul (1786-1889). Mais c'est probablement un chercheur allemand, Öhrwall (1891)¹ qui a affirmé le premier, avec le plus de force, le dogme des quatre saveurs : *Je souscris à l'opinion qu'il n'existe pas différents types de*

¹Erickson R., 1984. Öhrwall, Henning and von Skramlik: *The foundations of the four primary position in taste*. Neuroscience & Behavioral Reviews, 8, 105-127.

chacune des quatre saveurs sucrée, salée, acide et amère. [... Par exemple], en dépit de beaucoup d'essais, je pense que la classification des substances salées en plusieurs groupes vient, non pas du fait qu'il y a différents types de saveurs salées, mais du fait que d'autres sensations participent à ces différentes saveur, usuellement des sensations gustatives (amère et sucrée) ainsi que, parfois, de sensations tactiles. [...] Si cette opinion est correcte, il est évident qu'il n'existe pas non plus de continuum (comme il en existe avec les couleurs ou avec les sons de hauteur différente) permettant de passer de l'une des quatre saveurs à une autre saveur à travers une série de sensations qualitativement différentes.

En 1916, Henning reprend cette conception : *c'est seulement avec ces quatre saveurs que nous pouvons faire l'expérience de sensations gustatives simples.* Mais il se différencie radicalement de Öhrwall dans la mesure où il pense *que le mélange de substances gustatives provoquant des sensations unitaires conduit à l'apparition de sensations gustatives nouvelles,* donnant corps à la théorie du continuum gustatif. Ainsi, Henning avance qu'une sensation acide associée à une sensation amère donne naissance à une nouvelle sensation gustative. En cela, il était en accord avec Kiesov (1894) qui avait proposé, pour expliquer le sens de la gustation, une figure comportant quatre sommets, chaque sommet étant affecté à l'une des quatre saveurs et les diagonales reliant les sommets pouvant, également, rendre compte d'autres sensations. Mais, pour Henning, tous les mélanges ne sont pas possibles : *si on va du salé au sucré, on croise [dans le modèle de Kiesov] un point acide et vice versa. Or, dans notre expérience sensorielle ce phénomène n'est pas rapporté : si j'ajoute davantage de sel à une solution de sucre, ou si je goûte toute une série de solutions qui peuvent exister entre les points sucré et salé, un goût semblable au goût amer ou au goût acide ne sera pas perçu.* D'où le modèle du tétraèdre de Henning qui lui a permis d'expliquer certains mélanges et d'en refuser d'autres.

Mais est-il possible que des sensations gustatives naissent du mélange de trois saveurs, c'est-à-dire d'un déplacement, non pas seulement entre deux sommets du tétraèdre, mais également sur la surface d'un côté du tétraèdre ? Oui affirme, dix ans plus tard, von Shramlik. Bien plus, pour von Shramlik, il est même possible de se déplacer à l'intérieur du tétraèdre puisque toute sensation gustative peut être considérée comme la combinaison des sensations de base. *La caractérisation exacte d'une sensation gustative consiste donc à déterminer la part de ses 4 composantes.* Par exemple, la sensation développée par une solution d'iodure de sodium 0.215M serait équivalente, pour l'un des trois sujets que von Shramlik a étudiés, à 0.000 006M de chlorhydrate de quinine + 0.103M de chlorure de sodium + 0.000595M d'acide tartrique + 0.078 M de glucose.

Et aujourd'hui ?

Pensons-nous qu'il existe des saveurs primaires ?

La conception selon laquelle il existerait quatre saveurs primaires a été contestée, à partir de 1960, par deux américains : Robert Erickson et Susan Schiffman et, à partir de 1970, par un français : Annick Faurion. En effet, il n'existerait pas de saveurs sensoriellement « pures ». Si on présente à des sujets davantage de composés que les 4 composés de l'expérience « naïve » et qu'on leur demande de réaliser une autre tâche qu'une épreuve d'appariement, par exemple une épreuve de notation, on s'aperçoit que les sujets ne déclarent pas unanimement que le saccharose est sucré ou que l'acide citrique est acide. Ainsi, dans une expérience reprenant une expérience décrite par Schiffman (2000)², nous avons demandé à 66 étudiants de l'ENSBANA de répartir, pour 20 solutions sapides, 10 points en 5 catégories : *acide, amère, salée, sucrée et autre.* Si pour le saccharose la note la plus élevée est effectivement obtenue pour la catégorie sucrée, la moyenne, égale à 9.3, est significativement ($P < 0,05$) différente de 10. Pour l'acide citrique, la note moyenne obtenue pour la catégorie acide : 5.5 est tellement inférieure à 10 qu'un calcul statistique est inutile. Bien plus, à la question : *Pensez-vous que la saveur développée par cet échantillon est pure ?* 20 sujets (sur 66) répondent négativement pour le saccharose et 40 pour l'acide citrique.

² Schiffman S., 2000. *Taste quality and neural coding : Implications from psychophysics and neurophysiology*, Physiology & Behavior, **69**, 147-159.

Pensons-nous que toutes les sensations gustatives développées par des composés simples s'inscrivent dans un tétraèdre ?

La réponse est négative depuis les travaux d'Erickson³. Quand on demande à des sujets d'évaluer la distance entre des couples de composés gustatifs (préparés de telle manière que les deux composés développent la même intensité) et qu'on soumet la matrice obtenue à une Analyse Multidimensionnelle de Distance, une partie des réponses s'inscrit à l'extérieur du tétraèdre formé par les quatre saveurs de base dès lors que l'univers gustatif exploré est large, comme par exemple, celui formé par un certain nombre de composés gustatifs à intérêt nutritionnel ou celui formé par un certain nombre de sels de sodium.

Pensons-nous que toutes les sensations gustatives pourraient s'expliquer par une combinaison des 4 saveurs primaires ?

La réponse est également négative. Non pas seulement parce que la notion de saveurs primaires est mal assurée. Mais également parce qu'il semble que l'on peut expliquer les différentes sensations par d'autres saveurs que les quatre saveurs traditionnelles. Ainsi, selon Erikson³, la sensation produite par une solution de chlorure de sodium est expliquée par des sujets de manière aussi satisfaisante, qu'on leur demande d'utiliser un système formé par les mots : *salé, amer, acide, sucré, autre*, un système formé par des *solutions* salée, amère, acide et sucrée ou un système formé par des *solutions* de lysine, de proline, d'acétate de sodium, d'acétylglycine, de phénylalanine et de tryptophane.

Que disent les physiologistes ?

Il semble que leurs travaux ne puissent pas être invoqués pour justifier l'existence de saveurs primaires. En effet, 1°) il n'existe pas 4 mécanismes de transduction ; 2°) il n'existe pas 4 types différents de canaux de communication nerveuse (entre les récepteurs et les cellules corticales) ; 3°) il n'existe pas 4 types de cellules corticales ou de mécanismes corticaux qui décoderaient les informations. C'est d'ailleurs dans cette perspective que se situent les travaux d'Annick Faurion : elle a ainsi montré que la corrélation entre les seuils de détection de l'homme déterminés sur le saccharose et sur l'aspartame étaient très faible, rendant peu plausible l'hypothèse d'une saveur sucrée⁴. De même, elle a montré qu'il n'y avait pas de covariance entre la manière dont évolue, en fonction de la concentration, l'intensité sucrée produite par différents composés développant une saveur sucrée.

Le concept de 4 saveurs a la vie dure

Il est vrai que l'on peut encore trouver, en 2004, des expressions renvoyant au concept de 4 saveurs, même dans des publications scientifiques (par exemple : *Gender influence on emotional responses to primary tastes*, Physiology & Behavior, 2003, **78**, 385-395). Pourquoi cette résistance ? Probablement parce que nous aimons catégoriser et expliquer les phénomènes par des modèles simples. Probablement aussi parce qu'elle facilite grandement les travaux menés dans le domaine de la gustation : quand on travaille sur la saveur sucrée, il est financièrement moins lourd de mettre en œuvre seulement le saccharose que de mettre en œuvre une dizaine de composés donnant une sensation dont la caractéristique prédominante est la saveur salée. A cet égard, il faut saluer la démarche de Mojet *et al.*⁵ qui, pour étudier l'effet de l'âge, ont exploré leurs sujets avec deux représentants de chaque saveur, par exemple le saccharose et l'aspartame pour la saveur sucrée, la caféine et la quinine pour la saveur amère.

La notion de quatre saveurs de base a été admise pendant plusieurs décennies par beaucoup de chercheurs impliqués dans la sensibilité gustative. Cette hypothèse a-t-elle été une hypothèse utile ? Je dirais que non. Elle a profondément restreint le nombre de stimulus

³ Erikson R., 2000. *The evolution of neural coding ideas in the chemical senses*. Physiology & Behavior, **69**, 3-13.

⁴ Faurion A., 1988. *Naissance et obsolescence du concept de quatre qualités en gustation*. Journal d'Agriculture Traditionnelle et de Botanique Appliquée, **35**, 21-40.

⁵ Mojet J., Heidema J., Christ-Hazelhof E., 2003. *Taste perception with age: generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities*, Chemical Senses, **28**, 397-413

étudiés ; elle n'a pas obligé les chercheurs à être attentifs aux espèces animales qu'ils ont utilisées pour leurs expériences ; elle a conduit les chercheurs à limiter, de manière systématique, l'éventail des réponses proposées aux sujets (Delviche J., 1996. Are there « basic » tastes ? Trends in food science & technology, 7, 411-415).

LE SIGNIFIANT DE L'INFORMATION OLFACTIVE

Paul LAFFORT

Directeur de recherche honoraire au CNRS

Le système olfactif peut être schématisé par une boîte noire dont on étudie le mécanisme. Tel est l'objet de l'intervention d'André Holley. On peut aussi étudier la nature de l'information véhiculée par cette boîte noire, en comparant les entrées et les sorties. Tel est l'objet de la présente intervention : la réponse sensorielle, que l'on peut mesurer au moyen de nombreuses techniques d'expérimentation animale ou de psychologie expérimentale, est comparée à la stimulation moléculaire. La manœuvre n'est pas simple pour autant, car à l'information moléculaire proprement dite se surajoutent des informations mémorisées, d'origine génétique, culturelle ou liées à l'histoire individuelle. Les deux éclairages de l'étude de l'olfaction (support matériel de l'information olfactive et nature proprement dite de cette information) sont schématisés à la figure 1.

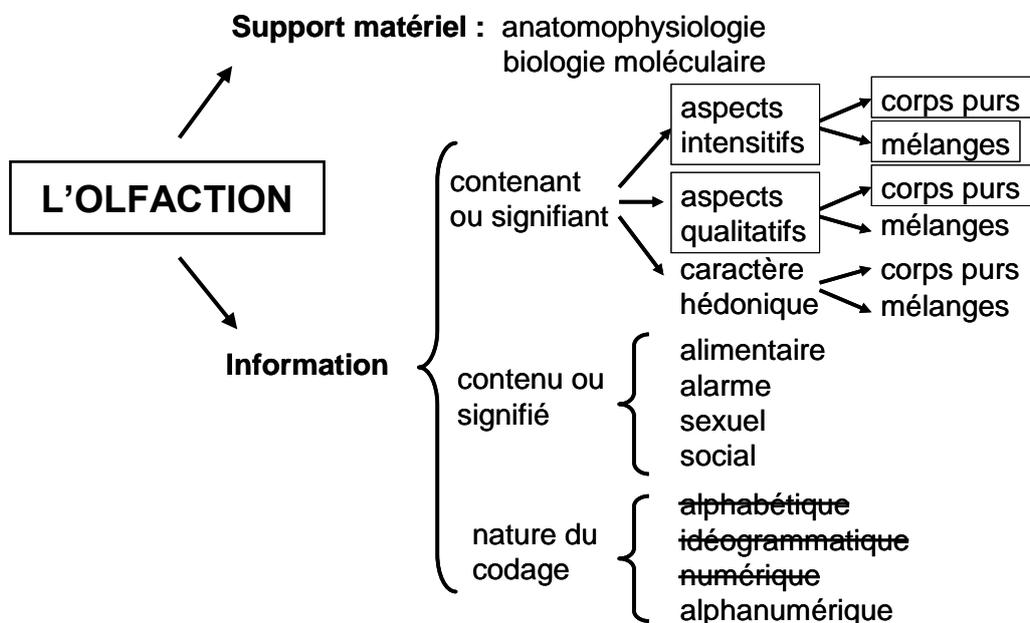


Fig.1 Représentation schématique des différentes approches de l'étude de l'olfaction (voir texte). Seule est abordée ici l'information olfactive, les rubriques non encadrées étant à peine effleurées et les rubriques encadrées faisant l'objet d'un cas particulier un peu plus détaillé.

Les linguistes distinguent dans un langage, son contenu ou signifié et son contenant ou signifiant. **Le contenu de l'information olfactive** dans le monde animal est lié à la survie individuelle (alimentaire et d'alarme) et à la survie de l'espèce (sexuel et social). Un exemple d'information d'ordre social est la reconnaissance des petits par leur mère, ou encore celle de la hiérarchie au sein d'une harde, car seuls quelques Primates incluant l'espèce humaine peuvent individualiser les visages à l'aide de la vision. L'information olfactive dans l'espèce humaine est surtout un objet de plaisir, notamment dans l'alimentation et les parfums, et de déplaisir. Dans ce dernier cas elle joue parfois un rôle d'alarme (nourriture avariée, casserole brûlant sur le feu, fuite de gaz de ville, incendie...).

Pour écrire une information, les humains ont inventé des codages divers : alphabétique qui nous est familier, idéogrammatique (les hiéroglyphes), numérique, alphanumérique. Chacun d'eux est utilisé dans le monde vivant ; par exemple le codage idéogrammatique est mis en jeu dans la reconnaissance antigène/anticorps. Le codage de l'ADN, quant à lui, est de type

alphabétique : succession de mots (codons) de trois lettres chacun (trois des bases azotées A, T, C, G). Plusieurs arguments laissent penser que le codage olfactif est de type alphanumérique, c'est à dire que les récepteurs olfactifs (protéines réceptrices) utilisent très probablement un nombre limité de *clés* (lettres) pour reconnaître les molécules odorantes, chacune d'elles étant modulée numériquement. Ces *clés* ou paramètres moléculaires pourraient être les mêmes que ceux mis en jeu dans les forces de Van der Waals et de liaison hydrogène. Tout ce qui relève de la **nature du codage olfactif** fait l'objet de travaux en cours et ne peut être considéré comme achevé.

Dans le **contenant ou signifiant olfactif**, on distingue habituellement les aspects intensitif, qualitatif et hédonique. Ce dernier correspond au caractère agréable ou désagréable, alors que par qualité on entend le fait d'une note prépondérante de menthe ou de citron, par exemple. Un cas particulier dans chacune des rubriques encadrées de la figure 1 est proposé :

1. Intensité de réponse à une substance pure (ou à un mélange défini). Comme souvent en biologie, on constate une courbe sigmoïde lorsque l'on trace une intensité de réponse en fonction du log de la concentration. Cette réponse est la combinaison de sigmoïdes au niveau de chaque récepteur, du type loi d'action de masse, et d'un recrutement, au sens statistique du terme, au sein d'une population de neurorécepteurs (cellules olfactives réceptrices) ayant des seuils de déclenchement différents. Ce dispositif permet à l'animal de mieux s'orienter dans un gradient croissant d'odeur (dans le cas de sigmoïdes aplaties). On peut paramétrer les sigmoïdes de réponse à l'aide de trois paramètres. On a constaté que seulement deux de ces trois paramètres sont indépendants, lorsque la concentration est estimée au niveau des neurorécepteurs. Ceci équivaut à dire que les sigmoïdes ont un point d'intersection commun, qui correspond à une intensité moyenne de perception, ni trop faible ni trop forte.

2. Synergie et inhibition de mélanges binaires. Les phénomènes d'interaction (synergie ou inhibition) sont passionnants mais difficiles à exposer simplement en peu de mots. Disons qu'une avancée importante a été de démontrer l'existence, parmi différents types d'interaction, de celle qui se produit lorsque les deux constituants d'un mélange binaire présentent une grande différence de croissance de l'intensité perçue en fonction de la concentration à partir d'une valeur seuil (on l'appelle pente de Stevens). Ce phénomène a été utilisé dans la lutte contre les nuisances olfactives et a fait l'objet d'un brevet CNRS. La modélisation de mélanges olfactifs binaires peut être considérée comme achevée et a pu être appliquée sans problème à des mélanges gustatifs ou pharmacologiques. En revanche, sa généralisation à des mélanges de plus de deux composantes peut être encore améliorée.

3. Espace 3D de la qualité olfactive. Il a été démontré en 1968 que 25 odorants (ou substances odorantes) présentent une position respective dans un espace à trois dimensions, telle que leurs proximités géométriques prises deux par deux est identique à leurs proximités olfactives estimées par des sujets humains. En 2000, il a été montré que cette observation demeure valable pour 141 odorants. La première dimension de cet espace correspond avec certitude à un axe agréable-désagréable et les deux autres dimensions très probablement à des significations biologiques telles que alimentaire, familiarité, etc. tenant compte des informations stockées en mémoire citées plus haut. On constate par ailleurs dans cet espace, un bon groupement des substances à note prépondérante similaire (mentholée, ailée, poisson, citronnée, etc.) ce qui laisse supposer qu'à l'entrée du système olfactif ces groupements pourraient être déjà présents, mais arrangés différemment les uns par rapport aux autres dans un espace global. La mise en rapport des notes olfactives avec des propriétés moléculaires telles que celles évoquées plus haut, pourrait donc s'avérer fructueuse dans un proche avenir.

Pour en savoir plus :

- *Sur l'espace 3D de qualité olfactive, 2000* : <http://www.u-bourgogne.fr/d.valentin/3DSpace/>
- *Sur le brevet de désodorisation cité* : CNRS, 1993. Procédé d'inhibition de la perception des odeurs. Brevet français No. 93 08 079, étendu par voie PCT en Europe (16 états contractants), États-unis et Canada en 1994 et validé en Europe en 1995 et 1996. Tombé dans le domaine public en juillet 1996
- *Sur les autres aspects de l'information olfactive* : les chapitres 2 (E.P. Köster) et 5, 6 et 7 (P. Laffort) de l'ouvrage : MARTIN G., LAFFORT P., 1991, *Odeurs et désodorisation dans*

l'environnement, Tec-Doc Lavoisier, Paris, 452 pp., traduit en anglais et mis à jour en 1994, VCH publ., New York, 486 pp.

- *Liste de laboratoires parisiens concernés.*

· Hervé THIS, Groupe INRA de Gastronomie moléculaire, Laboratoire de chimie des interactions moléculaires, Collège de France, 75005 Paris, herve.this@college-de-France.fr ou hthis@paris.inra.fr

· Lydie GUMERY, Directrice pédagogique de l'ISIPCA, 34-36 rue du Parc de Clagny, 78000 Versailles, lgumery@isipca.fr. Trois DESS sont préparés par l'ISIPCA, dont un de parfumerie et un autre d'aromatique alimentaire. La conférence-débat a donc intéressé les étudiants qui ont été nombreux à y assister, tant à Paris qu'à Dijon.

21 juin 2004

LE CLIMAT : QUE SAVONS-NOUS, OÙ ALLONS-NOUS ?

(Modératrice : Marie-Pierre Lahalle)

COMMENT ABORDER LA QUESTION DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE DANS UNE EXPOSITION GRAND PUBLIC ?

Marie-Pierre LAHALLE

Commissaire d'exposition*, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris

(* cette conférence a été suivie d'une visite commentée par Mme Lahalle de l'exposition Climax en janvier 2005)



Photo de gauche, de gauche à droite : S. Planton, H. Le Treut, M.-P. Lahalle, accueillis par R. Ravier, vice-présidente de Chercheurs Toujours

Photo de droite : vue partielle sur une aile de l'amphithéâtre de l'Institut d'Astrophysique, Paris.

Le réchauffement climatique est l'une des préoccupations majeures de ce début de XXI^e siècle en matière d'environnement. Il était donc naturel que la Cité des sciences et de l'industrie aborde ce sujet sensible dans le cadre de son programme pluriannuel « Gérer la planète » consacré au développement durable et à l'environnement.

Nous avons donc produit une exposition grand public consacrée au réchauffement climatique qui a ouvert en octobre 2003. Notre principal objectif était de sensibiliser le visiteur, donc le citoyen, au risque du réchauffement climatique, de « choquer » sa conscience, plus que de lui expliquer toute la complexité du phénomène : il ne nous semblait pas nécessaire de comprendre le climat pour appréhender le danger que peut provoquer son dérèglement induit par l'homme.

Très vite, nous avons perçu la difficulté de traiter d'un sujet dont la part d'incertitude est si grande. Le climat est un système particulièrement complexe qu'il est bien difficile de décrire avec exactitude et, *a fortiori*, de simuler. Alors prédire son évolution... D'autant que le climat futur dépend de facteurs économiques qui sont au moins aussi incertains que les paramètres

physico-chimiques climatiques. Les simulations indiquent une hausse de température probable de 2 à 6 °C dans 100 ans. La fourchette est bien large...

Face à ce problème d'incertitude, notre réponse de vulgarisateurs a été la pluralité :

- proposer différents scénarios futurs aux visiteurs pour signifier que l'avenir n'est pas tracé, qu'il dépend encore de nous de le changer ou non ;
- faire état des différentes opinions sur la question du réchauffement climatique qui agitent la communauté scientifique et politique.

Pour exprimer cette pluralité, l'exposition se compose essentiellement d'un film immersif jouant sur le spectaculaire : dans une grande salle de 250 m² composée de 8 écrans continus et synchronisés, le film - réalisé en images de synthèse - projette le visiteur dans des mondes futurs. En préambule, le début du film donne quelques clés de compréhension sur le sujet : le système climatique (instabilité naturelle, effet de serre), les émissions de CO₂, les premiers signes du réchauffement. Puis les différents scénarios sont proposés : quelles seraient les conséquences du réchauffement si nous continuons à nous développer comme aujourd'hui ?... Quelles peuvent être les solutions pour réduire les émissions de gaz à effet de serre ... et s'il fallait de toute façon s'adapter au réchauffement ?...

L'exposition propose également un « forum des opinions » diffusant une série d'interviews d'une dizaine d'experts internationaux qui expriment leurs opinions sur une douzaine de sujets. Ces sujets concernent aussi bien le réchauffement climatique lui-même (Le réchauffement est-il un problème majeur ?... Les modèles climatiques sont-ils fiables ?...) que les solutions à mettre en œuvre pour le limiter ou s'y adapter (Faut-il changer nos comportements de consommateurs ?... Kyoto est-il un bon outil politique pour lutter contre le réchauffement ?... Le nucléaire doit-il être l'énergie de demain ? etc.).

Climax est une exposition grand public qui refuse tout dogmatisme sur le réchauffement climatique. Elle préfère proposer un « panel » de visions sur le sujet : quels futurs possibles pour demain ? Quels points de vue contrastés aujourd'hui ? Le visiteur peut ainsi se faire sa propre opinion sur la question.

Hervé LE TREUT

Directeur du Laboratoire de Météorologie Dynamique, CNRS – Université Paris 6

Résumé : voir Serge Planton

OBSERVATION ET MODÉLISATION DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES AUX ÉCHELLES RÉGIONALES

Serge PLANTON et Hervé Le Treut
Climatologue, Météo France (S. P.)

Les réseaux d'observation météorologique ont été mis en place dans la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle mais il faut attendre le début du XX^{ème} siècle pour disposer d'une carte précise des changements climatiques dans les différentes régions. Les données doivent d'autre part être corrigées pour tenir compte de l'évolution des systèmes d'observation au cours du temps. Les cartes de tendance de température obtenues après correction nous indiquent un réchauffement de l'ordre du degré sur le dernier siècle, plus marqué sur le sud du pays que sur le nord et plus important la nuit que le jour. Les données de précipitations corrigées, qui ne couvrent qu'un domaine plus limité du pays, nous montrent généralement une augmentation des précipitations au cours du dernier siècle, excepté sur le sud-est de la France où elles ont diminué. Cette évolution moyenne masque une accentuation de la saisonnalité, les précipitations augmentant en hiver et diminuant en été dans la plupart des régions. Au contraire de celles des températures, ces évolutions restent cependant marginalement significatives. L'analyse à l'échelle de l'Europe des épisodes de plus forte chaleur montre une nette augmentation au cours des 25 dernières années qui concerne aussi la France. Par contre, les observations du réseau météorologique ne montrent pas de tendance à l'augmentation (ou à la diminution) des tempêtes en nombre ou en intensité au cours des cinquante dernières années. Le nombre d'épisodes de pluies diluviennes dans le sud-est de la France n'a pas non plus significativement augmenté (ou diminué) sur la même période.

Les projections des changements climatiques sont effectuées à partir d'une modélisation encore incomplète du système climatique (atmosphère, océans et mers, banquise, biosphère, surfaces continentales) et de scénarios d'évolution des concentrations des gaz à effet de serre et des particules en suspension dans l'atmosphère (aérosols). Ces projections ramenées à l'échelle d'une région de la planète et, a fortiori à l'échelle de la France, sont incertaines. Parmi les principales causes d'incertitudes on peut citer les scénarios d'émission et la représentation de certains processus de petites échelles par rapport aux échelles résolues par les modèles (nuages, aérosols, ...). Cependant les simulations de différents modèles convergent sur certains aspects des projections. Pour l'Europe, la plupart des modèles indiquent un réchauffement plus marqué en été et au sud, une augmentation des précipitations plus forte en hiver au Nord et une diminution des pluies plus importante en été au sud. La localisation précise des changements climatiques peut être toutefois différente d'une simulation à l'autre. Les modèles les plus récents simulent par ailleurs une augmentation quasi certaine de la fréquence des événements de forte chaleur. Suivant les régions, l'augmentation de la fréquence des jours où la température dépasse 35° pourrait être d'un facteur de 5 à 10 d'ici à la fin du siècle. Un été au moins aussi chaud que l'été 2003 pourrait se produire en moyenne une fois tous les deux ans après 2050 suivant certains modèles et certains scénarios. L'augmentation des extrêmes de précipitations hivernales est quant à elle probable même si l'amplitude de ces changements dépend fortement du modèle utilisé. Les résultats des modèles sont par contre très incertains concernant la fréquence et l'intensité des tempêtes touchant la France.

Les différents scénarios climatiques ont potentiellement de nombreux impacts socio-économiques dont nous ne citerons ici que quelques exemples. Sans anticiper sur les capacités d'adaptations des populations, l'augmentation de la fréquence des canicules pourrait avoir un impact important sur la surmortalité estivale tandis que la surmortalité hivernale due aux vagues de froid devrait diminuer. Un autre impact attendu est une réduction de l'enneigement d'une période d'environ un mois en moyenne montagne au cours de la seconde moitié de ce siècle. La fonte nivale plus précoce, mais surtout la modification du cycle saisonnier des précipitations, devraient aussi conduire à une augmentation du cycle saisonnier des débits des fleuves français. Avec l'augmentation des débits moyens hivernaux, l'augmentation probable des extrêmes de pluies hivernales devrait conduire à une augmentation du risque d'inondations. De plus, l'augmentation des pluies hivernales ne compensant pas la diminution des pluies aux autres saisons, les sols devraient s'assécher en moyenne avec des conséquences sur la gestion des ressources en eau en particulier pour l'agriculture.

7 octobre 2004

LES NANOTECHNOLOGIES : ÉVOLUTION OU RÉVOLUTION ?

(Modérateur : Yaroslav de Kouchkovsky)

UNE NANOSCIENCE, LA SPINTRONIQUE

Albert FERT*

Professeur à l'Université Paris-Sud, Directeur scientifique à l'Unité mixte de physique
CNRS/Thales associée à l'Université Paris-Sud

* médaille d'or du CNRS 2004

[Présentation faite par le modérateur, avec l'accord du conférencier]

La **spintronique** est un terme encore peu connu en dehors du cercle des spécialistes. Pour simplifier, on peut dire que si l'électronique classique guide les électrons en exerçant une force sur leur charge électrique, l'électronique de spin les guide en agissant sur leur spin.

Les phénomènes d'électronique de spin sont obtenus dans des structures artificielles associant plusieurs matériaux dans une architecture à l'échelle du nanomètre. Les premières "nanostructures magnétiques" ont été des multicouches empilant en alternance des strates d'un métal ferromagnétique et d'un métal non magnétique, par exemple du fer et du chrome. C'est

avec ce type de structure que l'équipe d'Albert Fert a découvert en 1988 le phénomène de magnétorésistance géante, c'est à dire une variation de résistance induite par un champ magnétique beaucoup plus importante que dans les conducteurs classiques. L'article qui se rapporte à ces phénomènes, publié par Physical Review Letters en 1988, est considéré comme l'article fondateur de l'électronique de spin. Parmi les applications essentielles de la magnétorésistance géante, il faut citer l'augmentation par un facteur 100 de la densité d'information stockée sur un disque informatique dont tous les utilisateurs bénéficient sans le savoir.

La découverte de la **magnétorésistance géante** a en fait ses racines dans des travaux bien antérieurs, à Orsay (thèse d'Albert Fert, supervisée par Ian Campbell en 1970), Strasbourg et Eindhoven, qui avaient montré l'influence du spin sur la mobilité des électrons dans les métaux ferromagnétiques. Cependant, à cette époque, il était impensable d'élaborer des multicouches composées de couches aussi fines qu'un nanomètre. Vers le milieu des années 1980, Albert Fert, alors au Laboratoire de physique des solides d'Orsay, a établi une collaboration avec Alain Friederich, directeur d'un département de recherche à Thomson-CSF (ancien nom de Thales) pour appliquer les derniers développements technologiques à l'élaboration de multicouches. Cette collaboration a mené à la découverte de la magnétorésistance géante et à une longue et fructueuse interaction entre la recherche universitaire et l'industrie. L'équipe d'Albert Fert à l'Unité CNRS/Thales a été ainsi l'une des premières en Europe à réaliser des "jonctions tunnel magnétiques" et à faire progresser la compréhension de leurs effets de magnétorésistance. Cette *Tunnel Magneto Resistance* aura bientôt des applications importantes pour la réalisation de nouvelles mémoires électroniques, les MRAM (*Magnetic Random Access Memory*). Aujourd'hui la spintronique connaît encore d'autres développements dans de nouvelles directions et de nombreuses autres applications en résulteront sans doute.

NANOTECHNOLOGIES ET NOUVEAUX MÉDICAMENTS

Patrick COUVREUR

Professeur à l'Université Paris-Sud, Directeur de l'unité mixte de recherche du CNRS "Physico-Chimie - Pharmaceutique – Biopharmacie", Faculté de Pharmacie, Châtenay-Malabry

Le développement des nanotechnologies pour la vectorisation des médicaments a pris, au cours des dernières années, un essor considérable.

L'exposé fait le point des recherches dans ce domaine et il montrera les formidables avancées dans le domaine de la préparation de systèmes submicroscopiques pour l'administration, le transport et le ciblage des médicaments. Il traitera principalement de la voie intravasculaire et montrera que la conception de vecteurs galéniques colloïdaux permet de moduler la *distribution tissulaire* des médicaments en les adressant soit vers les macrophages du Système Réticuloendothélial (cas des liposomes et nanoparticules à surface non modifiée) ou au contraire en favorisant leur rémanence vasculaire en vue, par exemple, de faciliter leur extravasation tumorale sélective (cas des liposomes et nanoparticules recouvertes de polymères hydrophiles et flexibles). Les applications thérapeutiques de ces nanotechnologies seront discutées dans le domaine du cancer mais aussi pour l'adressage de médicaments au cerveau et le traitement de maladies cérébrales autoimmunes.

Le développement de vecteurs « intelligents » capables aussi de reconnaître sélectivement des cellules exprimant certaines protéines ou encore de moduler la *distribution intracellulaire* d'un principe actif sera également abordé avec l'exemple des liposomes pH-sensibles ou des nanoparticules décorées d'acide folique, capables de cibler le cytoplasme cellulaire. L'apport des nanotechnologies pour le transport des acides nucléiques et la régulation des gènes sera également discuté.

25 novembre 2004

LE DÉVELOPPEMENT DURABLE : OÙ ET COMMENT INVESTIR ?

(Modérateur : Michel Lelart)

MISE EN OEUVRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Michel HORS

Ancien secrétaire général de la Commission Française du Développement Durable,
Président de l'action Développement durable ECRIN du CNRS

Trois phénomènes, d'une ampleur sans précédent dans l'histoire, marquent l'évolution de la planète, durant les dernières décennies :

- L'explosion de la démographie, rendue possible par les progrès sanitaires, avec un bouleversement de la géographie de la population mondiale et donc des besoins de consommation.
- Une expansion économique inégalée durant une trentaine d'années, principalement fondée sur le recours massif à une énergie fossile, donc non renouvelable.
- L'accélération du progrès technique chez les pays développés, permettant notamment la fluidification des transports puis la communication entre tous les points de la planète, à l'origine de la mondialisation.

Chacun de ces phénomènes est source de dynamisme mais la conjonction des trois engendre des tensions et des dysfonctionnements dans l'environnement, dans la société mais aussi dans l'économie. Le dépassement de ces contraintes suppose une réponse globale, qui tienne compte des bouleversements observés. Le concept de développement durable, présenté par l'ONU au Sommet de Rio, propose une démarche commune pour apporter des solutions, à charge pour chaque pays de le mettre en oeuvre, en tenant compte de ses particularités.

La démarche du développement durable fournit, en outre, aux entreprises et aux collectivités locales de nouveaux marchés à conquérir, à travers une dizaine d'objectifs prioritaires. Et il y a d'autant plus intérêt à se tourner vers les nouveaux marchés que la compétition sur les marchés existants est intense. La mise en oeuvre du développement durable dépend aujourd'hui davantage de la mobilisation locale des entreprises, des chercheurs, des citoyens que de la négociation, au demeurant très difficile, d'une entente globale planétaire.

Les dix objectifs prioritaires du développement durable

La préservation de l'environnement global

Objectif 1 : le changement climatique

Le concept du développement durable est né de la prise de conscience qu'il fallait préserver l'environnement global : le défi le plus connu est l'augmentation de l'effet de serre, lié à nos activités.

Objectif 2 : les autres périls globaux

On ne saurait oublier les nombreux autres périls globaux : altération de la couche d'ozone, désertification, réduction des eaux souterraines sur tous les continents, érosion des sols, pluies acides, détérioration des écosystèmes marins, dégradation des littoraux, incendies majeurs, baisse de la diversité génétique... La résolution de ces problèmes offre des débouchés, encore peu explorés, à la recherche appliquée et aux entreprises. Une analyse horizontale en a cependant été faite par l'OCDE, rendue publique en avril 2003, sur les risques systémiques émergents au XXI^{ème} siècle.

L'économie : la croissance soutenable

Objectif 3 : l'accès aux biens vitaux

Il importe d'abord d'assurer l'accès de chacun aux biens vitaux. Pour l'eau, premier des biens vitaux, les pays développés doivent transférer leurs savoir-faire technologiques et organisationnels. Il est possible d'intensifier les transferts vers les pays en développement ou en transition, en direction de villes, petites ou moyennes, en adaptant nos technologies à ces marchés. Autres biens vitaux, les céréales sont à la base de l'alimentation des pays pauvres. Il convient de mener simultanément l'intensification de l'agriculture et la préservation de l'environnement. Toutes les filières agricoles (agriculture, industrie des engrais et des produits phytosanitaires, conservation des produits...) doivent contribuer à relever ce défi. Par ailleurs, la réduction équilibrée des aides domestiques à l'exportation des pays les plus prospères doit être poursuivie.

Objectif 4 : la maîtrise des ressources en préservant l'environnement local

Le développement économique doit être repensé à partir de la maîtrise et du partage des matières premières et des énergies. La consommation mondiale s'accélérait, il n'y aura de croissance soutenable que si l'on accroît substantiellement l'efficacité énergétique, qu'on réduit les quantités de matières premières utilisées pour les produits et les services, et aussi qu'on promeut des ressources renouvelables.

Objectif 5 : la valorisation des patrimoines locaux

Un autre gisement d'activités existe dans la valorisation des ressources et des patrimoines locaux : les ressources se raréfiant, chaque région doit promouvoir le développement soutenable local en valorisant (à coût global équivalent) ses réserves de compétences, de ressources et de patrimoines.

Objectif 6 : le co-développement

On oublie souvent que le développement durable est celui de la planète. Le co-développement, avec les pays en développement ou en transition, constitue donc pour les pays développés un engagement mais aussi un marché essentiel. La progression des marchés suivra l'augmentation de la population. Le co-développement, c'est : - commercer avec les pays en développement et en transition, en s'adaptant à leurs besoins et à leurs marchés. - hâter leur développement économique et sociétal, en aidant les acteurs économiques, notamment les PME, à créer des activités locales et à construire la capacité d'accueil aux transferts de technologies et de savoir-faire. - s'assurer de l'implication de la Société civile dans la mise en oeuvre du développement durable.

L'économie : la croissance soutenable

Objectif 7 : la politique de santé publique

Une politique de santé soutenable est souhaitée par l'ensemble de nos concitoyens. Dans la mesure où l'instauration d'une médecine à plusieurs vitesses ne rencontre pas l'assentiment du plus grand nombre, les politiques de santé publique doivent relever trois défis : coopération de tous les pays pour améliorer les efforts de prévention et de traitement des pandémies (paludisme, sida...), maîtrise des effets de l'urbanisation rapide, mise en place d'un système de santé solidaire généralisant l'accès aux soins et corrélé à la croissance de chaque pays.

Objectif 8 : l'aménagement du territoire

La soutenabilité de l'aménagement du territoire est un casse-tête pour tous les pays. Elle nécessite un réexamen en profondeur de problèmes tels que la satisfaction des besoins en mobilité urbaine, l'organisation du travail prenant en compte les apports des TIC, la gestion de la complémentarité urbain-rural, le maintien et la modernisation des services publics, l'établissement de conditions favorisant une croissance endogène et le réinvestissement local.

Le développement sociétal soutenable

Objectif 9 : l'éducation et la formation

L'éducation et la formation constituent la base indispensable d'un réel développement économique. La démographie souvent, la complexité du monde toujours, font croître les besoins d'éducation dans tous les pays, ce qui induit l'accroissement de la part des dépenses publiques ou privées consacrées à la connaissance. Il faut accélérer l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication, elles faciliteront ce développement.

Objectif 10 : des modes de vie soutenables

Des projets de société soutenables doivent être élaborés. Il nous faut bâtir des modes de vie soutenables, fondés sur des valeurs et une éthique du développement durable, marqués par la priorité accordée à la qualité de vie, à la responsabilité, à la solidarité, l'accroissement des richesses devant contribuer à la réduction des inégalités et être profitable au plus grand nombre. Les modes de vie des pays industrialisés progressivement édifiés reposaient sur un développement technique lourd qui utilisait toujours plus de ressources, puisées sur toute la Terre. Les modes de vie des PED ne sauraient raisonnablement être calqués sur le passé de ces pays. Des voies nouvelles sont à trouver.



CHERCHEURS TOUJOURS est une association inter-organismes "loi de 1901", fondée en 1988 par Joseph Huppert, Jacques Harel et d'autres scientifiques de renom sous la présidence d'honneur de Jean Dausset, prix Nobel.

BUTS

L'implication grandissante de la science dans la société, mais aussi une certaine méconnaissance de ses fondements, de sa démarche intellectuelle et expérimentale ainsi que de ses exigences éthiques, demandent réflexion et action de la communauté scientifique. Notre Association, à son niveau, entend y prendre part.

Une longue activité professionnelle nous a en effet donné un savoir, un savoir-faire et une expérience humaine qui ne doivent pas dépérir mais au contraire servir à :

Participer à la diffusion des connaissances scientifiques, en particulier auprès du public ;

Aider à développer un esprit ouvert, mais critique, envers les enjeux de la recherche ;

Répondre à d'éventuelles demandes de conseil, d'expertise ou de médiation, avec la liberté que confère l'absence des contraintes de la vie active ;

Contribuer à la coopération scientifique et technique avec les pays en besoin de développement.

PERSONNES CONCERNÉES

Chercheurs et ingénieurs d'organismes de recherche publics ou privés, universitaires, qui, retraités ou près de l'être, continuent à suivre ou à illustrer tous les domaines de la science et de ses applications, des Mathématiques aux Sciences de l'Homme et de la Société en passant par celles de l'Univers et de la Matière, de la Vie et de la Santé ou de la Terre et de la Nature. La catégorie de membre associé est ouverte aux professionnels de l'information scientifique, aux auxiliaires de la recherche et à toute personne qui souhaite soutenir les objectifs de l'Association et participer à ses manifestations.

ACTIVITÉS PASSÉES OU EN COURS

- Rencontre entre scientifiques de différents domaines et de diverses origines ;
- Diffusion aux membres actifs d'un bulletin d'information ;
- Réunion de séminaires spécialisés internes, pouvant déboucher sur des conférences-débats plus générales ;
- Organisation régulière de conférences-débats sur des sujets d'actualité scientifique ou sociale dans des lieux ouverts au public à Paris (voir feuille annexe) ;
- Visites d'institutions, laboratoires ou expositions, généralement en relation avec les conférences-débats ;
- Établissement d'une liste de conférences éducatives pour des centres culturels, des associations ou des collectivités locales ;
- Entretien de relations avec le CNRS, l'INSERM et d'autres organismes ;
- Parrainage de stagiaires étrangers en France ou français à l'étranger ;
- Coopération avec des pays en besoin de développement (Tunisie, Burkina Faso...), au niveau institutionnel ou local.

FONCTIONNEMENT ET ADHÉSION

L'Association est administrée par un Conseil de dix à vingt membres élus au cours de l'Assemblée générale annuelle des adhérents. Le Conseil, qui se réunit une fois par mois, désigne un Bureau exécutif. Il organise par ailleurs divers groupes de travail pouvant comprendre des membres extérieurs à lui.

Les ressources principales de l'Association sont constituées par la cotisation de ses adhérents (34 € par an pour les membres actifs).

L'Association bénéficie également du soutien de l'INSERM pour son siège à Paris et du CNRS pour son antenne de Villejuif.

Pour rejoindre l'Association comme membre actif ou associé, retourner le bulletin d'adhésion correspondant au siège ou au secrétariat :

Chercheurs Toujours

http://chercheurs_toujours.vjf.cnrs.fr
siège : 29 rue Wilhem, 75016 Paris
téléphone-fax : 01 55 74 31 71
mél : chercheurs.toujours@idf.inserm.fr

*(secrétariat : CNRS, Bâtiment H
7 rue Guy Môquet, 94800 Villejuif
téléphone-fax : 01 49 58 38 31
mél : chercheurs.toujours@vjf.cnrs.fr)*



CHERCHEURS TOUJOURS, 29 rue Wilhem, 75016 Paris

Tél-Fax : 01 55 74 31 71 ; mél : chercheurs.toujours@idf.inserm.fr

http://chercheurs_toujours.vjf.cnrs.fr

Bulletin d'adhésion comme **Membre Associé**

Bulletin d'adhésion destiné aux personnes qui, sans appartenir au monde professionnel de la recherche scientifique, soutiennent les objectifs de l'Association et souhaitent être tenues au courant de ses manifestations.

Cette adhésion est libre ; tout don financier éventuel sera suivi de l'envoi d'un reçu fiscal.
(Pour les futurs membres actifs, remplir le bulletin d'adhésion spécifique séparé.)

✂ -----

ADHÉSION COMME MEMBRE ASSOCIÉ À CHERCHEURS TOUJOURS

À envoyer au secrétariat : Chercheurs Toujours, CNRS, bât. H, 7 rue Guy-Môquet, 94800 Villejuif

Mme M.

Prénom et NOM :

Profession (facultatif) :

Adresse :

.....

Code postal : Ville (bureau postal) :

Téléphone : Fax :

Mél :

Désire s'associer à Chercheurs Toujours

(et verse éventuellement un don de € ; chèque à l'ordre de Chercheurs Toujours)

Observations :

Date : Signature :



CHERCHEURS TOUJOURS, 29 rue Wilhem, 75016 Paris

Tél-Fax : 01 55 74 31 71 ; mél : chercheurs.toujours@idf.inserm.fr

http://chercheurs_toujours.vjf.cnrs.fr

N °

Bulletin d'adhésion comme **Membre Actif**

(cotisation annuelle : 34 €, donnant droit à un reçu fiscal ; chèque à l'ordre de Chercheurs Toujours, à envoyer avec le bulletin au secrétariat : Chercheurs Toujours, CNRS, bât. H, 7 rue Guy-Môquet, 94800 Villejuif)

1. Mme M.
2. NOM 3. Prénom
4. Adresse de correspondance
.....
5. Ville (bureau postal)
6. Code postal 7. Pays (hors France)
8. Téléphone 9. Fax 10. Mobile
11. Mél
12. Domaine général (en bref, par exemple : Physique du solide, Biochimie, Sociologie, Vulgarisation médicale...) :
.....
13. Spécialité(s), compétence(s) :
.....
.....

Contributions facultatives à la vie de l'association (éventuellement à l'avenir) :

14. participation à des groupes de travail
15. organisation de séminaires informels internes ou de conférences-débats publics
16. travaux d'expertise ou de conseil
17. parrainage d'étudiants, stagiaires, chercheurs... étrangers
18. contacts avec des personnalités, organismes, collectivités, écoles, associations, médias... ;
détails :
.....
19. aide au développement éventuellement, quelle(s) action(s) auprès de quel(s) pays :
.....
.....
20. autre :
.....
.....

Comment avez-vous connu l'association ?

21. dossier administratif 22. revue interne 23. presse, radio, télé 24. site internet 25.
manifestation de l'association 26. courrier, mél 27. contact personnel 28. autre préciser
.....
29. Dernier organisme de rattachement
30. Dernier lieu de travail
31. Dernière fonction
32. Date de retraite (effective ou prévue) 33. Année d'adhésion
34. Cochez ici si vous refusez que nous communiquions éventuellement ces données à des
organisations apparentées (les rubriques en italique sont à usage interne)
La loi Informatique et Libertés s'applique à ce formulaire que vous pouvez demander à rectifier à tout moment
35. Date du bulletin 36. **Signature**
37. Questions ou remarques libres au verso →