

La **Jaune** et la **Rouge**

REVUE MENSUELLE DE L'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES ET DIPLÔMÉS DE L'ÉCOLE

polytechnique

Opéra Garnier
118^e Bal de l'X
27 mars 2009



DOSSIER
LES BIOTECHNOLOGIES
industries du XXI^e siècle

→ Devenir et rester
une biotech de
stature mondiale

→ Blanches,
économiques et
écologiques

→ L'ingénierie des
génomés, enjeu
stratégique

FOCUS

LES SOIXANTE ANS D'X-FINANCE



Le monde de la finance

appartient à ceux qui le redessinent

Pour Calyon, la Banque de Financement et d'Investissement du Groupe Crédit Agricole, ambition rime avec innovation et technologie. Fort de 13 000 collaborateurs répartis dans 58 pays, Calyon offre à ses clients corporate et institutions financières, le niveau d'accompagnement le plus élevé et la plus haute expertise sur les marchés financiers.

En partageant notre vision de l'excellence, vous prendrez plaisir à dépasser les frontières technologiques, géographiques et culturelles. Redessinez la finance avec Calyon, l'innovation fera toujours partie de l'aventure.

Pour nous rejoindre, rendez-vous sur www.calyon.com

Le groupe Crédit Agricole cultive la différence de ses 162 000 collaborateurs dans plus de 70 pays.



Nous ouvrons la voie aux idées neuves.

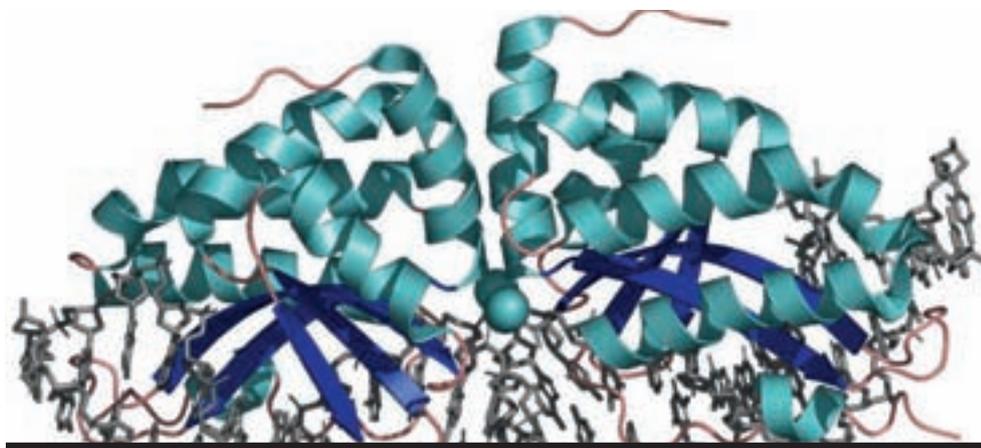
La route qui dépollue l'air que nous respirons ? Des déchets ménagers recyclés en granulats routiers ? Des routes recyclées in situ ? Hier, ces idées étaient encore de la fiction. Aujourd'hui, elles portent un nom - NOxer[®], Scormat[®], Recyclovia[®],... - et sont appliquées quotidiennement avec succès. Alors, pour imaginer les routes de demain, nous croyons aux idées neuves, même les plus surprenantes. Et c'est bien pour cela que nous innovons.

Eurovia, 18, place de l'Europe, 92565 Rueil-Malmaison cedex, France

Sommaire

février 2009 – n° 642

GRAND ANGLE



© COLLECTIS S.A.

Les biotechnologies, industries majeures du XXI^e siècle

- 5 > Éditorial de Marc-Olivier Bévierre et François Gaudemet
- 8 > INRA, biotechnologies et polytechniciens
Entretien avec Marion Guillou (73)
- 10 > La biotechnologie environnementale, une voie vers le développement durable
par Nicolas Barraud
- 14 > Financer l'innovation dans le domaine de la santé
par Frédéric Desdouits (87) et Marie Georgy (98)
- 18 > La course à la prochaine génération de biothérapeutiques
par Timothée Herpin (89) et Christophe Escudé (89)
- 22 > Les biotechnologies blanches, économiques et écologiques
par Michaël Krel (97)
- 26 > Devenir et rester une biotech de stature mondiale
par Jacques Delort (83), Victoire Maugis (02), Pierric Jammes (02) et Lionel Salmon (03)
- 30 > La recherche sur les OGM : entre innovation et controverse
par François Houllier (78)
- 34 > Ingénierie des génomes : les atouts de la France face à un enjeu mondial
par David Sourdivé (86)
- 38 > La bioproduction « fine », activité stratégique
par Marc-Olivier Bévierre (85) et Marc Le Bozec

EXPRESSIONS

PARRAINAGE

- 40 > Le parrainage des élèves internationaux
par Françoise Combelles (72), Laurent Billès-Garabédian (83)
et Ilinca Frecus-Vanneste (02)

FORUM SOCIAL

- 43 > Discriminations et égalité des chances
par Louis Schweitzer

IN MEMORIAM

- 44 > Rose Dieng (75), la première Africaine
par Gérard Giraudon et Bernard Larroutourou (77)
- 45 > Michel Brisac (47), un grand théoricien de l'expertise
par Jean-Bruno Kerisel et Pierre Loeper (65)

FOCUS

Les soixante ans d'X-Finance

- 46 > Florence Lustman (80), présidente du groupe X-Finance
« Professionnels dans la vie active »
propos recueillis par Jean-Marc Chabanas (58)
- 48 > Représenter son entreprise... sans être en représentation
points de vue des membres du groupe X-Finance

ARTS, LETTRES ET SCIENCES

- 50 > Théâtre par Philippe Oblin (46),
Bridge par Gaston Méjane (62)
- 51 > Discographie par Jean Salmona (56),
Récréations scientifiques par Jean Moreau de Saint-Martin (56)
- 52 > Musique en images par Marc Darmon (83),
Solutions du bridge
- 53 > Livres
- 55 > Solutions des récréations scientifiques

PAGE 57

Revue mensuelle de
l'Association des anciens élèves et diplômés
de l'École polytechnique

Directeur de la publication : Daniel DEWAVRIN (58)

Rédaction en chef :

Jean-Marc CHABANAS (58), Hubert JACQUET (64)

Secrétaire de rédaction : Michèle LACROIX

Assistante : Françoise BOURRIGAU

Correctrice : Catherine AUGÉ

ÉDITEUR :

Association des anciens élèves et diplômés
de l'École polytechnique

5, rue Descartes, 75005 Paris

Tél. : 01.56.81.11.00

Courriel : info@amicale.polytechnique.org

Fax : 01.56.81.11.01

COMITÉ ÉDITORIAL :

Christian MARBACH (56), président,
Pierre LASZLO, Philippe ALQUIER (E.P.),
JEAN DESCHARD (E.P.), Gérard PILÉ (41),
Maurice BERNARD (48), Jean DUQUESNE (52),
Michel HENRY (53), Michel GÉRARD (55),
Charles-Henri PIN (56), Jacques-Charles FLANDIN (59),
Jacques PARENT (61), François Xavier MARTIN (63),
Gérard BLANC (68), Alexandre MOATTI (78),
Jean-Philippe PAPILLON (90)

WEBMESTRE : Rachel COUDRAY

ABONNEMENTS, ANNUAIRE, COTISATIONS :

Tél. : 01.56.81.11.05 ou 01.56.81.11.15

ANNONCES IMMOBILIÈRES :

Tél. : 01.56.81.11.11 – Fax : 01.56.81.11.01

BUREAU DES CARRIÈRES :

Tél. : 01.56.81.11.14 – Fax : 01.56.81.11.03

RÉDACTION :

5, rue Descartes, 75005 Paris

Tél. : 01.56.81.11.13

Courriel : jaune-rouge@amicale.polytechnique.org

TARIFS 2009 :

Prix du numéro : 8 euros

Abonnements :

10 numéros par an : 40 euros

Promos 1999 à 2002 : 30 euros

Promos postérieures : 01.56.81.11.15

PUBLICITÉ :

FFE, 18, avenue Parmentier

BP 169, 75523 Paris Cedex 11

Tél. : 01.53.36.20.40

CONCEPTION, RÉALISATION : Key Graphic

IMPRESSION : Groupe MAURY Imprimeur

COMMISSION PARITAIRE n° 0109 G 84221

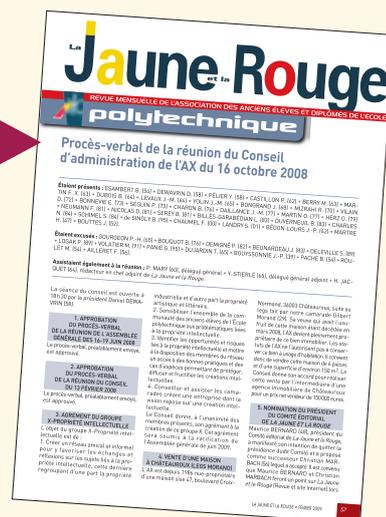
ISSN n° 0021-5554

TIRAGE : 9 400 exemplaires

N° 642 – FÉVRIER 2009

EN COUVERTURE : Le quadrille des élèves.

© ÉCOLE POLYTECHNIQUE - PHILIPPE LAVIALLE





Formation, conseil & accompagnement

Le **Collège de Polytechnique**
s'adresse aux populations-clés de l'entreprise.

Notre vocation

À la confluence des cultures managériale, scientifique et technique, le Collège de Polytechnique a pour vocation de contribuer au développement professionnel des personnes, des équipes et des organisations.

Notre lien avec l'X

Fondé en 1990 par l'École Polytechnique, l'Amicale des Anciens Élèves et la Fondation de l'X, le Collège de Polytechnique est aujourd'hui une S.A. affiliée à l'École par voie de convention. Il est porteur de l'identité et des valeurs de l'École Polytechnique, dans le domaine de la formation continue.



23, rue Taitbout
75009 Paris France
Tél. +33 1 55 80 50 60
Tél. +33 1 55 80 50 69

info@collegepolytechnique.com

Executive managers, dirigeants, hauts potentiels

- Élaboration et animation de parcours de développement professionnel
- Accompagnement lors de changements de grande envergure
- Développement de compétences spécifiques : *leadership*, management, innovation, conduite de projet
- Notre prochaine formation :
 - Être leader

mars 2009

Managers et chefs de projet

- Accompagnement et parcours de développement professionnel fondés sur la dimension humaine du management
- Nos prochains séminaires de formation :
 - Animer et conduire une équipe technique
 - Développez votre potentiel aujourd'hui pour demain
 - Marketing *B to B* intensif
 - Développez le potentiel créatif de votre équipe

février 2009

mars 2009

mars 2009

mars 2009

Experts, ingénieurs, chercheurs, managers techniques

- Développement de la performance technologique
- Nos prochains séminaires de formation :
 - Algèbre linéaire – méthodes performantes pour le calcul scientifique sur les calculateurs parallèles et multicœurs
 - Vibrations des machines tournantes
 - Traitements avancés de l'information dans les systèmes complexes
 - Simulation des écoulements turbulents
 - Partager et communiquer vos savoirs

février 2009

février 2009

février 2009

mars 2009

mars 2009

Notre offre se décline en :

- Dispositifs sur mesure
- Accompagnement personnalisé, coaching individuel ou collectif
- Formations interentreprises

Retrouvez toute notre offre sur www.collegepolytechnique.com



D.R.

**Marc-Olivier Bévierre (85),
président d'X-Biotech**



D.R.

**François Gaudemet (96), directeur à la
société Cordis**

Les biotechnologies, industries majeures du XXI^e siècle

UN PEU PLUS DE QUATRE ANS après la publication d'un premier numéro spécial biotechnologies dans *La Jaune et la Rouge*, le groupe X-Biotech a accepté de faire à nouveau le point sur l'évolution de ce secteur en fort développement, et dont l'impact sur l'économie et la société sera considérable au XXI^e siècle.

Il est bien difficile de donner une définition exhaustive de la biotechnologie, tant ce domaine scientifique regroupe de disciplines et d'applications. Que ce soit dans le domaine de l'environnement, avec la dépollution et les procédés de production « durables », dans l'agriculture avec les célèbres OGM, actuellement cultivés sur plus de 100 millions d'hectares dans le monde, dans la production industrielle de matières premières comme les biocarburants ou les composés de chimie fine, et bien sûr dans la santé, avec la découverte de médicaments de plus en plus efficaces et sûrs : les biotechnologies sont partout.

Les sciences de la vie se sont structurées

Grâce aux biotechnologies, les sciences de la vie, autrefois très descriptives et empiriques, se sont structurées, et de nombreux outils et procédés industriels existent pour « façonner le vivant », pour reprendre les termes de David Sourdive dans son article consacré à l'ingénierie des génomes.

Hier domaine privilégié des médecins, biologistes et pharmaciens, les sciences du vivant font aujourd'hui largement appel à de nouvelles compétences, en particulier des compétences d'ingénieur : informatique, nanotechnologies, dispositifs médicaux sophistiqués, processus industriels, modélisations mathématiques, etc.

La formation de l'X, polytechnicienne par excellence, est particulièrement adaptée à ce nouveau contexte, et il serait dommage que les polytechniciens, encore trop peu présents dans les sciences de la vie, restent à l'écart de cette révolution industrielle majeure.

Investir massivement

Le groupe X-Biotech travaille depuis maintenant cinq ans à faire découvrir à la communauté polytechnicienne l'immense attrait des biotechnologies : puisse ce dossier Grand angle susciter chez les jeunes de nouvelles vocations, et chez les moins jeunes une prise de conscience de l'importance majeure pour notre pays d'investir massivement dans cette industrie d'avenir. ■

Pour en savoir plus :

<http://x-biotech.polytechnique.org>

Les biotechnologies

INRA, biotechnologies et polytechniciens

Entretien avec Marion Guillou (73) p. 8

Créé en 1946 dans le cadre de la modernisation de l'agriculture française, l'INRA a accompagné depuis les mutations du monde agricole, des filières alimentaires et des territoires. Face aux nouveaux défis sociétaux et environnementaux et nouvelles approches scientifiques, l'INRA a largement renouvelé son approche et s'affirme aujourd'hui comme un centre leader en matière de biotechnologies.

La biotechnologie environnementale, une voie vers le développement durable

par Nicolas Barraud p. 10

La biotechnologie environnementale utilise les innovations de la biotechnologie et de la microbiologie pour résoudre les problèmes environnementaux. En favorisant l'étude précise et la dissection systématique des écosystèmes naturels à l'échelle de la molécule, cette discipline émergente sert également à mieux comprendre le fonctionnement de notre planète. En liant écologie et biotechnologie, elle sert à développer de nouveaux procédés *bios* plus propres et plus compétitifs pour assurer l'équilibre naturel de la planète et de la biosphère.

Financer l'innovation dans le domaine de la santé

par Frédéric Desdouts (87) et Marie Georgy (98) p. 14

La santé est un besoin fondamental dont la demande est en croissance sur l'ensemble de la planète. Des milliers de sociétés des sciences de la vie se livrent une compétition intense. Pour réussir, ces entreprises passent par de nombreuses étapes de financement qui font appel à des structures variées. Chaque étape est marquée par une appréciation nouvelle des risques et du potentiel économique des projets. Des initiatives nationales ou européennes doivent être envisagées pour développer un climat propice à la prise de risque et à l'innovation.

La course à la prochaine génération de biothérapeutiques

par Timothée Herpin (89) et Christophe Escudé (89) p. 18

Anticorps, protéines recombinantes, antisens, aptamères, les générations de biothérapeutiques se succèdent au rythme des avancées scientifiques. Chaque génération donne lieu à un ballet au sein de l'industrie pharmaceutique, où chaque compagnie prend position par acquisition ou partenariat dans le but de dominer les approches biothérapeutiques qui feront les médicaments de demain.

Les biotechnologies blanches, économiques et écologiques

par Michaël Krel (97) p. 22

Les biotechnologies blanches, c'est-à-dire industrielles et non pharmaceutiques, connaissent un plein essor depuis l'avènement du bioéthanol en tant que carburant. La chimie

dite de commodité se développe à grands pas. D'ici quelques années, la majeure partie des utilisations non énergétiques du pétrole pourrait être remplie par des composés biosourcés, sans remettre en cause l'équilibre alimentaire de la planète.

Devenir et rester une biotech de stature mondiale

par Jacques Delort (83), Victoire Maugis (02), Pierric Jammes (02) et Lionel Salmon (03) p. 26

La majorité des *start-ups* du secteur des biotechnologies ne survivent que quelques années, et seul un nombre restreint atteint le stade d'entreprise majeure du secteur. Faut-il pour autant devenir une grande entreprise indépendante pour connaître le succès ? À quels stades du développement et comment la sélection s'opère-t-elle ?

La recherche sur les OGM : entre innovation et controverse

par François Houllier (78) p. 30

Les organismes génétiquement modifiés constituent une application particulière des biotechnologies végétales. Divers dans leur nature, leurs avantages, leurs effets et leurs risques, les OGM sont des vecteurs d'innovation : à ce titre ils sont simultanément porteurs d'opportunité, pour répondre à certains défis adressés à l'agriculture, sources de cascades systémiques d'effets et d'impacts et objets de controverses et de conflits.

Ingénierie des génomes : les atouts de la France face à un enjeu mondial

par David Sourdive (86) p. 34

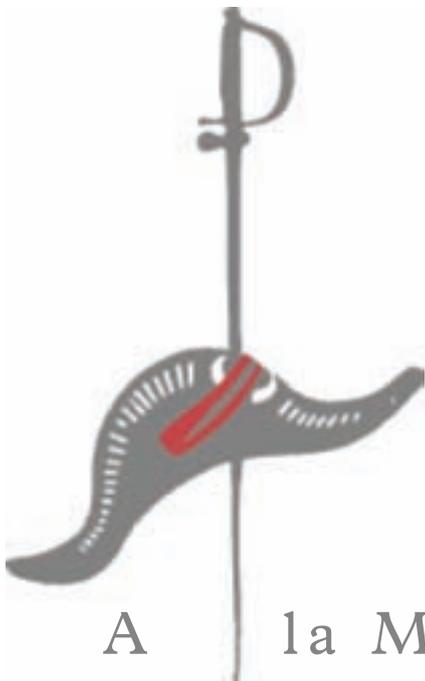
En rentrant dans le périmètre des sciences de l'ingénieur depuis deux décennies les sciences du vivant aboutissent au développement d'une véritable industrie. La France bénéficie d'atouts forts et nombreux pour jouer un rôle clef dans ce secteur stratégique : brevets, centres de recherche, équipes compétentes et motivées, incitations à l'investissement dans ces domaines. L'exemple de Collectis, créée en 2000, en est une illustration.

La bioproduction « fine », activité stratégique

par Marc-Olivier Bévierre (85) et Marc Le Bozec p. 38

La bioproduction « fine » est une spécialité dont le développement s'est accéléré récemment avec l'apparition de nouveaux médicaments issus des biotechnologies, et le marché pour ces produits, qui se monte actuellement à 70 milliards de dollars, est et restera probablement dominé par des acteurs de grande taille (laboratoires pharmaceutiques).

Avec ces nouveaux médicaments, l'activité de production devient stratégique, car elle ne peut plus être dissociée du produit final. Il est donc à prévoir que les grands laboratoires garderont cette activité en interne à long terme, contrairement à la production des petites molécules chimiques, qui est de plus en plus externalisée.



A la Maison des *Polytechniciens*

Optimisez vos événements

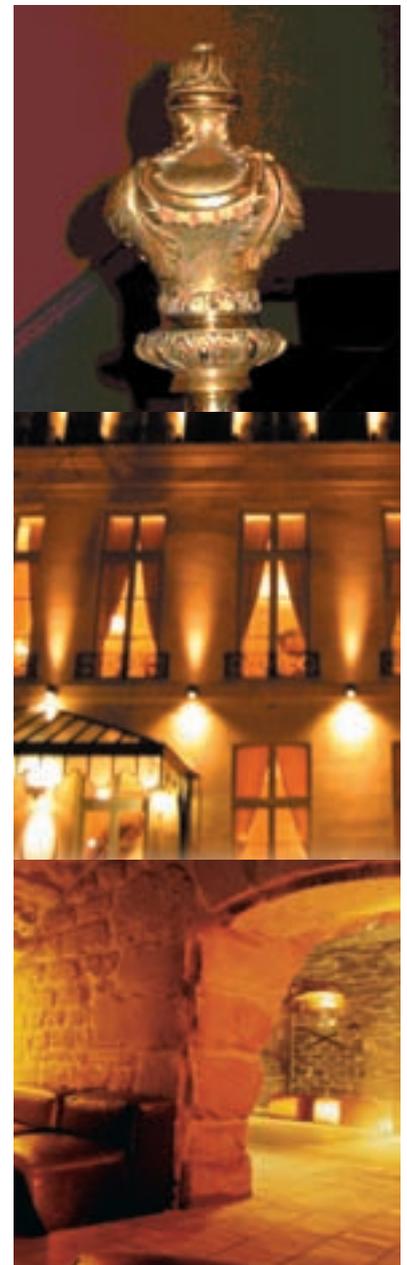
Assemblées, réceptions, mariages ...

Recevoir



GRANDE MAISON
Renseignements
Contacts
Devis
Réservations
Tel : (00 33)1.49.54.74.74
www.maisondesx.com

RESTAURANT
GASTRONOMIQUE
« **Le Club** »
Réservez auprès
de Sébastien Sévila
au 01 49 54 74 54
le.club@maisondesx.com



Partager



ENTRETIEN AVEC MARION GUILLOU (73)



P.-D.G. de l'INRA et présidente du Conseil d'administration de l'École polytechnique

INRA, biotechnologies et polytechniciens

Créé en 1946 dans le cadre de la modernisation de l'agriculture française, l'INRA a accompagné depuis les mutations du monde agricole, des filières alimentaires et des territoires. Face aux nouveaux défis sociétaux et environnementaux et nouvelles approches scientifiques, l'INRA a largement renouvelé son approche et s'affirme aujourd'hui comme un centre leader en matière de biotechnologies.

Pouvez-vous retracer les grandes lignes de votre carrière ?

Je ne parle pas de carrière, qui sous-entend une suite ordonnée, mais plutôt d'une série d'aventures ; se trouver à un certain endroit, à un certain moment, est souvent le fruit du hasard. Accepter est le fruit d'une décision. Pour la recherche, cela a relevé d'une volonté personnelle. J'ai suivi des cours de biologie lorsque j'étais à l'X, à Jussieu. Pendant mon service militaire, qui était alors en grande partie effectué à la fin du parcours polytechnicien, j'ai pu travailler dans un centre de recherche hospitalier. J'ai ainsi étudié les membranes nerveuses (les canaux ioniques et le transfert membranaire) en prolongation de mon stage de recherche à Normale sup ; puis j'ai repris un travail de thèse quelque temps plus tard à Nantes, en physicochimie des biotransformations.

Mais ma nomination à la direction de l'INRA, sur proposition du ministre de l'Agriculture et de l'Alimentation, a été une opportunité, acceptée avec enthousiasme ; aujourd'hui j'y œuvre depuis huit ans, D.G. puis P.-D.G. de l'Institut – je démarre mon second mandat. L'INRA est le deuxième plus important organisme de recherche agronomique au monde, par ses

résultats en nombre de publications scientifiques. Mon rôle est de veiller à notre capacité d'anticipation, d'élaborer la stratégie de recherche et d'innovation, d'animer la direction générale, de m'assurer de la gestion efficace et d'entretenir les relations extérieures de l'INRA. Cela suppose beaucoup de contacts avec l'État, avec des partenaires internationaux, mais aussi avec les entreprises privées : nous avons plus d'un millier de contrats industriels en cours.

Quel est le rôle de l'INRA dans la biotechnologie en France ?

L'INRA est très actif en recherche sur les biotechnologies vertes (plantes) et blanches (environnement-chimie). La recherche en biologie a vécu un changement profond depuis les années 1970. Auparavant, elle relevait de l'artisanat, et la découverte scientifique se faisait « par étonnement » du chercheur, souvent isolé. Avec les récentes révolutions technologiques, elle est devenue une science lourde, comme la physique depuis les années cinquante. Elle nécessite une concentration géographique des chercheurs autour de machines onéreuses, demandant des compétences très spécifiques et des investissements importants. Avec l'augmentation des sommes engagées, il faut rassembler, rendre davantage de comptes, et la nouvelle recherche en biologie intéresse la société par ses méthodes comme par ses applications.

À l'INRA, 15 % des recherches concernent les sciences des milieux (par exemple les échanges chimiques, mouvements de l'eau, gaz à effet de serre, etc.), et 10 % les sciences économiques et sociales, mais 75 % de notre activité met en œuvre les sciences du vivant, dépendantes d'outils biotechnologiques, ou sources de découvertes et d'innovations biotechnologiques.



© INRA - JEAN WEBER

Vue aérienne du centre INRA de Versailles. L'INRA est le deuxième organisme de recherche agronomique au monde en nombre de publications scientifiques.

Quel peut être selon vous le rôle et le poids économique de l'agribiotech face à des problématiques alimentaires ?

Les problèmes alimentaires ont toujours été premiers dans le monde. Les crises liées aux prix élevés et à la pauvreté urbaine les ont portés à l'attention de tous en 2008. En même temps, le caractère limitant des ressources naturelles et l'importance de leur gestion durable deviennent des constats partagés. En 2050, pour nourrir 9 milliards de personnes, il faudra deux fois plus de production agricole, avec des contraintes environnementales bien plus grandes.

Il faudra donc produire à la fois plus, autre chose et autrement. Il faudra nourrir plus de personnes, différemment, réduire les pertes, viser un meilleur équilibre alimentaire. Pour produire plus et mieux, les biotechnologies seront utiles, en particulier les biotechnologies vertes, pour la sélection des plantes, la lutte contre les parasites, la résistance à la sécheresse.

Que diriez-vous à un jeune polytechnicien qui envisage d'entamer une carrière dans la biotech ?

Je l'encouragerai, et ne lui cacherais ni l'exigence, ni l'importance, ni les joies des différents métiers liés à l'innovation. Être *scientifique* c'est être à contre-courant ! Dans une culture de *zapping*, cela nécessite un travail d'approfondissement. Il faut assumer le « décalage » de la recherche : son aspect créatif, risqué.

Une recherche en cours à l'INRA : le métagénome intestinal

L'intestin contient 2 à 3 kg de bactéries. Ces bactéries sont acquises dès notre premier cri et subissent un enrichissement spécifique au cours de notre croissance. Fonction de notre contexte de développement, cet ensemble constitue une empreinte spécifique à chaque individu. Par exemple, à l'âge adulte, si ces bactéries évoluent au cours d'une maladie, elles reviennent après la guérison à leur état collectif initial. Ce lieu d'interaction entre alimentation et santé n'était pas jusqu'à maintenant abordable car ces bactéries pour la plupart ne sont pas cultivables. Mais avec les nouveaux outils de séquençage, l'INRA peut désormais étudier ce milieu bactérien. Les résultats pourraient avoir des applications multiples en matière de santé, d'alimentation, pour mieux comprendre et pour innover.

La recherche apprend le travail en équipe et la rigueur ; cela peut être une excellente formation pour d'autres carrières ultérieures. La recherche en *biotechnologie* allie modélisation mécanique, informatique, mathématiques et biologie. Elle fait appel à une véritable ingénierie de sciences. Aussi pour un polytechnicien c'est un enrichissement des pratiques de raisonnement. Le monde est complexe ! ■

Propos recueillis par Jacques Delort (83)
et Victoire Maugis (02)

En 2050, il faudra deux fois plus de production agricole qu'aujourd'hui

PAR NICOLAS BARRAUD

PhD en microbiologie, inventeur et chef de projet sur le contrôle des biofilms pour le Centre de recherche coopératif de la biotechnologie environnementale en Australie

La biotechnologie environnementale, une voie vers le développement durable

La biotechnologie environnementale utilise les innovations de la biotechnologie et de la microbiologie pour résoudre les problèmes environnementaux. En favorisant l'étude précise et la dissection systématique des écosystèmes naturels à l'échelle de la molécule, cette discipline émergente sert également à mieux comprendre le fonctionnement de notre planète. En liant écologie et biotechnologie, elle sert à développer de nouveaux procédés *bios* plus propres et plus compétitifs pour assurer l'équilibre naturel de la planète et de la biosphère.

■ L'environnement est le milieu naturel dans lequel les êtres vivants évoluent. La gestion de l'environnement utilise depuis longtemps des procédés de biotechnologie au sens large du terme. Ainsi, en tant que programme de recherche et d'innovation, la vision du secteur émergent de la biotechnologie environnementale peut être considérée comme l'extension de celle de la biotechnologie.

Domestiquer les micro-organismes

Les progrès spectaculaires issus des laboratoires de biotechnologie, notamment dans le domaine des techniques de l'ADN, ont révolutionné notre compréhension globale de la biosphère. Les chercheurs ont ainsi découvert une quantité et une diversité jusque-là insoupçonnées de micro-organismes, qui pour la plupart ne sont pas cultivables en laboratoire avec les techniques traditionnelles. Ils ont mis en évidence que les micro-organismes *pro-*

REPÈRES

Les principaux secteurs d'activité concernés par la biotechnologie environnementale sont actuellement la décontamination des sites pollués, le traitement et le recyclage des déchets et des odeurs, le traitement de l'eau, la surveillance des agents pathogènes dans l'environnement et les énergies renouvelables.

caryotes (sans noyau), invisibles à l'œil nu mais ubiquitaires dans l'environnement, jouent un rôle fondamental dans notre monde actuel et les cycles biogéochimiques globaux. Ainsi les objectifs prioritaires de la biotechnologie environnementale sont l'étude de l'écologie microbienne et la gestion des ressources microbiennes.

Durant les dernières décennies, l'industrialisation et l'urbanisation croissantes ont engendré une pollution et des changements environnementaux sans précédent. L'étude de la capacité de l'environnement à s'adapter à de tels changements tout en maintenant l'équilibre de la biosphère actuelle est devenue une priorité de recherche dans de nombreux pays. Il semble aujourd'hui nécessaire et urgent de développer une économie verte et durable, et pour cela de nettoyer la pollution actuelle ainsi que d'optimiser les bilans en eau et en énergie de l'activité humaine et augmenter l'exploitation de ressources renouvelables.

Une stratégie primordiale consiste en la culture et la maintenance de communautés microbiennes auto-organisées et auto-entretenuës,

Une gestion durable des déchets

Les techniques de *bioremédiation* peuvent être utilisées dans diverses applications incluant la dépollution des sols, le traitement des eaux usées, des gaz polluants et des déchets solides.

Les mauvaises odeurs peuvent également être traitées à l'aide de systèmes biologiques.

Les produits ainsi épurés sont rejetés dans l'air, les égouts ou sont enfouis.

Éventuellement, ils peuvent être réutilisés, par exemple le biogaz ou les composts issus des déchets municipaux.

Cela permet d'assurer un allègement maximum des décharges et d'aboutir à une gestion des déchets durable sur le plan social, économique et environnemental.

offrant ainsi une gamme de solutions durables, continues et économiques. De la même manière que notre système digestif dépend de la flore microbienne intestinale pour assimiler les aliments consommés, l'utilisation de micro-organismes qui peuvent prédigérer les composés polluants en sous-produits non toxiques ou réutilisables ou qui peuvent contribuer à la production de composés chimiques complexes semble nécessaire pour le développement durable de l'industrie.

Ainsi le défi posé à la biotechnologie environnementale est à l'interface entre génie industriel et microbiologie. Les systèmes industriels sont agencés de manière à utiliser efficacement l'énergie interne des bactéries, perçues comme des micro-usines chimiques biodégradables.

Les innovations dans ce domaine ont créé des avancées majeures dans les secteurs tels que l'agroalimentaire, l'industrie de l'eau et des déchets (bioremédiation), l'industrie chimique (bioraffinerie), les énergies renouvelables et la biosécurité.

Nettoyer à l'échelle moléculaire

Un des problèmes fondamentaux de la protection de l'environnement est la gestion des déchets. L'activité intensive de la société humaine génère une quantité énorme de

déchets, tant industriels que domestiques, qui menacent de dépasser rapidement la capacité de régénération naturelle et de s'accumuler au détriment des ressources naturelles. La *bioremédiation* consiste à utiliser des procédés biologiques pour réduire le niveau de pollution de systèmes présents dans l'air, l'eau ou le sol, en neutralisant les déchets toxiques ou en décontaminant les milieux pollués. Certains micro-organismes sont capables d'assurer leur croissance ou leur besoin en énergie en dégradant de petites quantités de composés chimiques que nous considérons comme polluants, par exemple les hydrocarbures chlorés. Souvent, il faut d'abord identifier et isoler la ou les espèces spécifiques capables de cataboliser les polluants concernés. Ensuite, les conditions nécessaires au maintien de la communauté microbienne et de son activité métabolique doivent être aménagées, par exemple en ajustant le niveau d'air et la présence d'autres composés qui participent au métabolisme, tels que les navettes à électrons. L'optimisation de la culture enrichie est cruciale pour obtenir un rendement efficace et concurrentiel.

Quand la biodégradation est complète, les produits finals comprennent du dioxyde de carbone, de l'eau et des sels minéraux inoffensifs. En outre, la bioremédiation peut être combinée avec des processus chimiques, d'incinération ou encore l'utilisation d'enzymes purifiées. Les enzymes sont des catalyseurs biologiques, très efficaces, biodégradables et qui présentent de nombreux avantages sur les catalyseurs non biologiques comme une meilleure spécificité et activité dans des conditions plus douces de température et pH.

Une résistance aux agressions

Le *biofilm* englobe les cellules qui le contiennent, ainsi qu'une matrice de substances polymériques qu'elles ont sécrétées et qui les maintient attachées sur la surface et entre elles. Les bactéries dans les biofilms acquièrent souvent une physiologie spécifique et deviennent bien plus résistantes aux agressions extérieures telles que les biocides et les antibiotiques.

Les biofilms favorisent également la libération et la dissémination de souches variantes lors de la phase dite de dispersion.

**Il est
nécessaire
et urgent
de développer
une économie
verte
et durable**

► Contrôler les micro-organismes

Afin de gérer l'espace environnemental, il est nécessaire de contrôler les communautés microbiennes. Dans la nature, les bactéries vivent en majorité dans des colonies de surface appelées *biofilm*. Les biofilms poussent partout, sur virtuellement toute surface en contact avec un liquide, que ce soit l'océan, ou les fluides dans le corps humain. Ils peuvent être la cause de maladie ou bien d'interférence avec les processus industriels par exemple en bloquant les pores des membranes de filtration ou en salissant le matériel immergé.

Le moteur de la résilience écologique

L'utilisation des technologies « omiques » (génomique, protéomique, etc.) appliquées aux communautés microbiennes garantit la découverte de nouveaux gènes (et donc de protéines spécialisées) ou bioprocédés aux propriétés exploitables.

Ainsi, l'exploration de la biodiversité à l'échelle microbienne assure d'étendre très rapidement la gamme de produits couverts par la bioraffinerie. Ce constat souligne l'importance vitale de surveiller et conserver la biodiversité qui est l'une des plus grandes richesses de la planète et le moteur de la résilience écologique.

Les traitements antimicrobiens classiques ne sont pas applicables car ils nécessitent une dose trop importante qui peut être toxique, risquent une issue fatale, ou exigent des dépenses énergétiques inacceptables. De plus, la législation restreint l'utilisation d'agents antimicrobiens dangereux pour l'environnement tel le tributylétain (TBT), un *antifouling* puissant appliqué sur les coques des bateaux, qui a été totalement banni en 2008.

Les stratégies visant à l'amélioration et au renouvellement des moyens de contrôle des biofilms ciblent les régulateurs moléculaires des étapes clés du développement des biofilms, comme l'adhésion de surface, la communication cellule – cellule par échange de signaux chimiques, ou les systèmes d'entretien du biofilm. D'autre part, les bactéries possèdent des

senseurs sous forme de protéines ou complexes métaux actifs, qui en réponse à certains stimuli dans leur environnement immédiat, par exemple le monoxyde d'azote (NO), peuvent induire la dispersion des cellules. De tels systèmes sont également la cible pour la mise au point de méthodes efficaces, peu coûteuses et respectueuses de l'environnement pour le contrôle des biofilms.

Induire la dispersion naturelle du biofilm permet d'exploiter l'énergie interne des cellules qui, en réponse au bon signal, quittent d'elles-mêmes les surfaces. Le résultat est une économie globale d'énergie et un impact réduit de l'activité de contrôle microbien sur l'environnement. Outre la capacité d'éliminer les biofilms nuisibles, les méthodes de contrôle du développement des biofilms peuvent également servir pour l'entretien de biofilms bénéfiques comme dans les procédés de bioraffinerie.

Surveiller l'émergence de pathogènes

L'existence de microbes infectieux peut être considérée comme le résultat d'une symbiose manquée entre organismes vivants, et est un danger constant pour l'humanité. L'éclosion de pathogènes est une préoccupation principale de la santé publique. Que ce soit en hygiène agroalimentaire, dans les réseaux de distribution d'eau ou encore dans les rivières et les piscines, la surveillance est primordiale. Dans ce domaine, la biotechnologie environnementale permet d'apporter aux sources critiques des outils performants de détection rapide et de surveillance en continu.

Grâce aux progrès de la biologie moléculaire, il existe maintenant des tests, par exemple basés sur la PCR (réaction en chaîne par polymérase), capables de donner des diagnostics en quelques heures. Cela représente un progrès immense par rapport aux méthodes précédentes, basées sur la culture des souches, qui nécessitaient jusqu'à plusieurs jours d'attente. De telles améliorations permettent d'identifier la source, le mode de transmission et les facteurs de risque et l'évolutivité potentielle du problème et ainsi mettre en œuvre les procédures d'alerte et engager une action préventive argumentée de la diffusion des souches pathogènes.

Des outils performants de détection rapide et de surveillance en continu

Développer des procédés durables

Le développement durable, en plus de nécessiter la dépollution de l'environnement, requiert un renouveau de la gestion du capital naturel. En permettant de réduire la consommation en eau, énergie et autres ressources naturelles tout en maintenant la compétitivité, la biotechnologie environnementale a un très fort potentiel pour contribuer à la viabilité écologique de l'industrie.

Tout d'abord, les nouvelles méthodes de contrôle microbien qui sont plus efficaces et plus spécifiques permettent, en améliorant les méthodes de nettoyage et désinfection, de générer de fortes économies d'eau ou d'énergie dans de nombreux domaines. Ensuite, l'utilisation et le contrôle des communautés microbiennes peuvent valoriser le recyclage de la matière première, le traitement de l'eau et la désalinisation. De plus, la biotechnologie aide également à la production de produits de chimie fine, respectueux de l'environnement, par exemple en utilisant la biomasse (bioraffinerie) ou des enzymes spécialisées qui nécessitent moins de produits chimiques nocifs. Enfin, de nouvelles ressources d'énergie durable sont également envisagées, par exemple en utilisant des piles à bactéries (MFC, *microbial fuel cell*) qui produisent de l'électricité à partir de sucre.

Une discipline phare pour le siècle

La biotechnologie environnementale semble donc connaître un renouveau profond basé sur les progrès apportés par le secteur florissant de la biotechnologie et qui jusqu'alors avaient été essentiellement appliqués à la médecine. En étudiant les mécanismes moléculaires du vivant, la biotechnologie permet de développer et optimiser des bioprocédés et technologies propres qui pourront être appliqués à une large gamme de secteurs industriels. Actuellement la principale source de profits vient des secteurs traditionnels où la biotechnologie sert à améliorer les processus comme ceux de la bioraffinerie et du traitement de l'eau.

Malgré un fort engouement de la part des industries et du public, il manque pour l'instant aux efforts de recherche scientifique le



D.R.

Un des problèmes fondamentaux de la protection de l'environnement est la gestion des déchets.

développement de solutions techniques commercialisables. Afin d'étoffer la gamme technologique existante, il faudrait maintenant créer des entreprises indépendantes dotées du matériel de laboratoire adéquat et capables d'optimiser le potentiel d'innovation.

En l'attente d'une législation

La réussite de la biotechnologie environnementale dépend également de la mise en place d'une législation favorisant les avancées scientifiques et les développements technologiques qui visent à minimiser l'impact de la société humaine sur l'environnement.

Enfin, la biotechnologie environnementale est une science fortement multidisciplinaire mais qui, malgré l'existence de modèles sophistiqués pour prédire la structure des communautés microbiennes, reste encore très expérimentale. Aujourd'hui, l'écologie microbienne a besoin de fondements théoriques afin d'accorder des modèles simples avec les concepts. Par exemple, une description mathématique de motifs à l'échelle microscopique dans l'environnement permettrait, par intégration, d'arriver à des descriptions macroscopiques conformes. ■

Des piles à bactéries produisent de l'électricité à partir de sucre

PAR FRÉDÉRIC DESDOUITS (87)



directeur général de Bionest Partners, société franco-américaine de conseil en stratégie et en fusion-acquisition spécialisée dans le secteur des sciences de la vie

ET MARIE GEORGY (98)



attachée de direction générale R & D des Laboratoires Pierre Fabre

Financer l'innovation dans le domaine de la santé

La santé est un besoin fondamental dont la demande est en croissance sur l'ensemble de la planète. Des milliers de sociétés des sciences de la vie se livrent une compétition intense. Pour réussir, ces entreprises passent par de nombreuses étapes de financement qui font appel à des structures variées. Chaque étape est marquée par une appréciation nouvelle des risques et du potentiel économique des projets. Des initiatives nationales ou européennes doivent être envisagées pour développer un climat propice à la prise de risque et à l'innovation.

La santé est un besoin fondamental dont la nature évolue rapidement dans les pays développés et pour lequel la demande est forte dans les pays en croissance. La demande est presque sans limite et ce secteur industriel restera un moteur économique important à moyen terme. Poussées par ce besoin et par l'avancée des connaissances, les sociétés de sciences de la vie se livrent une compétition intense matérialisée par plusieurs milliers d'entreprises et un nombre croissant de produits en développement.

REPÈRES

Depuis 2000, le nombre de produits pharmaceutiques en phase terminale de développement a augmenté de près de 50% dont une majorité vient désormais de petites structures. Cette compétition, assortie de la pression accrue des autorités de santé sur les critères d'approbation d'un nouveau médicament et sur les prix, fait fortement augmenter l'investissement nécessaire au lancement d'un médicament sur le marché. En vingt ans, le coût total estimé pour le développement d'un médicament a été multiplié par six pour dépasser le milliard de dollars (source EFPIA).

Devenir leader en dix ans

Jean-Paul Clozel, fondateur et PDG d'Actelion, a ouvert la Chaire d'innovation technologique du Collège de France en 2007 en déclarant : « Mon intention est d'expliquer comment il est possible à partir d'un petit groupe de créer une société » ; fort de son expérience à Actelion conçue au sein d'un groupe de quatre personnes et devenue en dix ans le leader européen de la biotechnologie et un des leaders mondiaux avec 1 400 employés. C'est donc possible. Du groupe de quatre personnes qui a créé Actelion, avec du savoir et une idée, jusqu'au groupe international et intégré de 1 400 personnes, il y a de nombreuses étapes et souvent plusieurs voies possibles à chaque embranchement. À chaque étape le risque est évalué différemment, les investissements nécessaires n'ont pas la même ampleur et, en conséquence, les enjeux de valeur et de pouvoir sont différents.

Dans le contexte économique de l'année 2009, les financements sont difficiles. Les entrepreneurs et leurs actionnaires doivent évaluer précisément leurs options, leur « champ des possibles ». Malheureusement la crise actuelle arrive juste après un regain d'intérêt en Bourse pour les jeunes entreprises entre fin 2006 et 2007 qui avait relancé l'ensemble de la chaîne du capital-risque au fonds d'amorçage. L'innovation reste présente et son financement un enjeu important. Les industriels devront certainement prendre une part plus importante désormais.

De l'idée à la preuve de concept

Tout commence donc avec une idée qu'il faut transformer en produit commercialisable. L'objectif de cette phase d'amorçage est d'avoir les moyens de réunir les talents autour du projet et d'établir les étapes à franchir pour arri-

Malgré la crise, l'innovation reste présente et son financement un enjeu important

ver à un deuxième tour de financement. Déjà à ce stade, une forte concurrence existe entre les différents projets.

Un amorçage difficile

Malgré les mesures que constituent la loi sur l'innovation de 1999 et le décollage du capital-risque observé en France depuis la deuxième moitié des années quatre-vingt-dix, l'activité d'amorçage est en fort ralentissement en France et n'a représenté que 2 à 3 % des investissements du capital-risque en 2006-2007 (source France Biotech).

Avant même la création juridique de l'entreprise, les chercheurs vont valider leurs résultats scientifiques au sein de leur institution d'origine. Certains comptent d'ailleurs, pour faire émerger leur dossier, soit sur les nouveaux dispositifs de financement basés sur les appels à projets (Agence nationale pour la recherche), soit sur les équipes internes de valorisation (Inserm Transfert). Les subventions à la création d'entreprise sont souvent clés pour réaliser les premières études de faisabilité économique. Les acquis de ce premier jalon sont variés : maturation du savoir-faire, dépôt de brevets et clarification de la propriété intellectuelle avec le(s) laboratoire(s) d'origine, éléments sur l'environnement concurrentiel, et plus largement un ensemble de contacts en rapport avec son projet.

Vient ensuite la phase d'amorçage proprement dite, avec l'entrée de partenaires financiers, qui va permettre d'accélérer la transformation de la science en produit. Côté public, des dispositifs existent tels que subventions, mesures fiscales ou statut de Jeune entreprise innovante. Côté privé, les capitaux viennent le plus souvent de fonds spécialisés, voire de particuliers ou d'associations et fondations (pour plus de détails voir le dossier sur « le financement de l'innovation », paru dans le dernier numéro de *La Jaune et la Rouge*).

Ces apports de fonds propres pour des projets naissants sont essentiels mais peuvent être assortis d'un ensemble de clauses demandées par les investisseurs et qui rendent, parfois, les pactes d'actionnaires complexes en particulier pour des créateurs plus scientifiques



D.R.

La santé est un besoin fondamental pour lequel la demande est sans limite.

que financiers et souvent très sensibles à la notion de contrôle.

Le niveau de risque étant très élevé à ce stade, la décision d'investissement est fondée sur des critères de qualité scientifique du projet et de l'équipe. Il est tenu compte surtout de la propriété intellectuelle et bien sûr des perspectives commerciales. Les premiers partenaires financiers apportent leur expérience transversale et ont un rôle clé dans la structuration du projet.

Financer dans la durée

Les premières étapes de financement réussies, les premiers éléments de « preuves de concept » obtenus, la société est structurée, elle a des employés et commence à se poser le problème de sa pérennité. Il s'agit de changer alors de dimension. Face à une entreprise devenue plus visible, la concurrence est plus réactive et il n'est plus question de perdre du temps. Les niveaux de financement deviennent aussi plus importants. Deux grandes possibilités, non exclusives, s'ouvrent aux sociétés : trouver des capitaux auprès d'investisseurs capables de les soutenir à moyen terme (principalement les *capitaux risqués*) ou établir un flux de revenus ou de capitaux *via* des par-

Les subventions à la création d'entreprise sont essentielles aux premières études de faisabilité économique

Quelques exemples

Innate Pharma, spécialiste du système immunitaire, a réussi assez tôt à signer un accord majeur avec Novo Nordisk sur une partie de sa plateforme technologique.

Genfit, spécialiste des récepteurs nucléaires, a signé plusieurs accords de recherche avec différents industriels, dont Sanofi Aventis et Solvay, pour financer une grande partie de son développement.

Le « tout capital-risque » existe aussi comme, par exemple, la société Cerenis, spécialiste de l'athérosclérose, qui a levé environ 67 millions d'euros auprès des fonds d'investissement.

peuvent intervenir à ce stade : la sphère privée du capital-risque et celle de l'appel à l'épargne publique et aux fonds actions.

Le choix, entre ces deux voies dépend du niveau de valorisation anticipé et, pour les marchés publics, de l'éligibilité du dossier. Jusqu'au cycle récent de financement, les marchés publics étaient envisagés lorsque les besoins en capitaux devenaient trop importants pour les investisseurs privés. Mais la frontière a bougé entre ces deux univers en particulier depuis la création du marché Alternext.

tenariats rémunérés (le plus souvent sous la forme de temps-homme autour d'un projet encore très en amont) ou la vente d'actifs.

À ce stade, les paramètres économiques des projets deviennent essentiels pour trouver du financement et l'entreprise doit faire face à de nombreux paramètres exogènes : concurrence, anticipation de ruptures technologiques, etc. La notion de « sociétés comparables » devient prééminente et la capacité de financement dépend non seulement de la qualité du projet mais aussi de la stratégie d'investissement des fonds sollicités. Deux types de financeurs

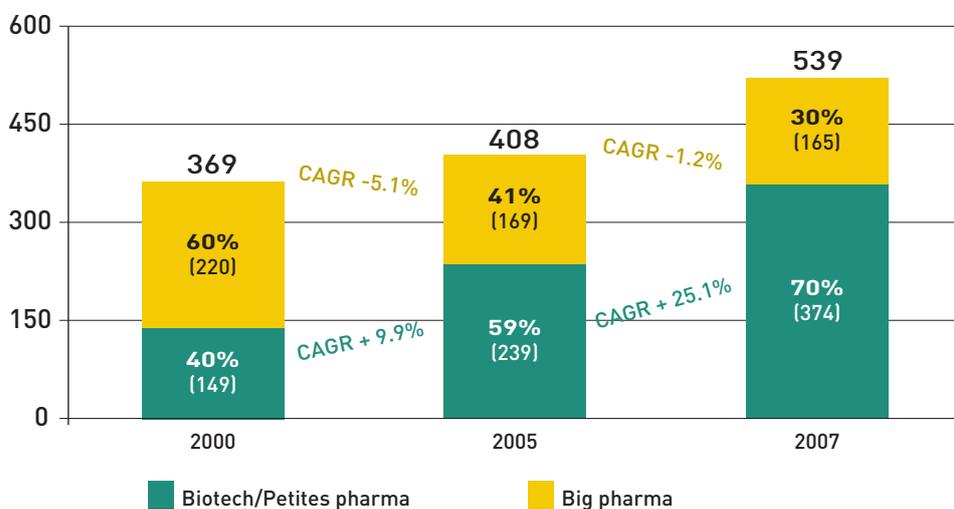
Trouver des liquidités

Les marchés publics ne sont plus une voie évidente de liquidités pour les actionnaires privés. La désaffection des marchés pour les « petites valeurs » des sciences de la vie se traduit non seulement par des valorisations souvent trop basses pour offrir un rendement suffisant aux actionnaires des derniers tours privés, mais aussi trop peu de liquidités.

À titre d'exemple, aux volumes moyens échangés sur les marchés en ce moment, il faudrait dix jours à un actionnaire qui a 5 % du capital de Sanofi Aventis pour sortir l'ensemble de ses titres, quinze jours pour ExonHit, cent vingt jours pour Collectis et trois cents jours pour Ipsogen.

La notion de « sociétés comparables » devient prééminente pour trouver le financement

Nombre de produits Phase III



Source : Bionest Partners



Un rythme inégal

Les activités de fusions-acquisitions ont, comme les autres secteurs financiers, baissé en activité en 2008, mais principalement dans le domaine des grosses opérations qui nécessitent souvent des montages complexes comprenant de la dette. Pour les petites opérations, l'intérêt reste fort. Le rythme de signature de nouveaux accords de partenariats ou de développement entre entreprises n'a pas ralenti depuis 2006, tout comme les chiffres sur les transactions de moins de 100 millions d'euros.

Désormais, certaines cotations publiques se font sur peu de capitaux levés et des valorisations relativement faibles comme, par exemple, GenOway début 2007, avec une levée de « seulement » 6 millions d'euros et une valorisation de 28 millions d'euros ou, dernièrement, Ipsogen qui a levé 12 millions d'euros sur une valorisation finale de 32 millions d'euros. *A contrario*, les *capitaux risqués* sont prêts à mettre en place des financements parfois très importants comme dans le cas de Cerenis, cité plus haut.

Les marchés publics sont versatiles et 2008 restera marquée comme l'une des années les plus difficiles. Les entreprises doivent donc se tourner vers les financements privés mais qui ont, eux aussi, fortement diminué cette année. Ils restent d'un bon niveau par rapport à l'histoire récente et en particulier les niveaux d'investissements actuels sont encore au-dessus de ceux de 2006 en Europe.

Un besoin de soutien

Pour les créateurs et les investisseurs, la valeur peut aussi être réalisée au travers d'une vente des actifs ou de la société à un industriel qui en valorisera non seulement le potentiel économique mais aussi stratégique. Les grands acteurs des sciences de la vie comptent sur l'innovation « hors-les-murs » pour nourrir leur croissance à la hauteur des attentes de leurs propres actionnaires. Grâce à une forte trésorerie, ils devraient devenir une force d'entraînement croissante et pourraient suppléer en partie au manque actuel de capitaux. De plus en plus de transactions se font sous une

forme qui ressemble à des partenariats, c'est-à-dire qu'elles associent le montant du rachat de l'ensemble du capital d'une entreprise à la réalisation future de certaines étapes. L'ensemble de la valeur n'est donc réalisé que si certains résultats sont obtenus. En 2008, il est estimé qu'un quart des montants totaux annoncés lors des transactions est conditionné à un succès futur (source Bionest Partners).

Voir émerger les jeunes entreprises

Si la situation actuelle perdure, les grands acteurs du secteur vont se retrouver dans une situation à leur avantage pour négocier face aux petites entreprises qui auront de la difficulté à trouver les financements nécessaires pour conserver leur indépendance. Même si les grands groupes reconnaissent la qualité et la motivation des petites structures, la complexité de la gestion d'un trop grand nombre de partenariats limite les tentatives qui laissent un grand degré d'autonomie aux partenaires. Or, le terreau de ces jeunes entreprises est la ressource principale de l'innovation. Il est vital pour l'amélioration à long terme de la prise en charge de la santé. Il est nécessaire d'accroître la compétitivité des entreprises de biotechnologies en France (décision 69 du Rapport de la Commission pour la libération de la croissance française, sous la présidence de Jacques Attali).

Les initiatives nationales ou européennes pour le soutien de l'innovation vont devenir des facteurs (encore) plus importants pour voir émerger ces jeunes entreprises en Europe et particulièrement en France plutôt qu'aux États-Unis ou en Asie. Créer un climat propice à la prise de risque et à l'innovation, c'est possible. ■

Pour en savoir plus

frederic@bionest.com
marie.georgy@pierre-fabre.com

De plus en plus de transactions se font sous une forme de partenariat

PAR TIMOTHÉE HERPIN (89)



director, Business development, Bristol-Myers Squibb

La **course** à la prochaine génération de **biothérapeutiques**

ET CHRISTOPHE ESCUDÉ (89)



Museum national d'histoire naturelle

Anticorps, protéines recombinantes, antisens, aptamères, les générations de biothérapeutiques se succèdent au rythme des avancées scientifiques. Chaque génération donne lieu à un ballet au sein de l'industrie pharmaceutique, où chaque compagnie prend position par acquisition ou partenariat dans le but de dominer les approches biothérapeutiques qui feront les médicaments de demain.

■ La plupart des médicaments mis sur le marché au xx^e siècle étaient de petites molécules, parfois substances naturelles mais plus généralement produites par synthèse organique. À partir des années quatre-vingt, les progrès de la biologie moléculaire ont permis de réaliser l'intérêt que pourraient présenter les biomacromolécules, en particulier les protéines, mais aussi des acides nucléiques, en tant que médicaments.

Ces produits, que l'on qualifiera de biothérapeutiques, sont l'objet d'efforts très intenses au niveau de la recherche et d'un intérêt important de la part des industriels, qui se traduit par des investissements conséquents. Quelles sont la situation présente dans le domaine des biothérapeutiques et l'approche stratégique de l'industrie pharmaceutique ?

Protéines et anticorps

L'idée d'utiliser des protéines pour soigner une maladie est assez ancienne : depuis les années vingt, on administre à des patients diabétiques l'insuline qui leur fait défaut. Cette insuline est extraite de pancréas d'animaux. Grâce au génie génétique, on a pu depuis lors produire, dans des conditions de sécurité nettement améliorées, plusieurs types d'insuline recombinante, certaines possédant des pro-

REPÈRES

Outre l'insuline, d'autres protéines recombinantes ont fait la preuve d'un intérêt thérapeutique, en particulier les hormones de croissance. L'administration de ces protéines permet de restaurer une fonction qui est absente ou mal réalisée chez le patient.

priétés intéressantes, par exemple l'insuline dite « retard » qui peut être administrée avec une fréquence diminuée. Ces produits dominent aujourd'hui largement le marché.

En parallèle aux études sur les protéines, une collaboration fructueuse entre immunologistes et généticiens a permis de comprendre comment des anticorps étaient capables de reconnaître spécifiquement leur substrat. Ces travaux ont conduit à envisager l'utilisation d'anticorps contre des cibles moléculaires précises que l'on savait être impliquées dans certaines pathologies. L'idée est ici de bloquer la fonction d'une protéine cible.

De multiples difficultés, mais pas insurmontables

L'utilisation de protéines ou d'anticorps en tant que médicament se heurte à un certain nombre de difficultés.

Tout d'abord, la production d'une protéine, qui peut se faire dans des bactéries, des levures, des cellules humaines, voire des animaux, peut poser des problèmes de stabilité ou de solubilité.

L'administration de la protéine, qui doit souvent se faire par voie intraveineuse, ne permet d'atteindre que le compartiment sanguin, les protéines ne diffusant pas librement à travers les membranes cellulaires.

Enfin, cette administration risque d'induire chez le patient une réaction immunitaire, notamment pour les anticorps.

La production d'une protéine peut poser des problèmes de stabilité ou de solubilité

De nombreux travaux d'ingénierie cellulaire et moléculaire ont été entrepris afin d'améliorer la sélectivité, la spécificité, la biodisponibilité et les propriétés pharmacocinétiques des anticorps, tout en diminuant leur pouvoir immunogène.

Ainsi les premiers anticorps, dits monoclonaux car ils dérivent d'une seule cellule, ont cédé la place à de nouvelles versions améliorées : par exemple, on « humanise » des anticorps de souris¹, on se limite à l'utilisation de « fragments » possédant l'activité recherchée, on crée des protéines dites de « fusion » qui lient les propriétés de reconnaissance de l'anticorps avec d'autres protéines leur conférant une activité accrue, on conçoit des protéines totalement artificielles en partant du squelette d'une protéine connue.

Quand l'ADN devient médicament

Une autre approche consiste à tenter d'utiliser de courts fragments d'acides nucléiques, appelés oligonucléotides, comme médicaments². Cette idée est née du constat établi au début des années quatre-vingt que de courts oligonucléotides, appelés « antisens », peuvent en se fixant sur un ARN messager conduire à sa dégradation.

L'approche « antisens » est aujourd'hui supplantée par une approche plus efficace appelée interférence à ARN (RNAi). L'introduction de courts ARN en double brin dans des cellules aboutit, par un mécanisme enzymatique en plusieurs étapes, à la dégradation des ARN messagers contenant la séquence de l'un des deux brins complémentaires.

Dans les deux cas, l'expression du gène ciblé est inhibée de manière spécifique, car l'ARN détruit ne pourra plus conduire à la production d'une protéine fonctionnelle. Les aptamères sont des oligonucléotides qui se fixent non pas sur des ARN, mais sur des protéines.

Leur séquence est choisie à l'issue d'un processus de sélection complexe impliquant une grande quantité de séquences différentes, ce qui permet d'isoler les séquences en fonction de leur aptitude à se fixer sur la cible choisie. La fixation de l'aptamère sur la protéine aboutit à inhiber la fonction de la protéine.

Comme les protéines, les oligonucléotides traversent mal les membranes cellulaires, un problème crucial puisque leurs cibles sont situées dans les cellules. De plus, ces molé-

Les approches antitumorales

Souvent les processus tumoraux sont liés à la surexpression de certains gènes. La spécificité des oligonucléotides peut être exploitée pour diminuer l'expression de ces gènes ou pour bloquer la fonction des protéines produites. D'autres approches visent à bloquer au niveau de la tumeur la formation de vaisseaux sanguins nécessaires pour son irrigation et sa croissance.

cules sont rapidement dégradées et éliminées. Il est possible d'améliorer la stabilité et la biodisponibilité des oligonucléotides grâce à l'introduction de modifications chimiques. Une des difficultés est d'introduire ces modifications tout en préservant l'activité biologique. Plusieurs oligonucléotides ont fait l'objet d'un développement assez poussé sur des modèles de cellules en culture ou des modèles animaux. L'inhibition spécifique de l'expression d'un gène a pu être observée en administrant des ARN interférents à des souris par voie intraveineuse.

Avastin, un très grand succès

D'après une étude de Datamonitor³, les ventes de produits biothérapeutiques représentaient 26 milliards de dollars en 2007 et devraient croître jusqu'à 49 milliards de dollars en 2013. Les analystes financiers prédisent que, d'ici 2015, Avastin, l'anticorps monoclonal anticancéreux de Genentech et Roche, sera le médicament qui générera le plus grand revenu de l'histoire de l'industrie.

Une importance commerciale

Les produits biothérapeutiques sont convoités assidûment par l'industrie pharmaceutique. Commercialement, ces produits constituent une part importante des revenus de l'industrie, et bénéficient d'une forte croissance, de larges marges de profit et d'une faible compétition générique.

Jusqu'à présent, les avancées scientifiques dans le domaine biothérapeutique ont été exploitées par de jeunes entreprises « biotech » qui se sont approprié la propriété industrielle et ont développé les premiers produits. Si certaines entreprises pharmaceutiques ont

**Utiliser
comme
médicament
de courts
fragments
d'ADN**

EXEMPLES DE PRODUITS BIOTHÉRAPEUTIQUES ET DE LEURS APPLICATIONS

BIOTHÉRAPEUTIQUE	BIOTECH	PRODUITS
Protéine recombinante	Biogen Idec Genentech Amgen Serono Genzyme	Humulin (insuline, diabète) Activase (tPA, infarctus aigu du myocarde) Aranesp (érythropoïétine, anémie) Valtropin (somatotropin, déficience en hormone de croissance) Pegasys (interféron-alpha, hépatite C) Rebif (interféron-bêta, sclérose en plaques) Neulasta (G-CSF, neutropénie)
Anticorps monoclonaux	Medarex CAT Medimmune Centocor Genemab ImClone Biogen Idec	Rituxan (CD20, cancer) Herceptin (HER2, cancer) Remicade (TNF- α , polyarthrite rhumatoïde) Avastin (VEGF, cancer) Erbix (EGFR, cancer) ReoPro (GP2b/3a, anticoagulant)
Fragments d'anticorps	Ablynx Domantis EsbAtech	
Antisens	Isis Santeris	Vitravene (rétinite à cytomégalovirus)
RNAi	Alnylam Sirna Silence	
Aptamères	Noxxon Archemix Rigado Corgentech Eyeteck	Macugen (VEGF, dégénérescence maculaire liée à l'âge)
Méganucléases Zinc Fingers	Cellectis Sangamo	
MiRNA	MiRagen Regulus Asuragen	

Beaucoup de sociétés ont choisi d'acquérir leurs compétences et produits de façon externe, sous la forme de partenariat ou d'acquisition

développé en interne des produits biotérapeutiques, tel Eli Lilly avec l'insuline, beaucoup de sociétés ont choisi d'acquérir leurs compétences et produits de façon externe, sous la forme de partenariat ou d'acquisition.

Des prises de position stratégiques

Étant donné le potentiel commercial d'une nouvelle génération de biotérapeutiques, les grands groupes pharmaceutiques se livrent à une compétition intense, et prennent des posi-

tions stratégiques dans l'espoir de dominer une approche particulière.

La plupart d'entre eux essaient de combiner des acquisitions qui permettent de contrôler une technologie avec quelques partenariats qui permettent de ne pas être exclus d'autres domaines.

La relation entre Roche et Genentech, établie en 1990, reste un modèle de l'avantage qu'il y a à investir tôt dans des biotérapeutiques. Roche a choisi de contrôler une partie du capital de Genentech mais de laisser l'entreprise

Quelques exemples

Bristol-Myers Squibb (BMS) a choisi en 2006 d'acquérir Adnexus, qui développe les « adnectins » (protéines formées sur un squelette de fibronectine) pour se donner une capacité interne de découverte de protéines thérapeutiques. Bristol-Myers Squibb avait auparavant établi une collaboration avec Domantis pour la découverte de fragments d'anticorps, mais s'était vu par la suite exclu de la technologie par l'acquisition de Domantis par GlaxoSmithKline (GSK). BMS a récemment tenté d'acquérir ImClone pour étendre ses capacités dans le domaine des anticorps monoclonaux, mais s'est vu surenchéri par Eli Lilly. Afin de ne pas être exclu des ARN « antisens », BMS a établi une collaboration avec Isis Pharmaceuticals, un des leaders dans le domaine avec près de vingt ans d'expérience.

Merck constitue un autre exemple intéressant. La compagnie a fait grand bruit en achetant pour 1,1 milliard de dollars en 2006 Sirna, un des leaders dans la technologie des RNAi. Pour Merck, qui était traditionnellement orienté vers les petites molécules, Sirna constituait une entrée dans le monde des biothérapeutiques ⁴, et d'autres prises de position sont à prévoir.

indépendante. En contrepartie, Roche a eu le droit de commercialiser en Europe les produits découverts par Genentech. En 2007, les produits issus de Genentech constituaient 58 % du revenu généré par les vingt meilleurs produits de Roche ⁵ et les trois meilleurs produits vendus par Roche venaient de Genentech. Récemment Roche a annoncé l'intention d'acquérir le reste du capital de Genentech et de fusionner les deux compagnies. Roche ne s'est pas contenté de ce succès dans le domaine des protéines thérapeutiques et des anticorps monoclonaux.

La compagnie a aussi misé fortement sur l'interférence à ARN avec l'acquisition des biens et brevets européens de Alnylam qui lui ont permis de fonder un centre de recherche dans le domaine. Roche a aussi pris position dans le domaine des aptamères à travers un partenariat avec la biotech allemande Noxxon.

De grands espoirs pour l'avenir

Malgré les nombreux problèmes que leur utilisation soulève, les protéines et les anticorps ont permis, en l'espace de deux décennies, de

considérables progrès dans le domaine de la recherche fondamentale et, plus récemment, ont conduit à des bénéfiques thérapeutiques importants, notamment dans le traitement de cancers et de maladies inflammatoires. Contrairement aux anticorps, peu d'oligonucléotides ont été mis sur le marché, mais les nombreux essais cliniques en cours témoignent de l'effervescence de ce domaine et permettront de valider les efforts entrepris.

De grands espoirs ont été introduits par les biothérapeutiques dans des maladies assez répandues et pour lesquelles les approches étaient jusqu'ici très limitées. C'est le cas de la dégénérescence maculaire liée à l'âge, pour laquelle ont été mis sur le marché récemment un anticorps et un aptamère.

Les progrès de la biologie moléculaire laissent à penser que la découverte de nouvelles générations de biothérapeutiques n'est pas prête de ralentir. Les exemples d'approches nouvelles à fort potentiel ne manquent pas comme les miRNA, les méganucléases (voir l'article de D. Sourdive dans ce numéro), les Zinc Fingers et les Unibodies.

En même temps, l'industrie pharmaceutique semble loin d'être rassasiée, et reste à l'affût des technologies capables de générer les médicaments de demain. ■

1. D. BELLET & V. DANGLES-MARIE (2005), Anticorps humanisés en thérapeutique, Médecine-Sciences, vol. 21, p. 1054-1062.

2. Y. FICHOU & C. FÉREC (2006), The potential of oligonucleotides for therapeutic applications, Trends in Biotechnology, vol. 24, p. 563-569.

3. Datamonitor report : Monoclonal Antibodies Report : 2008 Update - Detailed analysis of the monoclonal antibody segment, encompassing market dynamics, key therapy areas, technology and target types through to 2013, evaluating the strategies companies are using to capitalize on this lucrative market.

<http://www.datamonitor.com/Products/Free/Report/DMHC2427/020DMHC2427.htm>

4. « Merck Buys Maker of Gene-Silencing Drugs », *New York Times*, October 31, 2006.

<http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res=9C00E1DB123FF932A05753C1A9609C8B63>

5. Article : « Roche's Opportunity », *BioCentury*, July 28, 2008. Volume 16, number 34.

De grands espoirs ont été introduits par les biothérapeutiques dans des maladies assez répandues, en particulier la dégénérescence maculaire

PAR MICHAËL KREL (97)



docteur en chimie organique, en business development chez METabolic Explorer

Les biotechnologies **blanches**, économiques et écologiques

Les biotechnologies blanches, c'est-à-dire industrielles et non pharmaceutiques, connaissent un plein essor depuis l'avènement du bioéthanol en tant que carburant. La chimie dite de commodité se développe à grands pas. D'ici quelques années, la majeure partie des utilisations non énergétiques du pétrole pourrait être remplie par des composés biosourcés, sans remettre en cause l'équilibre alimentaire de la planète.

Les biotechnologies « blanches » ont connu un essor quasiment sans précédent dans l'histoire industrielle mondiale entre la fin des années soixante-dix et aujourd'hui. Cela est dû à deux phénomènes concomitants et totalement indépendants : la prise de conscience de la dépendance de nos sociétés au pétrole et ses dérivés (douloureuse prise de conscience liée aux crises de 1973 et 1979) et le développement des compétences en biologie moléculaire et en génie génétique à un niveau commercial (les premières *start-ups* américaines dans ces domaines, Genencor et Genetech, se développent dès la fin des années soixante-dix).

Choc pétrolier et bioéthanol

Le symbole incontesté de cette intrusion des bioprocédés dans l'industrie chimique est la production d'éthanol. Bien entendu, l'homme sait produire de l'éthanol par fermentation depuis des millénaires mais, jusqu'après la Seconde Guerre mondiale, la grande majorité des volumes d'éthanol utilisés dans le monde (notamment toutes les applications « intermédiaires de synthèse ») était issue de l'hydratation de l'éthylène.

Cette situation a été totalement bouleversée par le développement et l'utilisation de « bioéthanol » et ce, notamment au Brésil.

Aujourd'hui, trois phénomènes expliquent le développement exponentiel du bioéthanol et

REPÈRES

On classe souvent les biotechnologies suivant leur domaine d'activité : biotechnologies *rouges* pour la production pharmaceutique, *vertes* pour l'amélioration des plantes et des graines, *bleues* pour ce qui est lié au domaine marin et *blanches* pour la production industrielle non pharmaceutique. Cet article se cantonne à cette dernière catégorie.

des biocarburants de manière générale : d'une part le retour à un pétrole cher (après avoir atteint un pic à près de 150 dollars le baril l'été dernier, nous sommes revenus à une situation inversée, mais il est probable qu'elle va s'équilibrer à terme avec les fondamentaux du marché pétrolier), d'autre part une volonté politique de plus en plus importante de certains États comme les États-Unis, la Chine ou l'Inde d'assurer leur indépendance énergétique vis-à-vis des pays producteurs de pétrole et enfin une prise de conscience sociétale de la nécessité d'avoir une alternative au « tout pétrole ».

La prise de conscience de la nécessité d'une alternative au « tout pétrole »

Les atouts du Brésil

Après les deux chocs pétroliers, le Brésil a décidé d'utiliser ses formidables atouts que sont la superficie de ses terres arables et ses conditions climatiques pour développer un programme de production à très grande échelle d'éthanol en remplacement de l'essence. Ce programme a tellement bien fonctionné que, d'une production synthétique d'éthanol à 100 %, on est passé en vingt ans à une production synthétique inférieure à 5 % (le reste étant de l'éthanol biosourcé), ce qui a même mené à cette situation ubuesque où maintenant une des majeures applications de l'éthanol synthétique est l'alcool de consommation (par exemple dans le whisky).

Maïs contre canne à sucre

Ces éléments ont amené depuis une dizaine d'années à un développement gigantesque de la production d'éthanol en Amérique (et particulièrement au Brésil et aux USA). Les situations de ces deux pays, même si elles sont souvent comparées, ne sont pas du même ordre.

D'un point de vue *économique*, le coût de production de l'éthanol à partir de canne à sucre est très faible et compétitif vis-à-vis du pétrole, notamment grâce à la cogénération d'électricité, en brûlant la bagasse, et à l'efficacité de la photosynthèse dans la canne à sucre. Aux États-Unis, où l'éthanol est produit à base de maïs, le procédé n'est pas compétitif dans le domaine des carburants et est protégé (soit par des aides directes, soit par des quotas imposés aux pétroliers, soit par des barrières douanières importantes). Cet état de fait s'est montré encore plus criant quand le prix du maïs à la bourse de Chicago a doublé en dix-huit mois (de 149 à 281 dollars la tonne entre janvier 2007 et mi-2008).

D'un point de vue *indépendance énergétique*, le Brésil est aujourd'hui à la fois très largement exportateur d'éthanol et possède un marché domestique très dynamique (depuis mi-



D.R.

Le prix du maïs a doublé en dix-huit mois.

L'éthanol de deuxième génération

De nombreux projets de recherches et d'unités pilotes existent mais à ce jour aucun procédé commercial à grande échelle n'a été présenté. Il faut bien comprendre que l'éthanol cellulosique ne permettra pas une rentabilité supérieure aux procédés existants (notamment à base de canne à sucre), mais répondra aux problèmes d'accessibilité de matières premières et donc aux questions d'indépendances énergétiques, d'où ces investissements colossaux.

2005, les ventes de véhicules *flex fuel* représentent plus de 50 % des ventes de véhicules particuliers). L'abondance de terres cultivables (hors réserves naturelles et Amazonie) permet une augmentation encore astronomique de la production d'éthanol (doublement prévu d'ici 2015), seules 1 % des terres cultivables au Brésil étant attribuées à la culture de la canne. Aux États-Unis, la demande en carburant étant beaucoup plus importante et les terres arables non utilisées beaucoup plus restreintes, la question de l'indépendance énergétique ne peut se concevoir que dans le développement de l'éthanol de « seconde génération » c'est-à-dire à partir de cellulose et autres déchets agricoles.

Enfin, si on compare les *émissions de CO₂* liées à l'éthanol américain à base de maïs et à l'éthanol brésilien à base de canne à sucre, on observe que le carburant brésilien est très efficace en termes de réduction d'émission vis-à-vis de l'essence, ce qui est beaucoup moins marqué avec l'éthanol américain, créant de nombreux débats et controverses sur l'utilisation de ces biocarburants.

Ces différentes considérations politiques et sociales et les améliorations des technologies de production semblent montrer un inexorable avènement des procédés de bioproduction et notamment des procédés fermentaires dans le domaine des carburants.

Les produits de commodité

Quels sont les difficultés, les avantages et les inconvénients de la production fermentaire de produits dits de commodité (c'est-à-dire des produits combinant de larges volumes, des prix modérés et des applications et marchés

L'abondance de terres cultivables au Brésil permet une augmentation de la production d'éthanol

La pétrochimie

La tendance observée pour les carburants se vérifie aussi dans une autre partie de l'activité pétrolière : la pétrochimie.

Entre 7 et 10 % du volume de pétrole extrait est utilisé aujourd'hui dans la chaîne pétrochimique depuis le *crackage* d'éthylène et de propylène jusqu'à la synthèse d'engrais ou de polymères de spécialité à haute valeur ajoutée.

Dans ce domaine, la problématique se pose de manière quelque peu différente : si l'intérêt sociétal pour un produit biosourcé se traduit par une différenciation dans l'accès au marché, la question de l'indépendance en termes de ressources ne se pose pas.

Enfin, l'aspect économique joue encore un rôle important puisque avec l'augmentation du prix des matières premières liées au pétrole (comme l'éthylène ou le propylène) qui représente à peu près 70 % du coût de production d'un produit chimique de commodité, les bioprocédés deviennent compétitifs voire plus performants économiquement.

déjà bien établis) ? On peut les illustrer par le cas du n-butanol, produit développé au sein de METabolic EXplorer, et qui est une importante « commodité » chimique, avec un marché mondial de l'ordre de 3 millions de tonnes par an et des applications dans les acrylates, les acétates et les éthers de glycols.

Souche bactérienne et procédé de fermentation

Le développement et l'amélioration des *souches bactériennes* sont un concept vieux comme le monde avec des techniques de sélection naturelle et de pression de sélection (c'est-à-

Une combinaison compétitive

La combinaison d'une souche performante (c'est-à-dire qui produit rapidement et tolère beaucoup du produit désiré tout en générant peu de coproduits) et d'un procédé efficace (c'est-à-dire peu gourmand en énergie et en investissements « spéciaux » et donc coûteux) va permettre d'atteindre un procédé de production fermentaire du butanol compétitif des procédés classiques issus de la pétrochimie.

dire que seules les bactéries les plus performantes survivent). Dans les années vingt déjà, des unités de productions industrielles produisaient du butanol en mélange avec de l'acétone et de l'éthanol (procédé ABE ou Weizmann). L'apport essentiel de ces dernières années réside dans le concept de « design rationnel » puisqu'on est capable aujourd'hui de comprendre de manière quasi exhaustive les voies métaboliques qui mènent d'un substrat comme du sucre à un produit comme le butanol. On est alors capable de comprendre, comme dans une usine, où sont les goulots d'étranglements, où sont les voies sans issue et où sont les fuites qui empêchent une production optimale. Fort de cette connaissance, on peut alors élargir ces goulots, colmater ces fuites et éliminer ces voies sans issue grâce à de l'ingénierie métabolique afin de construire une souche bactérienne optimale pour la production de butanol à partir de sucre.

Les problèmes de *procédés* rencontrés dans la *fermentation* sont intrinsèquement différents de ceux existant dans l'industrie chimique « classique ».

Là où dans la chimie classique, on a souvent des procédés à rendements très importants, dans des conditions de températures et de pressions élevées, dans des milieux concentrés sans eaux, les procédés fermentaires se passent avec des rendements plus modérés (car la bactérie utilise de l'énergie pour survivre), dans des conditions biologiques de température et de pression (autour de 1 bar et de 37 °C) et dans des milieux aqueux et souvent assez dilués. L'extraction du produit de l'eau et sa purification sont alors des éléments déterminants dans les économies du procédé.

Investissement et matière première

Les *investissements* dans une unité de fermentation se décomposent fondamentalement en deux : d'une part ceux liés à la fermentation et d'autre part ceux liés à la purification. Les premiers vont être influencés par le rendement et la productivité de la bactérie ainsi que par l'optimisation du procédé de fermentation. Les derniers vont être liés au titre (c'est-à-dire à la concentration maximale de produit dans l'eau) et au procédé choisi pour extraire le butanol de l'eau.

Malgré des performances « apparentes » (rendement et concentration) inférieures au pro-

Comprendre les voies métaboliques qui mènent d'un substrat comme le sucre à un produit comme le butanol



Accessibilité et transport

Malgré les évolutions récentes des prix des matières premières agricoles, celles-ci restent (en termes de « prix de carbone ») très compétitives par rapport au prix du pétrole et même du charbon.

C'est notamment le cas du sucre de canne qui est resté relativement stable par rapport aux autres matières premières.

C'est cet effet principal qui permet aux procédés fermentaires d'être compétitifs vis-à-vis des procédés chimiques classiques.

Ces matières premières ont l'avantage d'être beaucoup plus régulièrement accessibles autour du globe et dans des pays à faibles risques politiques, mais elles sont en revanche plus difficilement transportables et stockables, ce qui pose le problème de logistique pour l'approvisionnement de très grosses unités fermentaires.

cédé classique pétrochimique, les investissements dans un procédé fermentaire sont généralement inférieurs à ceux de la chimie du fait des conditions que doivent supporter les réacteurs dans la pétrochimie (qui impliquent des aciers spéciaux, plus épais...).

Un deuxième effet vient accentuer ce ticket d'entrée plus faible dans la fermentation, c'est la taille d'efficience.

On sait bien que, pour tout procédé, l'augmentation d'échelle permet d'améliorer l'efficacité d'un procédé jusqu'à arriver à une taille minimale efficiente où cela a un sens industriel et économique. Or cette taille est beaucoup plus importante pour la pétrochimie que pour la fermentation ce qui a pour effet d'augmenter la différence pour un nouvel entrant entre un investissement fermentaire et un investissement chimique (qui peut aller jusqu'à un facteur 4).

Le prix du pétrole, dont la tendance devrait à terme rester globalement à la hausse, entraîne mécaniquement à la hausse le prix du propylène, matière première pour la production du butanol.

Comme dans la majorité des produits de chimie de commodité, la part des matières premières dans le coût de production totale représente entre 60 et 70 %. On comprend alors l'importance d'avoir accès à des matières premières peu coûteuses.

Pétrole contre nourriture

Les difficultés techniques liées aux bioprocédés peuvent être surmontées, l'on peut développer des procédés très efficaces à partir de matières premières renouvelables pour fabriquer à des coûts compétitifs des produits de commodité. Mais qu'en est-il du débat actuel sur l'augmentation du prix des matières premières agricoles du fait des biocarburants, problématique dite du *fuel versus food*? En d'autres termes, nos sociétés accepteront-elles à moyen terme le développement de ces bioprocédés fermentaires pour les commodités chimiques si le prix de la nourriture doit augmenter ?

Si cette problématique a une réelle pertinence dans la production de biocarburants (en dehors de tout extrémisme partisan dans un sens comme dans l'autre), elle ne l'est pas, pour au moins trois raisons, dans le domaine des commodités.

D'une part le volume de matières premières dont nous avons besoin pour remplacer les procédés chimiques est sans commune mesure avec celui nécessaire pour les biocarburants. Par exemple, avec des procédés non optimisés du début du xx^e siècle, il faudrait 10 millions de tonnes de sucre pour remplacer 100 % de la production de butanol (le Brésil produit aujourd'hui plus de 40 millions de tonnes de sucre majoritairement à des fins non alimentaires) ; d'autre part, la valeur ajoutée dans la pétrochimie est beaucoup plus importante que dans les carburants ce qui veut dire que des matières premières plus coûteuses peuvent être utilisées dans le remplacement de la pétrochimie ; enfin, de nombreux développements aujourd'hui se concentrent sur l'utilisation de matériaux renouvelables non alimentaires (bagasse, pulpe de bois, jatropha, etc.), qui permettraient de lever définitivement ce débat.

Quoi qu'il arrive dans le domaine des biocarburants, le développement de la biotechnologie blanche va se poursuivre, répondant à la double nécessité d'être efficace économiquement et écologiquement. D'ici quelques années la majeure partie des utilisations non énergétiques du pétrole pourrait être remplie par des composés biosourcés sans remettre en cause l'équilibre alimentaire de la planète et en améliorant son empreinte écologique. ■



Les investissements dans un procédé fermentaire sont inférieurs à ceux de la chimie

PAR JACQUES DELORT (83)



directeur associé chez McKinsey & Company, docteur en sciences de la vie de l'université Pierre et Marie Curie et de l'Institut de formation supérieure biomédicale

VICTOIRE MAUGIS (02)



consultants chez McKinsey & Company

PIERRIC JAMMES (02)



LIONEL SALMON (03)



Devenir et rester une biotech de stature mondiale

La majorité des *start-ups* du secteur des biotechnologies ne survivent que quelques années, et seul un nombre restreint atteint le stade d'entreprise majeure du secteur. Faut-il pour autant devenir une grande entreprise indépendante pour connaître le succès ? À quels stades du développement et comment la sélection s'opère-t-elle ?

■ En schématisant, trois étapes rythment la vie d'une *biotech* : un début comme *start-up*, un développement à taille petite ou moyenne et, pour les plus durables, la transformation en grande entreprise.

LES ÉTAPES

L'idée et la finance

La naissance d'une *start-up* résulte de la rencontre fructueuse de trois éléments : un ou plusieurs entrepreneurs qui apportent une idée, et parfois des actifs, des investisseurs financiers prêts à prendre des risques, et un environnement favorable à la propriété intellectuelle.

Le rôle de l'entrepreneur est évidemment critique : doté d'un solide bagage scientifique, il apporte l'idée à l'origine de la *start-up* et souvent des actifs majeurs tels que les molécules, les technologies, le savoir-faire, les collaborations et les réseaux. Armé de ce bagage, il doit réunir une première équipe, et convaincre ses interlocuteurs, en premier lieu les investisseurs, de la pertinence du ou des concepts développés.

REPÈRES

Amgen et Genentech (en cours de rachat par Roche), les deux plus grosses entreprises de biotechnologies en termes de revenus et de capitalisation boursière, illustrent deux des modèles possibles de succès.

Le premier consiste à devenir une entreprise intégrée et indépendante, s'appuyant à la fois sur le développement et la vente de ses produits, et se finançant essentiellement par les résultats de son activité commerciale. C'est le modèle suivi par Amgen qui s'est imposée comme une entreprise prépondérante parmi les grands acteurs pharmaceutiques mondiaux.

Un autre modèle consiste à devenir une entreprise essentiellement focalisée sur la R & D, qui confie à d'autres la vente, sous licence, d'une partie de ses produits, voire leur développement final. C'est le modèle vers lequel Genentech semble évoluer au fur et à mesure de son intégration au groupe Roche.

Les investisseurs financiers ont un rôle crucial et sont appelés à supporter un risque sans commune mesure avec des placements plus classiques tels que les actions d'entreprises établies. Le risque mais également les gains possibles sont plus grands si la société cherche à produire un médicament ; les *start-ups* offrant des services *biotech* présentent souvent un profil de risque et de rendement sur investissement moindre. L'ordre de grandeur de la mise initiale peut aller de quelques centaines de milliers à 2 ou 3 millions d'euros, et représente un investissement à long, voire très long terme.

Réunir une première équipe et convaincre de la pertinence des concepts



L'INDUSTRIE DES BIOTECHNOLOGIES

		Asie-Pacifique	Canada	États-Unis	Europe
Entreprises	4 275	17 %	11 %	34 %	38 %
Employés	190 000	7 %	4 %	69 %	21 %
Revenu	73,5 G dollars	4 %	4 %	75 %	16 %

Source : Ernst & Young « Beyond Borders » Report 2007, Analyses Mac Kinsey.

Divers types d'investisseurs

Le profil type des investisseurs varie selon les pays ; aux États-Unis, le modèle des *venture capitalists* et *business angels* est particulièrement développé, et de nombreux investisseurs sont prêts à investir dans des *start-ups*, dans un but parfois quasi philanthropique. En France, les fonds d'État tels que ceux de la Caisse des Dépôts ou les fonds régionaux jouent un rôle important en se situant à la frontière entre l'aide à la recherche et les investisseurs financiers privés. La récente modification de l'ISF dans le cadre de la loi TEPA de l'été 2008 ouvre aussi de nouvelles perspectives au financement des *start-ups* par des particuliers.

Enfin, troisième élément indispensable à l'éclosion d'une *start-up* de biotechnologies, la solidité de la propriété intellectuelle sur les actifs clés (molécule, technologie). En fait, la valeur de la *biotech* est si dépendante de la propriété intellectuelle que toute incertitude ou tout délai dans ce domaine découragera, souvent irrémédiablement, les investisseurs.

Au-delà du laboratoire

L'étape suivante de la vie d'une entreprise *bio-tech* commence lorsque celle-ci génère les premières « preuves » que les hypothèses de départ peuvent « fonctionner » (*proofs of concept*) ; il s'agit souvent de résultats scientifiques, sanctionnés par des accords avec de grands groupes pharmaceutiques ou par des articles dans des revues scientifiques majeures.

D'un point de vue organisationnel, l'entreprise commence à changer d'échelle. Alors qu'elle comptait en général moins de 10 salariés dans sa phase de naissance, elle va au cours de cette phase croître jusqu'à avoir de 50 à 100 salariés. L'enjeu est alors à la fois de parvenir à

recruter les meilleurs scientifiques, de développer une culture d'entreprise permettant de faire travailler en harmonie l'équipe fondatrice et les nouveaux venus, et enfin de structurer l'entreprise et ses processus pour la rendre compatible avec son changement d'échelle.

Gagner des étapes

La plupart des entreprises signent des accords avec des entreprises plus grosses qui vont prendre en charge sous licence les phases finales du développement et la commercialisation des produits. Cela permet à la jeune entreprise de s'épargner, au moins dans un premier temps, les étapes coûteuses de développement final et de commercialisation du produit, tout en profitant des rentrées d'argent engendrées par les paiements contractuels et les *royalties* sur les ventes.

La consolidation

L'entreprise change de nature lorsque les résultats des recherches commencent à devenir exploitables commercialement. Cette étape, qui impose un nouveau changement d'échelle, oblige non seulement l'entreprise à chercher davantage de fonds au-delà des bailleurs historiques (c'est souvent l'occasion d'une entrée en Bourse), mais surtout à prendre des choix stratégiques critiques et à adapter son organisation.

À ce stade, l'entreprise peut alors choisir d'évoluer vers différents *business models*. Le premier consiste à continuer sa focalisation sur la R & D, et confier le développement sous licence et la commercialisation de ses produits à d'autres entreprises pharmaceutiques, jusqu'à être, en général, rachetée par un grand groupe. La deuxième option vise au contraire à acquérir la capacité à effectuer en interne le développement complet de ses propres pro-



**Recruter
les meilleurs
et développer
une culture
d'entreprise**

Investir massivement

Si trouver des *drug hunters* est critique, l'entreprise doit également fournir à ces chercheurs les moyens nécessaires à leurs découvertes. Ainsi doit-elle investir massivement dans la R & D aux premiers stades de son développement. L'un de nos exemples, Genentech, a investi jusqu'à 51 % de ses revenus dans la R & D dans les années quatre-vingt-dix.

duits, puis leur commercialisation, et de générer ainsi des flots d'argent directement liés aux ventes.

LES CLÉS DU SUCCÈS

Comment expliquer la réussite d'un petit nombre d'entreprises de biotechnologies là où de nombreuses échouent ?

Sérendipité et talents

La condition la plus évidente mais la plus critique au succès d'une entreprise de biotechnologies est la découverte d'une ou plusieurs molécules performantes. C'est un événement rare et aux conséquences décisives ; l'entreprise doit tout mettre en œuvre pour favoriser son occurrence... dans la mesure de ce qui est en son pouvoir.

Au-delà du pari initial, sur telle(s) ou telle(s) molécule(s) ou technologie(s), il est indispensable pour l'entreprise de trouver quelques-uns de ces rares scientifiques, aux qualités et à l'instinct exceptionnels, qui ont le don de découvrir de futurs médicaments performants (*drug hunters*).

Comme il est impossible de les identifier *a priori*, l'entreprise doit être capable d'attirer et de retenir les meilleurs scientifiques et « innovateurs », internationaux, parmi lesquels se trouveront peut-être les perles rares recherchées. Offrir aux chercheurs une culture d'entreprise et un environnement de travail stimulants est un critère essentiel pour séduire les talents. Par exemple, des fondateurs charismatiques, des conseillers scientifiques prestigieux et l'assurance d'une certaine liberté dans la gestion des projets sont autant d'éléments attractifs pour des scientifiques de haut niveau, en complément d'offres plus matérielles comme les rémunérations. Pour recruter les talents les plus prometteurs, l'entreprise s'appuiera sur

des liens forts tissés avec le monde académique, à travers des collaborations avec les universités et les instituts de recherche.

De bons partenariats

Un autre facteur de succès essentiel réside dans la capacité des entreprises de biotechnologies à multiplier les partenariats, contrats et transactions pour acquérir de nouvelles idées, de nouveaux droits, ou des molécules, et pour valoriser au mieux ceux développés en interne. Les partenariats avec des universités et des instituts de recherche permettent tout d'abord aux entreprises de biotechnologies d'accéder à des réseaux de chercheurs, parfois de partager des plateformes et des technologies, et éventuellement d'identifier des molécules prometteuses. Mais les entreprises doivent également multiplier les contrats et alliances avec des pairs ou des groupes pharmaceutiques, afin de valoriser leur savoir-faire, se fournir en actifs externes, ou encore pour étendre leurs domaines de compétences ou commercialiser leurs produits dans certaines zones géographiques. Genentech a ainsi établi des partenariats multiples (13 entre 1995 et 2005) pour assurer la distribution et les ventes de ses produits aux États-Unis et dans le reste du monde, mais a aussi en parallèle multiplié les contrats en R & D, devenant une des entreprises enrichissant le plus son *pipeline* à partir de molécules découvertes à l'extérieur (70 % de son *pipeline* *sourcé* à l'extérieur en 2005).

De son côté, Amgen a réalisé entre 1993 et 1999 une vingtaine de partenariats de R & D avec

Tisser des liens forts avec les universités et les instituts de recherche

Les effets de la crise

Fortes consommatrices de capitaux, les entreprises de biotechnologies sont victimes de la pénurie de crédit engendrée par la crise financière. Selon une étude publiée en octobre 2008 par France Biotech, le syndicat professionnel des laboratoires de biotechnologies, les investissements dans le secteur ont, au premier semestre 2008, diminué de 62 % aux États-Unis et de 79 % en Europe par rapport à 2007. Au premier semestre 2007, les entrées en Bourse avaient déjà diminué de 82 % en Europe et de 93 % aux États-Unis ⁴.

4. Communiqués de Presse – France Biotech, octobre 2008.



d'autres entreprises de biotechnologies et a alimenté sa croissance par de nombreuses acquisitions ; ainsi, en 2006, sur 39 projets de développement dans le *pipeline* d'Amgen, 15 étaient issus de fusions ou d'acquisitions et 8 en développement sous licence.

Aujourd'hui, le secteur des biotechnologies est une des industries les plus actives en termes de partenariats et d'opérations de fusions et acquisitions. En 2007, près de 500 nouveaux partenariats ont été conclus entre entreprises de biotechnologies, plus de 400 entre une entreprise de biotechnologies et un groupe pharmaceutique, et 126 opérations de fusions et acquisitions ont eu lieu dans le secteur ¹.

Une relation forte avec les investisseurs

La confiance continue des investisseurs initiaux, tout comme le support de nouveaux investisseurs sont critiques pour l'entreprise tout au long de son développement. L'industrie des biotechnologies est en effet particulièrement gourmande en capitaux, que ce soit pour alimenter la R & D, développer les infrastructures industrielles et commerciales, financer l'expansion à l'étranger, ou permettre des acquisitions.

Pour la *start-up* de biotechnologies, il est souvent difficile de bien comprendre les attentes des investisseurs, qui viennent d'un univers très différent du monde scientifique qui est celui des fondateurs. De la même manière, les investisseurs ont souvent une compréhension limitée des activités de l'entreprise. En conséquence, l'entreprise doit avoir une excellente communication avec les investisseurs, que ce soit avant ou après la cotation en Bourse. En communiquant clairement sa stratégie, Genentech a, par exemple, su convaincre les investisseurs de la nécessité d'investir massivement en R & D dans un premier temps, alors qu'aucun bénéfice n'était prévu pendant plusieurs années.

Les « fondamentaux » d'une grande entreprise

Pour les entreprises optant pour le modèle intégré de grandes sociétés indépendantes (par exemple, Amgen), le challenge est de durer et de s'imposer parmi les grandes entreprises pharmaceutiques « classiques ». Elles doivent pour cela s'assurer de conserver un *pipeline* fourni, mais aussi finir d'acquérir les fondamentaux commerciaux et industriels d'une entreprise « classique » de premier plan.

Le panorama français

Les entreprises françaises de biotechnologies ont enregistré de très bons résultats entre 2005 et 2007 en matière de levées de capitaux. 2007 a été une année record avec 625 millions d'euros levés, dont près de 80 % sur le marché boursier et 20 % auprès d'investisseurs en capital-risque. L'activité boursière, ralentie depuis 1999, a repris avec les entrées en Bourse de BioAlliance Pharma et d'ExonHit en 2005, d'Innate Pharma et Genfit en 2006, et de Collectis, METabolic EXplorer, GenOway et Vivalis dans les neuf premiers mois de 2007.

Malgré cela, la France reste en Europe au 3^e, voire 4^e ou 5^e rang selon les indicateurs, avec cinq fois moins de sociétés cotées qu'au Royaume-Uni, et une capitalisation boursière totale trois fois inférieure à celle des sociétés britanniques ². Le *pipeline* de produits (toutes phases confondues) reste en 2006 moins fourni en France qu'au Royaume-Uni, en Allemagne, en Suisse ou au Danemark, avec seulement cinq produits présents en phase III, soit neuf fois moins qu'au Royaume-Uni. Enfin, la France ne possède que 3,6 % des brevets de biotechnologies déposés dans le monde, loin derrière les États-Unis, le Japon, et l'Allemagne ³.

1. BIO (Biotechnology Industry Organization), Industry facts, 2007.

2. Bilan effectué en mi-septembre 2007. Panorama 2006-2007 de l'industrie des biotechnologies en France – France Biotech, septembre 2007.

3. Ernst & Young « Beyond Borders » Global Biotechnology Report, 2007.

Il est intéressant de noter que, souvent, avec leur taille croissante, les grandes entreprises de biotechnologies deviennent confrontées à des maux similaires à ceux des entreprises pharmaceutiques « classiques », tels que « *corporatisation* » et productivité plus faible de la R & D.

LE PARI

Une entreprise de biotechnologies se construit le plus souvent sur un pari initial, motivé par l'instinct d'un scientifique entrepreneur pour une molécule ou un service que peu de gens comprennent, et pour lesquels aucune application n'existe ailleurs que dans son imagination. La chance entre donc à coup sûr en ligne de compte dans le succès d'une entreprise de biotechnologies ; mais c'est sa combinaison avec des facteurs très tangibles et contrôlables, tels que financement, propriété intellectuelle, organisation, stratégie et talents, qui permettra de transformer un coup de dés en succès durable et à valeur ajoutée. ■



L'industrie des biotechnologies est particulièrement gourmande en capitaux

PAR FRANÇOIS HOULLIER (78)



docteur en biométrie forestière, directeur scientifique Plante et produits du végétal de l'INRA

La recherche sur les OGM : entre innovation et controverse

Les organismes génétiquement modifiés constituent une application particulière des biotechnologies végétales. Divers dans leur nature, leurs avantages, leurs effets et leurs risques, les OGM sont des vecteurs d'innovation : à ce titre ils sont simultanément porteurs d'opportunité, pour répondre à certains défis adressés à l'agriculture, sources de cascades systémiques d'effets et d'impacts et objets de controverses et de conflits.

Les biotechnologies végétales couvrent un large spectre de techniques. La transgénèse en est un cas particulier, dont les « OGM » (organismes génétiquement modifiés) sont des applications qui ont concentré l'attention de la société, qui font toujours l'objet de controverses et de conflits, mais qui ont connu un essor considérable dans plusieurs pays. La transgénèse désigne le transfert, par des voies biologiques ou physiques, d'un ou de plusieurs gènes, appelés transgènes, d'un organisme vivant dans un autre. L'une des caractéristiques de cette technologie a été la rapidité de son développement : une douzaine d'années entre l'obtention – au laboratoire grâce aux agrobactéries et en Europe – des premiers tabacs transgéniques (1983) et la première autorisation de mise sur le marché de plantes transgéniques (une tomate en 1994 aux USA) ou les premières cultures à grande échelle (1996) ; une dizaine d'années ensuite pour atteindre le seuil de 100 millions d'hectares de cultures.

La transgénèse est aujourd'hui un outil de recherche très largement répandu dans les laboratoires de biologie et de génétique végétales. Cette utilisation ne pose pas de problème particulier autre que celui, technique, du confinement. Les plantes transgéniques sont en effet des outils précieux en génomi-

Définition

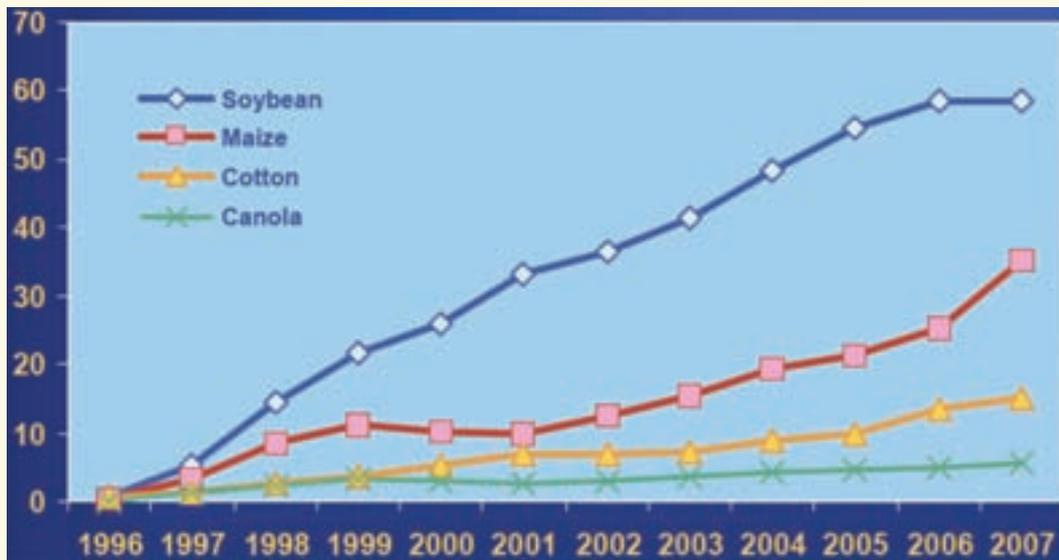
La définition légale des OGM a ceci de particulier qu'elle ne porte pas sur la nature de ces organismes mais sur le caractère plus ou moins artificiel du procédé par lequel ils ont été obtenus : un OGM est ainsi défini par la directive européenne 2001-2018/CE comme « un organisme, à l'exception des êtres humains, dont le matériel génétique a été modifié d'une manière qui ne s'effectue pas naturellement par multiplication et/ou par recombinaison naturelle ». Une autre particularité est que l'expression générique « OGM » recouvre de fait une grande diversité de situations selon la plante et le transgène concernés et la fonction ainsi visée. On définit ainsi un événement de transformation comme un triplet « plante – transgène – lieu d'insertion du transgène dans le génome de la plante ». Il existe donc potentiellement un très grand nombre d'OGM ayant, chacun, une (des) propriété(s) spécifique(s) : tolérance aux herbicides, résistance aux ravageurs des cultures ou à des virus, maturation et qualité nutritionnelle des fruits, propriétés physicochimiques de la lignocellulose, etc.

que fonctionnelle, c'est-à-dire pour identifier et valider expérimentalement la fonction des gènes. Leur étude a aussi été à l'origine de découvertes scientifiques majeures, par exemple de mécanismes épigénétiques, très généraux et jusque-là inconnus, et qui concernent la régulation de l'expression des gènes.

Ce sont, en revanche, les applications agricoles de la transgénèse qui font débat. Après les premières phases de domestication, il y a plusieurs millénaires, l'amélioration des plantes s'est progressivement technicisée en ayant recours à des méthodes de plus en plus sophistiquées : elle a ainsi contribué, en interaction avec d'autres facteurs, à l'évolution spectaculaire des rendements, par exemple de 6,5 quintaux/ha à près de 25 quintaux/ha pour le blé en

110 millions d'hectares

La surface des cultures génétiquement modifiées a régulièrement augmenté depuis 1996 pour atteindre plus de 110 millions d'hectares en 2007. Ces surfaces sont principalement localisées en Amérique (Nord et Sud), en Asie et en Afrique. Plus d'une centaine d'événements de transformation sont aujourd'hui autorisés dans le monde, mais un tout petit nombre d'entre eux dominent les applications commerciales : en premier lieu, la tolérance aux herbicides, qui permet de simplifier les techniques culturales, puis la résistance aux insectes ravageurs, ces deux traits étant de plus en plus fréquemment combinés dans la même plante ; les principales cultures génétiquement modifiées sont le soja et le maïs, dédiés à l'alimentation animale ou à des usages industriels, le coton et le colza ; les cultures d'OGM dédiées à l'alimentation humaine restent aujourd'hui de fait marginales.



Évolution des surfaces des principales cultures génétiquement modifiées dans le monde : soja, maïs, coton, colza (d'après Clive James, 2008).

Inde entre 1950 et 2000 (Doré et Varoquaux, 2006). La transgénèse fait partie de l'éventail des méthodes d'amélioration des plantes : elle permet en théorie de conférer à la plante des traits particuliers pourvu que ceux-ci soient gouvernés par un seul (ou quelques) gène(s) et que ce(s) gène(s) ait (en) été préalablement identifié(s), validé(s) et cloné(s).

OGM : un « problème » multidimensionnel

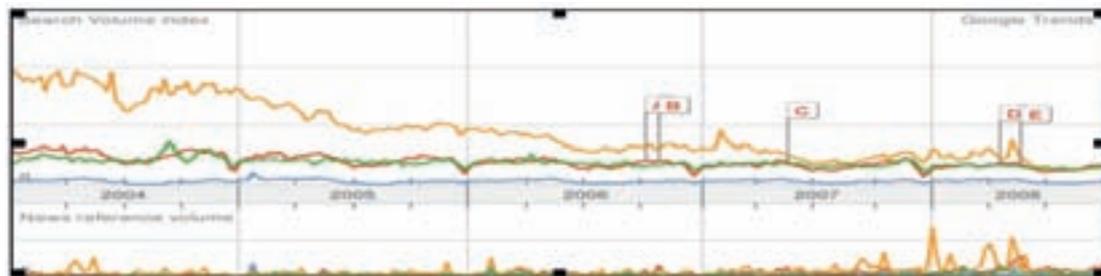
La combinaison des défis adressés à l'agriculture (augmentation de la population mondiale, modifications des régimes alimentaires, demande accrue de biomasse végétale non seulement pour l'alimentation humaine et animale mais aussi pour des usages énergétiques, chimiques ou la production de fibres et de biomatériaux) et de la prise de conscience de la finitude des ressources naturelles et de la crise environnementale globale suscite une attente croissante vis-à-vis de l'amélioration

des plantes : la transgénèse apparaît ainsi comme une opportunité qui ne peut pas être négligée. Simultanément, les applications agricoles de cette technologie suscitent, depuis le milieu des années 1990, des controverses et des conflits, notamment, mais pas seulement, en Europe.

Au-delà des débats scientifiques sur le caractère naturel des transferts de gènes entre espèces distinctes (on sait que de tels transferts ont lieu dans la nature, y compris entre espèces appartenant à des règnes distincts) ou sur la maîtrise technique des OGM (par exemple, sur le contrôle de l'insertion des transgènes ou sur la stabilité de leur expression), ce paradoxe met en lumière :

- le fait que les OGM sont une innovation de rupture par rapport à des méthodes classiques, réputées « naturelles » ou éprouvées, d'amélioration des plantes : la radicalité et la relative jeunesse de cette technologie susci-

La transgénèse est aujourd'hui un outil de recherche très largement répandu



Fréquence des interrogations sur le WEB relatives à 4 mots-clés (OGM, GMO, *biodiversité*, *biodiversity*) selon un plan d'expérience croisant 2 langues (français et anglais) et 2 concepts (OGM et biodiversité). Interrogation effectuée sous « Google Trends » le 20 octobre 2008. En ordonnée figure la fréquence relative des requêtes portant sur les 4 mots-clés. Cette figure fait apparaître le niveau très élevé des interrogations relatives aux « OGM » par rapport aux interrogations relatives à la « biodiversité » et la forte différence de comportement entre les communautés francophones et anglophones.

tent des interrogations alors même qu'elle pourrait être vue comme étant plus efficace, plus rapide et plus précise que d'autres méthodes antérieures ;

- le fait que la mise en œuvre de cette innovation est préférentiellement corrélée à un modèle particulier d'agriculture (forte technicité ; grandes exploitations ; fort poids des industriels de la semence et de l'agrofourriture ; utilisation du brevet, par opposition au certificat d'obtention végétale, comme mode privilégié de valorisation de la propriété intellectuelle) : cette situation engendre des contestations politiques qui sont exacerbées par la faible diversité des applications commerciales qui existent à grande échelle et par la concentration des capacités technologiques et commerciales ;
- malgré l'existence de bénéfices, certes variables, pour les professionnels (Fernandez-Cornejo et Caswell, 2006), l'absence d'avantages clairement perçus par la société dans un contexte, marqué par les crises sanitaires de la fin du xx^e siècle, de perte de confiance dans la science, la technologie et leurs applications et de remise en cause des processus d'évaluation des bénéfices et risques (réels ou éventuels) des innovations qui en dérivent.

De façon plus générale, les OGM posent la question de l'évaluation systémique des innovations. Leurs effets et impacts sont potentiellement de différente nature – intentionnels et non intentionnels, immédiats et différés, directs et indirects – et couvrent un vaste spectre thématique – effets écologiques et environnementaux, alimentaires et sanitaires, agronomiques et biotechniques, sociaux et économiques.

Les OGM sont ainsi devenus un véritable objet d'étude pour les sociologues de l'innovation : la conception, la mise en œuvre et le suivi de l'un des deux essais pluriannuels au champ de l'INRA ont ainsi fait l'objet d'un processus expérimental et participatif de consultation des diverses parties prenantes (Joly et Rip, 2007).

Le programme OGM de l'ANR : ouverture et intégration pluridisciplinaires

Dès le milieu des années 1990, la prise de conscience de la diversité et du caractère systémique des effets liés au déploiement des OGM a conduit différents établissements – l'ACTA, l'INRA, le CNRS, le ministère de la Recherche – à lancer des actions de recherche sur leurs impacts et, plus généralement, sur les impacts des innovations en agriculture.

À sa création, l'ANR (Agence nationale de recherche) a pris le relais de ces actions en lançant un programme spécifique dont l'animation scientifique et la gestion ont été déléguées à l'INRA et dont les 3 éditions successives (2005, 2006 et 2007) ont permis de soutenir 21 projets, à hauteur de 5,7 millions d'euros. Ce programme a repris des thématiques couvertes par les actions antérieures : l'étude des impacts écologiques, de la dissémination des transgènes dans l'environnement et des questions de biosécurité, ainsi que l'étude des risques alimentaires et sanitaires (bien que prioritaire, ce thème n'a fait l'objet que de très peu de projets et aucun d'entre eux n'a été sélectionné). Ce programme a également ouvert le champ des recherches dans trois directions : l'étude des enjeux et impacts sociaux, écono-

Les OGM sont devenus un véritable objet d'étude pour les sociologues de l'innovation

miques, juridiques et éthiques ; l'évaluation des systèmes de production faisant appel à des OGM et la question de la coexistence des filières ; la maîtrise de la transgénèse et des processus moléculaires et cellulaires associés.

Suite au faible nombre de projets proposés en 2007, le programme OGM de l'ANR a été mis en veille en 2008. Il est susceptible d'être relancé dans le cadre d'un programme plus large dédié aux biotechnologies végétales et répondant à la demande collective de poursuite des recherches exprimée lors du Grenelle de l'environnement.

Une approche transdisciplinaire pour répondre aux attentes de la société

De ce rapide panorama, on peut retenir que les questions scientifiques relatives aux biotechnologies végétales, notamment aux OGM, couvrent un vaste spectre disciplinaire qui va au-delà des approches de biologie moléculaire et cellulaire. Réduire les innovations qui en découlent à leur seule dimension technique s'est ainsi avéré impossible : il est nécessaire de considérer l'ensemble de leurs effets, positifs et négatifs. Cette approche intégrée et transdisciplinaire est nécessaire pour répondre aux attentes de la société ; elle reste cependant difficile à conduire.

L'accroissement mondial des surfaces des cultures génétiquement modifiées, les annonces récentes de certains pays émergents (par exemple, de la Chine en septembre 2008), les programmes conduits par certains pays (par exemple, par le Brésil sur des cultures alimentaires) comme par les grandes entreprises semencières indiquent que les OGM sont, de fait, considérés comme une option pour répondre aux défis actuels de l'agriculture. L'importance des enjeux et des débats associés aux OGM a amené la plupart des établissements publics de recherche agronomique à expliciter et exprimer leur politique scientifique dans le domaine des biotechnologies végétales : en France, le CIRAD puis l'INRA l'ont fait. S'il est nécessaire de mieux comprendre les mécanismes biologiques liés à la transgénèse, d'accroître les performances des biotechnologies, d'explorer l'intérêt et les limites d'innovations fondées sur des OGM et visant

des cibles d'intérêt public, et de conduire des recherches à l'amont des expertises menées par les instances *ad hoc*, il est tout aussi important de constituer des ressources publiques et accessibles, notamment de conserver des ressources génétiques diversifiées, et d'explorer des voies alternatives aux OGM, par exemple la valorisation de la diversité génétique naturelle des espèces cultivées et apparentées par la génétique d'association et la sélection assistée par marqueur. ■

Bibliographie

- Clive J. 2008. *2007 ISAAA Report on Global Status of Biotech/GM Crops*. ISAAA (cf. *infra*)
- Doré C., Varoquaux F. 2006. *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*. INRA Éditions, Paris, 840 pages.
- Fernandez-Cornejo J., Caswell M. 2006. *The First Decade of Genetically Engineered Crops in the United States*. USDA, ERS, Economic Information Bulletin Number 11, April 2006, 36 pages.
- Joly P.-B., Rip A. 2007. A timely harvest. *Nature*, 450 : 174.

Sites Internet

Directive européenne :

<http://europa.eu/scadplus/leg/fr/lvb/l28130.htm>

Académie des sciences :

http://www.academie-sciences.fr/conferences/seances_publicques/pdf/seance_interacad_05_12_07_programme.pdf

International Service for the Acquisition of AgriBiotech Applications :

<http://www.isaaa.org>

Mission d'animation des agrobiosciences :

http://www.agrobiosciences.org/article.php?id_article=1423

INRA :

<http://www.inra.fr/content/download/2363/23398/file/comepra-avis-ogm2.pdf>
et

http://www.inra.fr/la_sciences_et_vous/dossiers_scientifiques/ogm/biotechnologies_vegetales_politique_scientifique

Agence nationale de recherche :

<http://www.agence-nationale-recherche.fr/>

PAR DAVID SOURDIVE (86)



cofondateur et vice-président exécutif de Collectis

Ingénierie des **génomés** : les atouts de la France face à un **enjeu mondial**

En rentrant dans le périmètre des sciences de l'ingénieur depuis deux décennies les sciences du vivant aboutissent au développement d'une véritable industrie.

La France bénéficie d'atouts forts et nombreux pour jouer un rôle clef dans ce secteur stratégique : brevets, centres de recherche, équipes compétentes et motivées, incitations à l'investissement dans ces domaines.

L'exemple de Collectis, créée en 2000, en est une illustration.

■ Vers 1989, il était déjà devenu évident que le vivant allait connaître au XXI^e siècle ce que la chimie avait connu au milieu du XX^e. Dès que l'on avait pu assembler et combiner les molécules pratiquement à façon, la chimie avait conquis le monde des matériaux jusqu'à la pharmacie. Le vivant, en devenant un objet d'ingénieur, va inévitablement connaître la même révolution dans les années à venir, dès lors que l'on peut non seulement le décrire avec précision, mais surtout ingénierer de façon rationnelle son programme à souhait et lui faire accomplir ce qu'il est difficile ou impossible de faire autrement. Le vivant sait transformer la matière de façon élaborée, comme il a transformé notre planète. Les retombées de cette révolution impacteront, là encore, de multiples secteurs, tels la médecine ou la pharmacie, domaines de prédilection, les matériaux, l'agriculture, l'énergie, ou encore l'environnement.

Toutefois reprogrammer physiquement et précisément le génome d'une cellule ou d'un organisme vivant, comme on réécrit des lignes de code d'un programme qui s'exécute, paraissait encore un « rêve d'ingénieur » à cette époque. La transgénèse, quoique aléatoire et peu reproductible, avait depuis deux décennies

montré qu'un ADN étranger introduit au hasard dans un génome pouvait être fonctionnellement utilisé par l'organisme receveur (dans au moins quelques cas à trier parmi un grand nombre). Le ciblage génique, récompensé du prix Nobel en 2007, plus précis mais très inefficace et limité à quelques espèces, avait également montré, depuis quelques années à peine alors, notamment à l'Institut Pasteur qui en détient les brevets, que des modifications précises dans le génome permettaient une approche rationnelle. Toutefois deux obstacles semblaient encore se dresser en cette fin 1989 :

- savoir où et quoi réécrire dans les génomes : l'approche supposait une connaissance précise de la séquence du génome que l'on souhaite modifier ou réparer, et des modifications souhaitées ;
- pouvoir physiquement réécrire les génomes : le « traitement de texte » permettant cette réécriture exacte *in situ* des séquences dans les génomes n'existait pas encore.

En outre, la complexité du vivant était souvent qualifiée d'« indépassable » et la biologie restait, pour l'essentiel, étrangère aux ingénieurs. Très descriptive et fonctionnant par paradigmes, elle se prêtait mal à la démarche d'ingénierie rationnelle, renvoyée à un horizon distant. À l'époque, les trois milliards de lettres de la séquence du génome humain nous étaient d'ailleurs promises pour 2015 environ...

L'ingénierie des génomes est devenue une réalité industrielle

Elles furent pourtant pratiquement disponibles avant 2000. La vague de la génomique et l'industrialisation de la biologie étaient passées par là, accélérant la compréhension du vivant, mais surtout ancrant une réelle systématique dans la façon de le décrire.

Le premier obstacle s'effaçait plus tôt que prévu. Il allait falloir, bien sûr, encore des années pour comprendre toute l'information que recèlent les génomes. Le comportement d'un système biologique résultant de la rencontre d'un génome (une partie des « conditions initiales » du système) et d'un environnement, le déterminisme génétique n'est pas un outil de prédiction absolu. Mais l'essentiel était là : le texte de l'ADN devenait disponible et de plus en plus aisément. Il suffit d'ailleurs aujourd'hui de quelques milliers d'euros et de quelques semaines pour connaître la séquence du génome d'un individu (quelques jours pour séquencer un génome bactérien *ab initio*).

C'est donc dès 2000 que l'ingénierie des génomes a démarré son parcours industriel, dans un contexte favorable (cf. encadré) pour relever les défis technologiques et devenir, aujourd'hui, un domaine stratégique irriguant les secteurs de la santé, de l'agriculture ou encore de la recherche.

Un contexte favorable

La découverte et surtout la mise au point, là encore à l'Institut Pasteur, dans les années 1990, de ciseaux à ADN naturels, les méganucléases, capables d'effectuer dans un organisme vivant les opérations de base du traitement de texte (« couper/coller ») avec une précision extrême, ont jeté les bases du développement d'une industrie du génome, le principal défi étant d'adapter ces ciseaux à n'importe quel point de n'importe quel génome choisi *a priori*.

L'expertise comme les principaux portefeuilles de brevets couvrant le ciblage génique, technologie « parapluie », et les méganucléases, étaient concentrés à l'Institut Pasteur. En outre, avec la mise en œuvre des lois Allègre, de mesures incitatives et avec des acteurs du capital-risque de plus en plus actifs en France, une évolution perceptible de l'environnement a constitué et constitue toujours un cadre favorable à des initiatives telles que celle de Collectis (cf. encadré à la fin de l'article).

Le retour de la complexité

Rétrospectivement, il est évident que le premier atout dont a bénéficié la France dans les débuts du développement d'une industrie du génome a résidé dans les femmes et les hommes sur lesquels elle a pu s'appuyer.

Le vivant, science de l'ingénieur

Deux tendances fortes ont récemment poussé le vivant dans le périmètre des sciences de l'ingénieur.

- Les problèmes y sont mieux formalisés et surtout mieux posés. L'industrialisation des biotechnologies, leur robotisation spectaculaire, la vague de la génomique, et, d'une façon générale, la maturité du domaine ont été les principaux moteurs de cette évolution. En produisant ses propres concepts, ses observables, sa propre « grammaire », la biologie, en particulier la génomique, s'est donné tous les outils requis pour une approche analytique.

- L'avènement d'outils d'ingénierie rationnelle permet de sortir des tâtonnements empiriques et d'une approche principalement descriptive. Il est maintenant techniquement possible de « façonner » le vivant. Les schémas et inférences d'un ingénieur ne sont plus limités à des expériences de la pensée, mais deviennent praticables. La rupture de ce « plafond de verre » est fondamentale.

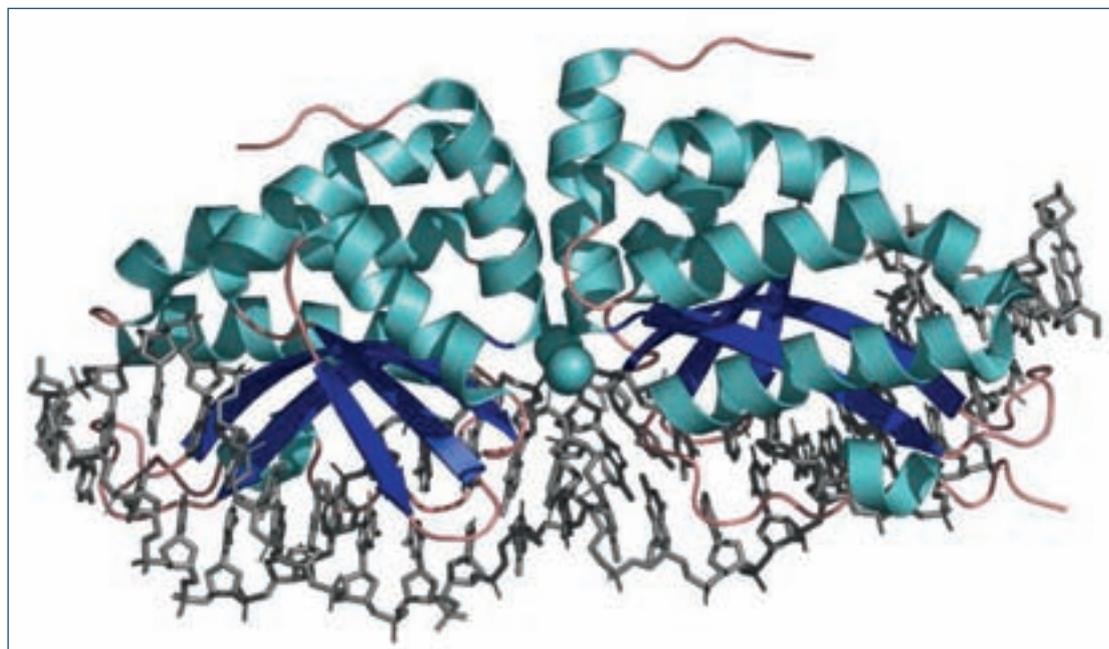
La qualité de la recherche fondamentale et le niveau scientifique élevé des équipes ayant produit les résultats à l'origine de cette industrie ont été un actif important. Certains domaines exigent des efforts prolongés de recherche amont, parfois hors des sujets les plus à la mode. Plus difficile à médiatiser, et donc à financer, cette recherche particulière sur la façon dont le vivant entretient son ADN, le recombine et le répare avait été menée avec une fructueuse opiniâtreté par quelques équipes, notamment à Paris, avec des brevets *princeps* constituant un solide portefeuille aujourd'hui encore inégalé dans le domaine.

En outre, cette industrie naissante a pu trouver rapidement les compétences requises pour gérer la complexité dans la durée, en impliquant de multiples métiers.

L'élaboration des technologies du « traitement de texte » du génome a précisément été rendue possible par la mise en place de systèmes et processus industriels pour maîtriser une complexité *a priori* inaccessible (cf. encadré en fin d'article).

Il n'est pas certain que la ressource intellectuelle et scientifique qui y parvint eût été aussi

Le vivant connaît au XXI^e siècle ce que la chimie connut au XX^e siècle



© COLLECTIS S.A.

Modèle moléculaire de méganucléase fixée sur sa cible ADN. Les deux cations magnésium impliqués dans la coupure de l'ADN sont figurés comme des sphères.

immédiatement disponible ailleurs qu'en Europe (plus directement en France). D'autres s'y sont d'ailleurs essayés à l'époque, notamment outre-Atlantique, sans y parvenir. Chaque jour, d'immenses quantités d'informations sont produites sur les organismes vivants et les phénomènes pathologiques ou naturels qu'ils connaissent. Le potentiel de richesse que recèle cette mine ne sera pleinement accessible qu'à travers une maîtrise de la complexité.

Le comportement d'un système biologique va pouvoir être abordé par les deux éléments qui le déterminent : sa génomique, à travers l'ingénierie rationnelle des génomes (à laquelle Collectis s'est efforcée de contribuer), et son environnement, à travers l'épigénétique, ou plus simplement, les techniques de différenciation et d'ingénierie cellulaires.

La maîtrise stratégique des technologies d'ingénierie du vivant, d'une part, et la capacité de gérer la complexité des systèmes biologiques, d'autre part, seront déterminantes pour libérer le potentiel industriel et économique du vivant. Notre continent et plus directement notre pays ont une légitimité particulière dans cette révolution en marche. Il a, historiquement, été et est encore à l'origine de résultats et découvertes significatifs dans ce domaine. L'Europe occupe une place compétitive dans l'ingénierie génomique du vivant. Enfin, il sait mener ce modèle de projet ambitieux et gérer ce type de complexité.

Quelques mesures d'accélération

Cette opportunité arrive alors que poignent les signes positifs d'une transition favorable pour les biotechnologies en général. Trois sont particulièrement notables :

- la santé et par extension les biotechnologies ont traditionnellement été perçues plutôt comme un centre de coût, alors qu'elles ont un formidable potentiel de profit (à tous les sens du terme). L'évolution récente de cette perception saura, espérons-le, se traduire par une réelle priorité donnée à l'investissement dans ce domaine, tant financier qu'humain, comme nous avons su le faire dans d'autres (nucléaire, transports, etc.) ;
- nos peuples, en particulier en France, ont beaucoup endetté l'avenir. Ils prennent conscience de la nécessité de réinvestir dans cet avenir. L'objectif européen de Lisbonne de consacrer 3 % du PIB à la recherche n'en est qu'une illustration. Les biotechnologies figurent parmi les industries ayant les plus forts taux de R & D, et se retrouvent naturellement au cœur de cet effort ;
- ces dernières années ont vu les biotechnologies accéder à la Bourse en France, avec plus d'une dizaine d'acteurs cotés aujourd'hui. Outre le financement du développement de ces entreprises et la reconnaissance par un large public de la place des biotechnologies dans le paysage industriel, cette évolution récente ouvre

L'Europe occupe une place compétitive dans l'industrie génomique

(en dépit des turbulences actuelles) des perspectives de sortie pour le capital-risque qui est le financeur premier dans les biotechnologies. L'ingénierie du vivant est une des principales opportunités qui se présentent aujourd'hui. Elle illustre la maturité des biotechnologies et surtout la nécessité d'accélérer une évolution portant sur les ressources humaines et financières en premier lieu.

Inéluctablement, nos filières d'ingénieurs généralistes incorporeront une composante significative de génomique, plus largement de biologie, science de plus en plus « dure » et surtout opérante, comme elles surent incorporer l'électromagnétisme (il y a un moins d'un siècle), la chimie organique ou quantique (il y a quelques décennies à peine) ou encore l'informatique plus récemment.

À notre sens, ce moment est venu. Comme souvent, une prime importante reviendra aux premiers qui sauront faire école. Cette évolution viendra du haut, lorsque l'entrée dans les plus prestigieuses filières, qui préparent si bien à la gestion de la complexité, requerra une forte préparation aux sciences du vivant. Peu de filières dans le monde permettent de pratiquer de façon concomitante un niveau élevé dans ces disciplines et dans les autres domaines de l'ingénieur. Or un avantage compétitif déterminant pour notre pays viendra de ces profils.

En outre, l'épargne du plus large public¹ doit pouvoir s'investir plus fortement dans l'innovation et le risque². Cela suppose que :

- les dépositaires de cette large épargne (assurance-vie et épargne entreprise notamment) soient financièrement intéressés à financer le risque, les jeunes pousses, et les sociétés cotées concédant de très gros efforts de R & D pendant des temps longs,
 - la communauté du capital-risque croît (quitte, pour accélérer le processus, à faire venir des compétences de l'extérieur, notamment nos compatriotes, prisés dans ce domaine à l'étranger).
- L'histoire récente des biotechnologies montre, en effet, que c'est là où s'investit le capital que convergent les talents et les projets venant parfois de loin (et non l'inverse). En s'appuyant sur des atouts différenciant notre « vieux » continent de ses principaux concurrents, en adoptant et conservant un modèle économique robuste malgré les modes successives, on peut construire des acteurs de taille mondiale depuis une base française et relever de grands défis scientifiques et industriels. ■

Collectis, première société d'ingénierie génomique en France

L'expérience de la création et du développement, en France, de la première société d'ingénierie des génomes éclaire l'enjeu que représente le vivant, aujourd'hui devenu science de l'ingénieur, et l'opportunité exceptionnelle que notre pays peut saisir.

Dès 1989, avec André Choulika, nous eûmes l'idée d'une telle entreprise, mais c'est en 2000 que le contexte était devenu mûr pour créer Collectis, première société d'ingénierie rationnelle des génomes. Ses débuts ont été consacrés au développement d'une méthode d'ingénierie inédite pour des enzymes particulières, les méganucléases, afin qu'elles reconnaissent et coupent de façon ultra-précise un « mot » (de 22 lettres) unique dans un génome de plusieurs milliards de lettres. En termes plus mathématiques, ce travail a permis de passer d'un problème de complexité 20^{40} , totalement inaccessible expérimentalement, à approximativement 4 ensembles de 64 problèmes de complexité 20^3 chacun, industrialisables en parallèle.

Depuis, deux tours de table en capital-risque et une introduction en Bourse en 2007 ont permis à la société de prendre une position forte sur son domaine stratégique. À travers quelque cinquante accords et partenariats avec des grands acteurs de la pharmacie (GlaxoSmithKline, Pfizer, AstraZeneca, etc.), des biotechnologies (Genentech, Shire, Regeneron...) et de l'agrochimie (Dupont-Pioneer, Bayer CropScience, BASF, Limagrain, etc.), Collectis a pu faire de l'ingénierie des génomes une réalité industrielle. Ses applications pour le développement de thérapeutiques (chirurgie des génomes pour les maladies génétiques ou les infections virales persistantes), d'outils pour le test ou la production de médicaments, ou son utilisation pour s'affranchir de la transgénèse aléatoire dans les végétaux, constituent la « première vague » de développements issus de ses technologies.

L'expérience de la création et du développement en France de Collectis, la première société d'ingénierie génomique, éclaire d'un jour plutôt optimiste la perspective des prochaines années pour les biotechnologies.

1. La France a le troisième taux d'épargne au monde.

2. On note que cette épargne française trouve son chemin vers les sociétés de biotechnologies... aux USA.

PAR MARC-OLIVIER BÉVIERRE (85)



président d'*X-Biotech*, responsable de l'activité Santé du cabinet *CEPTON Stratégies*

La **bioproduction** « fine », activité stratégique

ET MARC LE BOZEC



directeur financier de *Collectis*

La bioproduction « fine » est une spécialité dont le développement s'est accéléré récemment avec l'apparition de nouveaux médicaments issus des biotechnologies, et le marché pour ces produits, qui se monte actuellement à 70 Mds \$, est et restera probablement dominé par des acteurs de grande taille (laboratoires pharmaceutiques).

Avec ces nouveaux médicaments, l'activité de production devient stratégique, car elle ne peut plus être dissociée du produit final. Il est donc à prévoir que les grands laboratoires garderont cette activité en interne à long terme, contrairement à la production des petites molécules chimiques, qui est de plus en plus externalisée.

La bioproduction « fine » est l'industrie des composés biologiques complexes, produits en petites quantités, entrant dans la fabrication de médicaments issus des biotechnologies. Elle est essentiellement composée de deux grandes classes de produits : les protéines recombinantes (érythropoïétines ou EPO, hormones) ; les anticorps monoclonaux, classe plus récente et en fort développement.

Tiré par une demande croissante pour ce type de produits, le marché de la bioproduction fine est en croissance forte et régulière (10 à 15 % par an) : il représente en chiffre d'affaires 50 milliards de US dollars pour les protéines recombinantes et 15 à 20 milliards pour les anticorps monoclonaux.

Deux procédés dominent le marché

Les procédés utilisés pour produire ces substances sont de deux types :

- les procédés nécessitant des transformations complexes (pour les experts, des glycosylations ou des modifications post-traduc-

tionnelles) utilisent des lignées de cellules de mammifères¹. Ces procédés à très haute valeur ajoutée représentent actuellement 80 % du chiffre d'affaires ;

- les procédés plus classiques, qui utilisent des bactéries², sont connus depuis plus longtemps mais n'ont pas les possibilités des méthodes précédentes. Ils représentent environ 20 % du chiffre d'affaires.

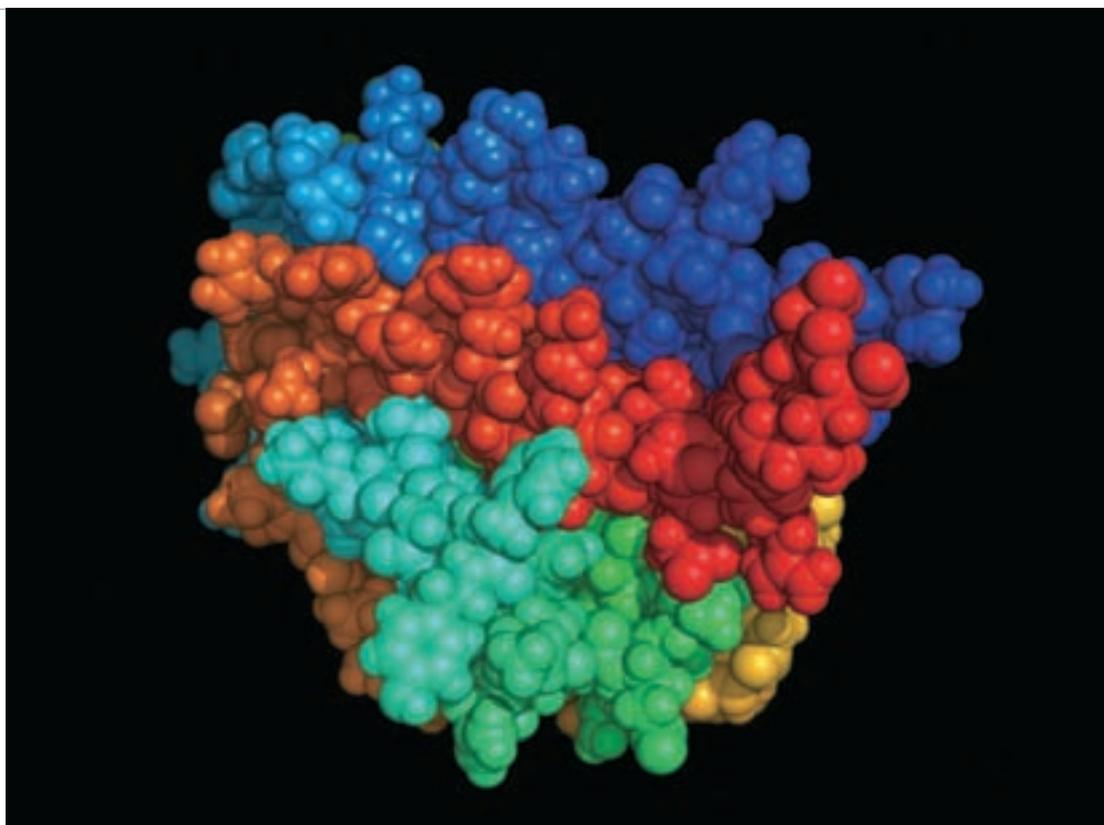
Les acteurs de ce marché sont pour une très grande partie les grands laboratoires pharmaceutiques et biopharmaceutiques tels Genentech, Amgen, Genzyme, Wyeth, Boehringer Ingelheim, Roche, Novartis, GSK. Ces entreprises représentent à elles seules 85 % du marché.

Le reste du marché est occupé par des Contract Manufacturing Organizations (CMOs), dont Lonza et DSM sont les principaux représentants.

Un avenir lié à la forte demande en nouveaux médicaments

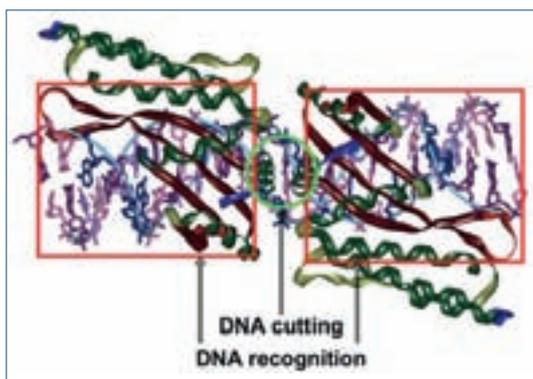
L'avenir de la bioproduction est très prometteur : une proportion de plus en plus grande des médicaments de demain sera issue de ces procédés. De nouvelles classes viennent encore renforcer la demande : les ARN interférents, dont le mode d'action tout à fait nouveau en fait une classe très étudiée en ce moment, et les méganucléases, développées par Collectis, pour ne citer que ces deux exemples.

Concernant l'amélioration des procédés eux-mêmes, le champ est encore très ouvert, car de nombreux progrès restent à faire. L'étape de purification du produit final, notamment, qui suit celle de la synthèse proprement dite, pose de nombreux problèmes techniques et représente l'essentiel du coût de production. De nouvelles technologies émergent, mais ce domaine reste encore largement empirique, et aux mains de quelques « experts », au savoir-faire encore peu formalisé et donc difficile à transmettre.



© CELLECTIS

L'érythropoïétine.



Une méganucléase.

Un maillon stratégique de la chaîne de valeur

Contrairement à ce qui se passe avec les molécules chimiques classiques, pour lesquelles la fabrication n'est en général pas stratégique, les biomédicaments, eux, sont entièrement déterminés par le procédé de production lui-même.

Cela a deux conséquences importantes :

- les biomédicaments sont très difficilement copiables par des génériqueurs, et les coûts de développement et d'enregistrement pour eux sont considérablement plus élevés ;
- l'activité de production devient un maillon stratégique pour le laboratoire inventeur et la sous-traitance de cette activité – contrairement aux petites molécules chimiques – est peu probable, même à long terme.

Mais l'avenir de la bioproduction est d'autant plus prometteur que, non seulement la demande va fortement augmenter dans les années suivantes, mais aussi parce que, contrairement à la production chimique classique, elle devient un élément clé de la chaîne de valeur des futurs médicaments.

La montée en puissance des molécules biologiques complexes est un tournant important dans l'histoire de la production pharmaceutique, car elle remet l'activité de production au cœur de la valeur ajoutée du médicament.

Elle pose également un certain nombre de défis technologiques majeurs, dont la résolution n'est pas évidente et va nécessiter des efforts de recherche au moins aussi importants que ceux qui seront nécessaires pour découvrir de nouvelles substances actives. ■

1. La principale ligne de cellule utilisée est la CHO (Chinese Hamster Ovarian Cell), produite par le hamster.

2. Essentiellement E. coli.

Pour en savoir plus

Genetic Engineering News :
<http://www.genengnews.com>

Bioprocess :
<http://www.bioprocessintl.com>

L'étape de purification représente l'essentiel du coût de production



PAR FRANÇOISE COMBELLES (72)

responsable du parrainage



LAURENT BILLÈS-GARABÉDIAN (83)

président de la Commission International de l'AX



ET ILINCA FRECUS-VANNESTE (02)

ancienne élève roumaine

Le parrainage des élèves internationaux

Une centaine d'élèves internationaux va bientôt rejoindre l'École. Face à des différences linguistiques et culturelles, ces jeunes ont besoin de tisser des liens avec notre pays.

Depuis quatre ans, l'opération de parrainage animée par des anciens de tout âge leur apporte un indispensable soutien, doublé d'un enrichissant retour pour le parrain et sa famille, et contribue au rayonnement de l'École à l'international.

■ Une centaine d'élèves internationaux va prochainement rejoindre l'École à Palaiseau. Deux tiers d'entre eux ne connaissaient pas la France il y a seulement quelques mois. Séparés de leur pays, ils doivent faire face à des différences linguistiques et culturelles et à un système d'enseignement très spécifique. Le tissage de liens avec des camarades appartenant à des horizons culturels différents n'est pas spontané. Rester entre eux est un refuge sécurisant. Comment les aider ?

Ouverture et partage

Depuis quatre ans, le parrainage par des anciens les aide à franchir le pas, sortir du campus, connaître la France réelle, avec la vie de famille, les cafés, les parcs, la cuisine, les personnes âgées, les fêtes, les enfants. Bref, commencer à apercevoir ce qu'est la vraie vie et la vraie nature des Français, dans un cadre normal, non protégé, non confiné. Sans parler du soutien et des

conseils que peut lui apporter le parrain, en l'absence de la famille qui est si loin.

Pour le parrain, c'est avant tout le plaisir de partager et de faire découvrir sa culture. C'est aussi une ouverture vers un autre pays. C'est la satisfaction d'avoir accompagné une ou un jeune camarade.

Pour le filleul et le parrain, le plaisir de partager et faire découvrir sa culture

Allemands, Brésiliens, Chinois, Espagnols, Roumains, Russes, Vietnamiens, ou de bien d'autres origines, âgés de vingt-trois et vingt-cinq ans, ils arrivent en majorité à l'École au mois d'avril, après avoir suivi des cours de français s'ils ne sont pas francophones. Les binômes parrain-filleul sont constitués à cette époque, pour une durée de l'ordre d'un an à un an et demi lorsque les élèves

Chaleur humaine

J'apprécie énormément l'échange avec Yanjun Sun. Nous cherchons à faire en sorte qu'elle se sente à l'aise en France, mais nous recevons aussi beaucoup de sa part. J'ai des enfants de son âge, ce qui lui permet de connaître les aspirations des jeunes adultes en France, étudiants ou débutant leur carrière. Je lui ai fait rencontrer des collègues de mon entreprise, dont certains de son pays. Nous discutons sur l'orientation de ses études et de ses choix. Faire la connaissance de ses amis fait aussi partie du jeu. Un simple coup de fil ou un courriel suffit pour organiser une rencontre impromptue et elle répond très simplement si elle est disponible ou non. L'accueil et la chaleur humaine que reçoivent les étudiants étrangers comptent beaucoup pour l'appréciation et le souvenir qu'ils garderont de leurs années d'études.

Diane Dessalles-Martin (76)

sont à l'École, et peuvent se prolonger par la grâce des liens tissés.

Afin de faciliter les affectations, un souhait éventuel est demandé aux anciens (sexe, origine), de même qu'aux élèves (secteur professionnel).

Premiers pas

Olga est venue quatre ou cinq fois à la maison, dont la dernière fois avec ses parents après la cérémonie de présentation au drapeau. Ils avaient fait le déplacement pour l'occasion.

Les relations entre élèves étrangers et français paraissent difficiles. Les Parisiens quittent le campus tous les week-ends. Le parrain est amené, au début, à guider les premiers pas parisiens de son filleul.

De son côté, Olga nous apporte son regard sur notre pays et l'École. C'est à chaque fois un plaisir de la voir. Seul problème, l'occasion n'est pas si fréquente. Olga nous a apporté autant sinon plus que ce que nous avons pu lui apporter.

Étienne Beeker (72)

Un contact par mois... ou plus

Les valeurs de l'École et la solidarité de la communauté polytechnicienne s'expriment pleinement dans ce projet. L'offre de parrains est d'ailleurs telle qu'il y a eu jusqu'à présent trop de candidats. Dans ces cas-là, l'ancien frustré est évidemment prioritaire pour les attributions de l'année suivante. Bon an, mal an, les appariements se passent de façon satisfaisante avec d'excellents retours de la part des filleuls.

Les parrains sont recrutés dans toutes les promotions, quel que soit leur âge, un coordonnateur de l'opération étant nommé pour une tranche



D.R.

Un week-end à Lyon

Depuis deux ans, le Groupe lyonnais des X (Glax) organise un week-end pour une vingtaine d'élèves étrangers.

Accueillis un samedi d'avril par un buffet, ils sont ensuite guidés dans le Vieux Lyon, à la découverte de l'âme de la ville.

Une présentation du Lyon moderne et ambitieux leur est faite par l'Association pour le développement et le rayonnement de Lyon (Aderly).

Ils sont alors dispersés en immersion totale dans des familles de camarades où ils dînent et passent la nuit, jusqu'à leur retour le dimanche soir à Palaiseau.

Contact : michel.marec@m4x.org, tél. : 04.72.00.93.98.

de dix promotions. Le caissier international participe activement au choix des binômes.

Le rythme moyen est d'un contact par mois, chacun étant libre de s'organiser en fonction des rencontres souhaitées : week-end, déjeuner, concert, balade ou simple verre dans un bistro parisien ou lyonnais.

Une opération bien rodée

Quelles sont les difficultés ? Le plus souvent elles sont liées au manque de disponibilité (le travail scolaire est très prenant), aux difficultés de transport, ou encore au grand respect de ces jeunes face à un parrain dont la position sociale peut les intimider.

Mené depuis 2004 en parfaite coordination avec l'École, le parrainage par des anciens de jeunes camarades internationaux est un succès ; tous les élèves qui souhaitaient être parrainés ont pu l'être avec de très bons retours de leur part. ■

Pour s'inscrire

Un appel au parrainage vient d'être diffusé par courrier électronique. Ceux qui désirent des détails complémentaires peuvent contacter le coordonnateur de leur promotion : voir liste et coordonnées sur

<http://parrainage.polytechnique.org>

ou Françoise Combelles (72), téléphone : 06.09.89.96.24, courriel : francoise.combelles@polytechnique.org

Une information plus détaillée sur cette opération est consultable sur le site <http://international.retix.net> (rubrique parrainage).

L'envers du décor

Discriminations et égalité des chances

La lutte contre la discrimination et pour l'égalité des chances revêt un double caractère, à la fois correctif et préventif. Dans le premier cas, il s'agit d'apporter une réponse rapide et efficace aux réclamations portant sur des cas de discrimination. Dans le second cas, l'action vise à éliminer les obstacles de toute nature qui s'opposent à l'égalité des chances : obstacles matériels et financiers et aussi obstacles immatériels.

■ La première mission de la HALDE, la lutte contre les discriminations, l'amène à traiter directement et gratuitement toutes les réclamations dont elle est saisie. La HALDE détermine si une réclamation constitue une inégalité de traitement liée à un des 18 critères de discriminations interdits par la loi. Elle réunit alors les preuves en s'appuyant sur des moyens d'investigation qui ne sont pas toujours à la portée des victimes.

Le traitement des réclamations ne se limite pas à la défense des intérêts de la personne dans le cas particulier examiné, mais vise aussi à en tirer tous les enseignements généraux pour faire progresser nos pratiques et l'état de notre droit : propositions de modifications législatives, suggestions de changement dans les procédures de recrutement d'une entreprise, etc.

Ainsi, par exemple, la HALDE rappelle l'obligation d'éducation, et donc le droit à la scolarisation de tous les enfants. Ainsi, le refus d'inscrire des enfants en raison de la situation de leurs parents (séjour irrégulier, occupation d'un logement sans titre, Roms dont les caravanes sont installées en zones inondables...) a été caractérisé comme des discriminations en raison de l'origine. La religion peut être source de discrimination. Si le port de signes religieux est interdit à l'école, au collège et au

lycée, il n'en va pas de même à l'université. Une étudiante, qui portait le voile, a été complètement ignorée et mise à l'écart par sa professeure pour cette seule raison, cet ostracisme constitue une discrimination en raison de la religion.

L'éducation doit être accessible à chacun en fonction de ses seuls mérites

La HALDE s'est aussi prononcée sur une habitude bien ancrée dans nombre d'entreprises consistant à réserver les stages et emplois saisonniers aux enfants du personnel. En réservant ces stages, première étape vers l'emploi, aux enfants du personnel on crée une discrimination qui pénalise lourdement les jeunes qui ne disposent pas d'un réseau familial ou relationnel. Cette habitude qui semble généreusement innocente à l'égard du personnel perpétue les inégalités et doit être proscrite.

Autre cas : un étudiant malvoyant était assisté durant les examens par une personne qui ne comprenait pas ce que l'étudiant lui dictait en mathématiques. La HALDE a alors recommandé au ministère de l'Éducation nationale que les personnes chargées d'accompagner les étudiants handicapés aient un niveau suffisant.

Points de repère

Créée par la loi du 30 décembre 2004, la HALDE (haute autorité de lutte contre les discriminations et pour l'égalité) a deux missions. L'éventail de ses domaines d'intervention est vaste : emploi, logement, éducation, services publics et biens et services. La HALDE a privilégié en 2008 celui de l'éducation.

Identifier et éliminer les obstacles à l'égalité des chances

La promotion de l'égalité est une mission de prévention qui vise à éviter la survenance des discriminations. En particulier l'égalité d'accès à l'éducation conditionne la réussite professionnelle mais aussi l'épanouissement personnel. Le colloque organisé par l'AX en juin 2008 s'est d'ailleurs fait l'écho de ce constat. Les obstacles sont connus, il faut les lever et refuser la fatalité. Mauvaise santé et handicaps physiques sont une source d'injustice. On ne peut pas la supprimer, mais en atténuer et en compenser les effets. La HALDE veille au respect de la loi du 11 février 2005 qui prévoit la scolarisation des enfants handicapés dans l'établissement de référence qui est en général l'établissement scolaire le plus proche. La HALDE veille aussi à favoriser l'accès des élèves handicapés aux activités périscolaires : accès aux cantines pour les enfants souffrant d'allergies ; participation aux activités sportives et culturelles ; etc. Ainsi a-t-on permis à des parents d'accompagner leur enfant nécessitant une surveillance particulière. Dans un autre cas, nous avons demandé que soient rétablis

La permanence des préjugés

La HALDE a fait réaliser une étude sur les manuels scolaires qui confirment la prégnance de représentations sociales souvent dévalorisantes. Ainsi les personnes handicapées sont associées à l'assistanat, les femmes à des rôles subordonnés dans la vie professionnelle, les seniors sont cantonnés à l'inactivité, les personnes d'origine africaine trop souvent représentées dans un contexte misérabiliste. La HALDE s'est attachée aussi à combattre les préjugés liés à l'orientation sexuelle. En raison des différences de comportement, d'une orientation sexuelle vraie ou souvent supposée, des jeunes sont victimes de harcèlement ; une étude montre que le risque de suicide est 13 fois plus élevé pour un élève homosexuel.

pour les élèves handicapés les mêmes horaires de transport scolaire et que la gratuité soit assurée comme le prévoit la loi.

Des efforts sont faits actuellement pour faciliter l'accessibilité des locaux scolaires et universitaires aux personnes souffrant d'un handicap. J'avais présidé le « jury égalité des chances », et nous avons retenu nombre de projets visant à faciliter l'accès et l'utilisation des équipements universitaires aux personnes handicapées et ce quel que soit le handicap.

Le deuxième obstacle matériel est bien sûr d'ordre financier. Il faut se réjouir qu'après une baisse sensible, la prise de conscience actuelle se traduise par une augmentation du nombre des étudiants boursiers. Ainsi, les boursiers sont déjà passés, entre 2006 et 2007, de 18 à 22 % des élèves des classes préparatoires, il faut continuer dans ce sens. C'est comme cela qu'on renouera avec la méritocratie républicaine.

Changer les mentalités pour abolir les obstacles immatériels

Nous observons une forme d'auto-censure qui amène les élèves issus de milieux défavorisés, à s'interdire

de penser à des écoles prestigieuses, quand ils n'en ignorent pas jusqu'à l'existence. Les initiatives visant à réduire l'actuel fossé socioculturel sont nombreuses et votre revue s'en est souvent fait l'écho. La récente proposition de réserver l'inscription, à hauteur de 5 %, des meilleurs élèves de tous les lycées en classe préparatoire est une façon d'élargir le recrutement de nos futures élites. Bien sûr, cela ne concerne qu'une minorité. Mais la valeur d'exemplarité a un effet démultiplicateur considérable. L'exemple des « Cadets de la République », qui par une formation de deux ans rejoignent le niveau baccalauréat normalement exigé et peuvent ainsi rejoindre les rangs de la police nationale est un modèle de ce que l'on peut faire.

D'une manière générale, si un des objectifs majeurs de l'enseignement doit être de donner à chaque enfant une culture générale, source d'épanouissement, il n'est pas évident que celle-ci doive être pour toutes les activités un préalable à l'obtention d'un emploi. Il n'y a pas de fatalité et il faut le démontrer. Je citerai l'exemple du lycée de la Soule que la

HALDE a encouragé au travers des projets de l'année européenne de l'égalité des chances. Par l'information et la sensibilisation, cet établissement scolaire a vu augmenter de plus de 30 % en deux ans seulement le nombre de jeunes filles choisissant les filières scientifiques habituellement choisies par les seuls garçons.

Dans la lutte contre les discriminations que jalonnent les décisions du collège de la HALDE comme dans la promotion de l'égalité appuyée sur des recommandations, des études et la mise en valeur de bonnes pratiques, la HALDE contribue au changement des mentalités dans un vaste ensemble de domaines, dont celui de l'éducation. Plus que dans tout autre domaine, l'égalité doit y être garantie ; l'éducation doit être accessible à chacun en fonction de ses seuls mérites, sans aucune discrimination, sans aucun préjugé. La méritocratie républicaine est l'une des meilleures de nos traditions françaises. Seule l'égalité concrète des chances peut assurer sa légitimité et sa pérennité. ■

XMP-ENTREPRENEUR

Réunion des adhérents ouverte à tous les camarades qui s'intéressent à la création ou à la reprise d'entreprises

Le lundi 9 mars 2009

à la Maison des X, 12, rue de Poitiers, 75007 Paris

Intervention de François Drouin, président d'Oseo

« Comment Oseo finance et accompagne les PME et les créateurs d'entreprise ».

Cette réunion sera suivie d'un pot.

Pour vous inscrire

Merci d'envoyer un courriel à l'adresse suivante : xmp-entrepreneur@m4x.org

en précisant : vos noms, prénoms, école et promotion.

Dates des réunions suivantes

- le 4 mai 2009, le 22 juin 2009.

XMP-Entrepreneur

Courriel : xmp-entrepreneur@m4x.org – Site : xmp-entrepreneur.org
12, rue de Poitiers, 75007 Paris. Tél. : 01.42.22.86.49.

PAR GÉRARD GIRAUDON

directeur du centre INRIA Sophia-Antipolis — Méditerranée

ET BERNARD LARROUTUROU (77)

ancien président-directeur général de l'INRIA

Rose Dieng (75), la première Africaine

Décédée prématurément au début de l'été 2008, Rose Dieng-Kuntz a été la première polytechnicienne africaine (entrée à Palaiseau en 1976, avec la promotion 75). Personnalité marquante, elle était depuis vingt ans un chercheur d'exception en informatique, reconnue internationalement pour ses travaux ainsi que pour son engagement et sa générosité exceptionnels.

■ Après un parcours brillant au lycée de Dakar (Sénégal) – couronné par le premier prix au concours général sénégalais non seulement en mathématiques, mais aussi en français et en latin ! – Rose Dieng entre à l'École polytechnique en 1976. Diplômée de l'École nationale supérieure des Télécommunications, elle fait ensuite une thèse en informatique à l'Université Paris Sud et intègre en 1985 l'équipe de Pierre Haren (73) à l'INRIA Sophia-Antipolis, où elle restera jusqu'en 2008.

L'acquisition des connaissances

Elle est coauteur du logiciel SMECI, un générateur de systèmes experts, qui a ensuite été commercialisé avec succès par la société Ilog à partir de 1988. Ses recherches, d'abord centrées sur les explications dans les systèmes experts, s'orientent ensuite vers les questions touchant à l'acquisition des connaissances. Sur ce thème, elle crée en 1992 l'équipe-projet INRIA nommée ACACIA : il fallait déjà faire preuve de beaucoup de personnalité pour devenir la deuxième femme dirigeant un projet INRIA et pour s'imposer dans le domaine de l'intelligence artificielle qui avait alors moins bonne presse que les sujets plus théoriques et formalisés ! Rapidement, les travaux menés sur l'acquisition de connaissances à par-

tir de multiples sources d'expertise (experts et documents) valent à Rose et à son équipe une très belle reconnaissance internationale. À partir de 1995, Rose fait partie des premiers chercheurs qui comprennent l'importance du Web comme moyen privilégié de diffusion des connaissances, puis celle du langage XML. Dès lors, elle fait partie des chercheurs qui font référence dans le domaine du « Web sémantique », c'est-à-dire des technologies qui visent à rendre le contenu des ressources de la Toile accessible et utilisable par les programmes et agents logiciels, grâce à un système de « métadonnées » formelles.

Rose fait partie des premiers chercheurs qui comprennent l'importance du Web comme moyen privilégié de diffusion des connaissances

Les travaux de son équipe se focalisent sur l'aide à la construction de serveurs de connaissances, et surtout de mémoires d'entreprises en vue de permettre à des grands groupes industriels de matérialiser et indexer leurs connaissances afin d'améliorer l'accès, le partage, et la réutilisation, voire de permettre la création de nouvelles connaissances.

Le prix Irène Joliot-Curie

Visionnaire, tenace et engagée, Rose a donc su depuis plus de dix ans faire partie de ces pionniers qui ont exploré et étendu les potentialités du Web. Dynamisées par de très nombreuses collaborations industrielles et académiques, les recherches de Rose et de son équipe se sont notamment concrétisées par un ouvrage collectif de synthèse, référence rééditée à plusieurs reprises ces dernières années, et par un moteur de recherche permettant de traiter des ressources dans le cadre du Web sémantique, pour des scénarios très variés (mémoire de projet, mémoire d'expériences, aide à la veille technologique, etc.). Le tout forme un ensemble de travaux pluridisciplinaires très impressionnant, s'appuyant sur des démarches allant des fondements théoriques de l'informatique jusqu'aux apports du traitement de la langue naturelle, et qui fut récompensé par le prix Irène Joliot-Curie que Rose reçut en 2005.

Une meneuse d'équipe

Mais Rose nous laisse bien plus que le souvenir de son œuvre scientifique. Meneuse d'équipe hors pair, frappant tous ceux qui l'approchaient par son écoute et sa générosité, elle était profondément engagée dans des domaines aussi divers que l'animation de la communauté scientifique nationale et internationale, des œuvres caritatives au Sénégal, ou la sensibilisation des jeunes, notamment des jeunes filles, à l'intérêt des études scientifiques. Nous sommes des centaines qui conserveront toujours le souvenir de sa générosité, de son sourire si tendre et de son rire si joyeux... ■

Michel Brisac (47), un grand théoricien de l'expertise

■ Il y a quelques mois à peine, Michel Brisac faisait le déplacement de Paris à Bordeaux pour se rendre au Congrès national du Conseil national des compagnies d'experts de justice.

Il participait aux travaux, prenant à son habitude la parole, apportant son point de vue – un point de vue qui pesait toujours – et cette fois, ceux qui l'ont entendu s'en souviennent, sur la conciliation.

Cette image est celle de l'homme que nous aimions : un homme mentalement debout, à la pensée riche, animée par un raisonnement puissant et soutenue par une très vaste culture.

C'était le Michel Brisac au faîte de sa maturité, inchangé au fil des décennies, en une sorte de permanence d'être, avec sa pipe et son sourire ironique, affectueux.

Ingénieur-conseil en béton armé et en structure métallique, il a été inscrit sur la liste de la cour d'appel de Paris en 1975 puis sur la liste nationale en 1981.

Résistant à seize ans puis engagé dans la première armée française, Michel Brisac était titulaire de la Croix de guerre et chevalier de la Légion d'honneur.

Un analyste rigoureux

Michel fut d'abord un très grand travailleur. Ses avis, notamment sur la procédure, trouvaient leurs fondements dans une analyse rigoureuse des textes, autant que dans une connaissance étendue du droit et de la jurisprudence. Il ne manquait pas une réunion d'importance, l'esprit toujours en éveil.



D.R.

Il travaillait spontanément et généreusement pour l'intérêt général, et c'est ainsi qu'il a été un théoricien reconnu de l'expertise.

Nous lui devons en particulier ce concept de « *la technique expertale alliée à la technique technicienne* ».

Il fut aussi un des grands animateurs et des plus puissants inspirateurs des organisations ou institutions du corps expertal : la Compagnie des ingénieurs experts de Paris, l'UCECAP (Union des compagnies d'experts près la cour d'appel de Paris) dont il a été le président de 1986 à 1989, la CNIDECA (Compagnie nationale des ingénieurs diplômés experts près les cours d'appel et les juridictions administratives) qu'il a créée en 1991 et qui est membre du Conseil national des ingénieurs et scientifiques de France.

La Fédération, avant qu'elle ne devienne le Conseil national, a voté en 2003 à l'unanimité, qu'il en devienne président d'honneur.

Rarement nous avons rencontré quelqu'un ayant une telle autorité, sans compromis par rapport à la compétence et l'indépendance d'es-

prit. C'est sans doute pourquoi les expertises les plus difficiles lui étaient confiées par les juridictions.

Un prix « Michel Brisac »

Mais Michel était aussi bienveillant, généreux dans ses conseils à ses confrères plus jeunes, et humain dans l'expertise, ayant conscience des conséquences de ses avis, en particulier à l'égard des entreprises dont il connaissait les difficultés de réalisation des chantiers.

Michel Brisac aura sans doute trouvé dans l'expertise judiciaire le cadre où exercer ses qualités intellectuelles et humaines. L'expertise et les experts étaient sa vie.

Car il s'immergeait, dès qu'il le pouvait, dans le corps expertal, spécialement quand ce corps rencontrait des difficultés, tant pour confronter son point de vue avec d'autres, que pour rechercher l'intérêt général. Michel était, à bien des égards, non seulement un grand théoricien de l'expertise, mais l'âme de nos institutions. Il masquait avec pudeur une disponibilité rare à rendre service, sans économiser sa personne et son temps, efficace et discret.

La mémoire de Michel Brisac, son exemple, la référence à ce que, dans des circonstances futures, il aurait dit ou pensé resteront présents, et plus encore vivants, dans nos institutions.

C'est pourquoi le Conseil national, association désormais reconnue d'utilité publique, a décidé d'instituer en sa mémoire un prix Michel Brisac. ■

Les soixante ans d'X-Finance

PORTRAIT

Florence Lustman (80), présidente du groupe X-Finance

« Professionnels dans la vie active »

■ Le groupe X-Finance résulte de la fusion en 2006 de X-Assurance et X-Banque lui-même créé en 1948. Alternativement présidé par une personnalité issue du secteur bancaire ou du monde de l'assurance, il est, depuis juin dernier, placé sous la férule de Florence Lustman, inspecteur général des finances, qui a passé une grande partie de sa carrière au sein de l'autorité de contrôle des assurances.

« Actuellement, 30 % des anciens élèves de l'École travaillent dans la Banque, les Assurances et la Finance. L'évolution des métiers a rendu naturel le rapprochement des deux groupes historiques sous la bannière unique d'X-Finance. »

Le groupe X-Finance a pris sa forme moderne en 2006, sous la présidence de Thierry Martel (82), assureur, auquel a succédé Marc Samuel (83), banquier, puis Florence Lustman (80), respectant une saine alternance.

Sa vocation officielle est « de faciliter l'échange d'informations entre camarades et de permettre notamment aux jeunes générations de rencontrer leurs anciens dans un cadre informel ». Au rythme d'une dizaine de manifestations

annuelles, il apporte à ses presque quinze cents membres une vision globale de cette industrie et leur permet d'acquérir une meilleure compréhension du monde financier, de ses rouages et de ses évolutions, une information... ô combien utile, tout spécialement en ces temps troublés !

La secrétaire générale, Ariane Chazel (90), appartenant au monde bancaire, souligne, quant à elle, l'impact fondamental qu'a eu l'ouverture internationale de ces métiers.

Pas de paperasse

« Nos participants se connaissent depuis longtemps, rappelle Florence Lustman. Ils apprécient de temps en temps la parenthèse agréable d'un déjeuner qui leur permet d'éclairer leur vision globale d'une industrie en évolution perpétuelle. »

Six à dix rencontres par an animent ainsi la vie du groupe X-Finance, réunissant de cinquante à cent personnes, le plus souvent à la Maison des X.

« Nous ne percevons pas de cotisation. L'adhésion, qui s'effectue sur notre site, est un simple abon-

nement à la liste de diffusion de nos courriels, auquel on peut renoncer à tout instant. Chacun paie au coup par coup son déjeuner ou son petit-déjeuner. La gestion est assurée uniquement sur le réseau sans la moindre paperasse. »

« Nous n'éditions et ne diffusons pas non plus de compte rendu, à chacun de noter et de retenir ce qui l'intéresse, ou le marque : la parole est très libre et les débats d'autant plus vifs. »

Les deux derniers déjeuners-débats ont porté sur l'analyse de la crise financière par Dominique Sennequier (72), président du Directoire d'AXA Private Equity, en décembre dernier, et sur les enjeux liés au financement des petites et moyennes entreprises au début de l'année 2009 avec François Drouin (71), président d'Oseo.

Une dynamique

« La fusion des deux groupes pour créer X-Finance a apporté une véritable dynamique, récemment renforcée par le flux de questions qu'apporte la conjoncture. »

« L'un de nos objectifs est de nous assurer que les sujets traités dans



D.R.

Florence Lustman, inspecteur général des finances, est issue du corps de contrôle des assurances, qui veille à la solvabilité des compagnies d'assurances et des mutuelles. En 2003, elle a mis sur pied l'ACAM, Autorité publique indépendante, au budget autonome, à laquelle est dévolue cette fonction de contrôle.

En 2007 elle a dirigé la *Revue générale des Politiques publiques sur l'enseignement supérieur et la recherche*. Depuis le 1^{er} février 2008, elle est chargée par le Président de la République du pilotage interministériel du plan Alzheimer 2008-2012.

Mariée, deux enfants, dont une fille X 2007, Florence Lustman est chevalier dans l'ordre national de la Légion d'honneur et chevalier dans l'ordre national du Mérite.

nos réunions font écho au questionnement de toutes les tranches d'âge et toutes les professions composant le monde assurantiel et bancaire. Pour cela, nous varions les thèmes et les intervenants. Mais rien n'est figé et nous avons à cœur de nous adapter aux attentes de nos camarades.»

« Les jeunes, en tout cas, sont motivés. Ils sont venus nombreux au colloque organisé à l'occasion des 60 ans de notre groupe, et nous nous en réjouissons. »

Propos recueillis
par Jean-Marc Chabanas (58)

X-Finance

<http://x-finance.polytechnique.org/>
info@x-finance.polytechnique.org

Le Bureau

Président :

Florence Lustman (80)

Secrétaire général :

Ariane Chazel (90)

Soixante ans d'échanges

C'est en octobre dernier que s'est tenu le Colloque Finance Croissance Innovation pour le soixantième anniversaire d'X-Finance.

Sous le thème « l'innovation financière : quels risques ? quel rôle ? quel avenir ? », quatre personnalités du monde bancaire et financier ont apporté leur éclairage sur la crise financière actuelle par des propos marqués de leur professionnalisme et leur fine connaissance de l'environnement financier et monétaire mondial.

Nicole El Karoui, professeur de mathématiques à l'École polytechnique et à l'Université Paris-VI, Jean-Hervé Lorenzi, président du Cercle des économistes et membre du Conseil d'analyse économique, Marc Litzler (80), ancien directeur général de Calyon et ancien coresponsable mondial de la Banque de financement et d'investissement de la Société Générale et Jean Tirole (73), directeur de Toulouse Sciences économiques et directeur scientifique de l'Institut d'économie industrielle de Toulouse ont été chaudement applaudis.

Plus de deux cents personnes ont participé au colloque et ont pris part au *Charity Dinner* qui suivait, organisé au bénéfice de la Campagne de levée de fonds pour l'École polytechnique, dont Thierry Desmarest (64), président de Total et président de la Fondation de l'École polytechnique, a présenté les enjeux. L'événement prenait place dans le hall de l'hôtel de La Vaupalière siège du Groupe AXA ; il était monté sous le patronage de Claude Bébéar.

Les soixante ans d'X-Finance

TÉMOIGNAGES

Représenter son entreprise... sans être en représentation

Le Colloque récemment organisé à l'occasion du soixantième anniversaire d'X-Finance a donné à quelques membres du groupe X-Finance l'occasion de s'exprimer. Voici quelques citations.



Ariane Chazel (90)

Les cultures sont indéniablement différentes entre la banque et l'assurance, mais elles sont surtout différentes entre les générations. Marier les générations permet d'enrichir les débats et d'élargir les horizons de chacun.



Claude Bébéar (55)

Les métiers de la banque et de l'assurance sont différents, mais ils appartiennent au grand ensemble qu'est la finance (...). Il est très intéressant de discuter avec ses pairs. Mais il faut se garder d'être moutonnier. Au contraire, ces échanges permettent de se rendre compte de ce qu'il faut faire pour être différent des autres.



Olivier de Conihout (76)

J'ai moi-même été recruté, à plusieurs reprises, grâce au réseau que constitue notre groupe. Et j'ai ensuite recruté des collaborateurs par l'intermédiaire de ce groupe. J'ai également fait du « business » avec des membres du groupe. Le réseau est la sauvegarde de notre valeur marchande et de notre employabilité.



Patrick Peugeot (57)

Il faut pouvoir parler de nos problèmes et c'est entre nous qu'il faut le faire. Nous avons la compétence, mais aussi la franchise de parole. Nous pouvons parler librement.



Thierry Martel (82)

Le Groupe offre l'occasion d'avoir des contacts informels, de se dire des choses qu'on ne pourrait pas dire ailleurs.



Marc Samuel (83)

Le groupe établit un lien entre générations, entre les jeunes et les expérimentés. Il permet à chacun de contribuer et de rajouter une pierre à l'édifice.



Florence Lustman (80)

Nos déjeuners sont aussi l'occasion pour un grand patron de se rendre accessible, d'avoir un retour et une vision un peu « off » de la situation (...). Ils présentent parfois des sujets qui apparaissent éloignés de nos préoccupations, en finissant toujours par faire le lien.



Gérard de la Martinière (63)

Lorsque j'étais président, j'ai essayé de mettre en contact le groupe avec les patrons des grandes banques françaises. Nous avons obtenu ainsi une véritable collection de quasi-interviews (...). Il est également passionnant de réunir dans un même cercle des très anciens et des très jeunes.



Jean-Laurent Granier (85)

Les rencontres et échanges noués dans le cadre du Groupe donnent à chacun de nous l'opportunité de contacts en dehors de notre propre entreprise. Pour ma part, j'ai trouvé au sein du groupe X-Assurance puis X-Finance un véritable esprit de famille, une facilité de relation qui apporte beaucoup et permet de ressentir différemment les tendances du marché et l'opinion des acteurs. J'y représente mon entreprise, sans être en représentation : c'est un espace de liberté enrichissant au plan personnel et professionnel.



Hubert Lévy-Lambert (53)

Voilà un lieu de rencontres, une sorte de mafia où rien n'est tabou, y compris se poser la question de savoir si la banque sera la sidérurgie de demain.

Pierre-Henri Cassou (66)

Le groupe X Finance allie une communauté de formation et de langage à une exceptionnelle diversité d'expériences et de responsabilités, cette combinaison faisant sa richesse et sa spécificité.

Les X face à la crise

La crise que nous traversons est en partie due à l'explosion et aux excès de nos métiers. L'économie réelle va reprendre de la valeur. Dans ce contexte nos camarades sont bien placés. Ils ont *a priori* une certaine agilité d'esprit, une certaine rigueur accompagnée de plus de bon sens que les autres. Ils respectent certaines barrières morales et restent avant tout au service du pays.

CLAUDE BÉBÉAR

THÉÂTRE

IL FAUT QU'UNE PORTE SOIT OUVERTE OU FERMÉE

d'Alfred de Musset

Théâtre Essaión, 6, rue Pierre-au-Lard, 75004 Paris.
Tél. : 01.42.78.46.42.

On va à l'Essaión pour voir jouer du Musset, *Il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée*. On cherche sur le plan la rue Pierre-au-Lard, un nom qui porte déjà à rêver, on arrive au théâtre, on descend des marches périlleuses, on s'assied, on s'attend à entendre le comte et la marquise. Et puis pas du tout. On voit, dans une manière de grenier, une femme de chambre et un cocher, ceux de Musset, à la recherche d'un harnais. On se demande ce qui se passe, et quelle idée saugrenue aura encore traversé la tête du metteur en scène, Isabelle Andréani. Mais peu à peu, on se laisse prendre au charme de ce marivaudage ancillaire et léger entre un homme et une femme qui n'osent s'avouer leur mutuelle attirance. C'est le prologue, *La Clef du grenier de Musset*; il a été écrit par Isabelle Andréani. Puis soubrette et cocher ôtent leurs «livrées»; ils deviennent tout soudain la marquise (toujours Isabelle Andréani) et le comte (Xavier Lemaire), et voilà que nous entrons dans le texte même de Musset.

Commence un second intemporel badinage, d'un langage sans doute plus relevé, mais le prologue évoquait une pareille situation : la marquise, la trentaine mais veuve, se divertit du comte, son voisin d'en face, qui n'ose se déclarer bien que ses sentiments crèvent les yeux. Elle attend des visites car c'est son «jour». Chaque fois que l'on sonne, le comte veut s'en aller, excédé de taquineries. Il ouvre la porte, sans pourtant en franchir le seuil. *Mais fermez donc cette porte, vous me glacez!* D'ailleurs, ce n'est pas une visite, mais un livreur. Trois fois le jeu recommence, dans un *crescendo* d'une grande habileté dramatique.



Le comte finit par se lancer : acceptera-t-elle de devenir sa femme ? Elle ne dit pas non, mais puisqu'elle lui avait demandé de passer chez Fossin, le grand bijoutier parisien de l'époque, pour faire réparer sa bague, qu'on en profite pour ôter les fleurons de la petite couronne de marquise ornant le chaton (et en faire ainsi une bague de comtesse).

Le comte - Vous me comblez de joie!... comment vous exprimer...

La marquise - Mais fermez cette malheureuse porte! cette pièce ne sera plus habitable.

Sur cette dernière réplique s'achève *Il faut qu'une porte soit ouverte ou fermée*. Une courte merveille de grâce et de finesse que les deux comédiens interprètent avec une sûreté et une sobriété de jeu qu'il n'est pas toujours donné de voir sur les scènes parisiennes, même celle passant pour la plus noble. Vous voyez ce que je veux dire.

Paul de Musset, le frère du poète, rapporte qu'Alfred connut une semblable situation, à cela près que la

BRIDGE

Gaston Méjane (62)

1) ÉNONCÉS

Ce mois-ci une donne de la DN2 entre les équipes Lalanne et Dumazet.

NORD

♠	8	3
♥	A	4
♦	D	8 5 2
♣	R	V 7 3 2

SUD

♠	A	10
♥	R	D 10 9 3
♦	V	4
♣	A	D 8 4

LES ENCHÈRES

	O	N	E	S
Pass	Pass	1♠	2♥	
-	2♠	-	3♣	
-	4♥	-	-	
-				

Il valait mieux jouer 3SA ou 5T. On entame 7P pour le 3, la dame laissée passer; retour roi de carreau pour le 4, le 3 et le 2.

À vous, Est a rejoué pique.

Solutions page 52

veuve refusa de se remarier, avec qui que ce soit d'ailleurs. Mais les magiciens de l'écriture dramatique, pourvu qu'ils soient servis par de bons interprètes, savent changer les déceptions de l'existence en enchantements des spectateurs.

Les amateurs de l'histoire du théâtre apprendront que le texte de la pièce parut pour la première fois dans la *Revue des Deux Mondes* le 1^{er} novembre 1845. Musset, échaudé par de précédents succès, écrivait plus pour son plaisir que pour être joué. De fait, sa pièce fut montée d'abord à Saint-Petersbourg, avant de l'être à Paris, en janvier 1848 seulement, au Théâtre Michel. Le Français consentit à la jouer quelques mois plus tard. On y était lent au discernement. ■

Philippe Oblin (46)

DISCOGRAPHIE

DEUX PIANISTES ÉCLECTIQUES ET POLYTECHNICIENS

■ Detoef a dit que l'École polytechnique mène à tout, à condition d'en sortir. Les exemples ne manquent pas de très bons musiciens, de compositeurs, et même, avec Claude Helffer autrefois et Jonathan Gilad aujourd'hui, de grands concertistes de réputation internationale. Il y a aussi deux novateurs, originaux, deux pianistes auxquels est consacrée la présente chronique.

François de Larrard

François de Larrard est d'abord un jazzman de niveau professionnel, bien connu, notamment, des habitués de Jazz X, et nous avons commenté ici ses enregistrements précédents. François est un musicien typiquement français – clarté, mesure et subtilité – dans la lignée de Couperin à Debussy. Il nous présente aujourd'hui deux disques. Tout d'abord, sous le titre *Pour Suite...*, un disque de jazz avec son Quintette Rose Vocat (avec trompette, trombone, basse et batterie), dans des compositions de lui-même et du trompettiste Evans Gouno¹. Ce jazz, complexe, atonal, très construit mais avec une place à l'improvisation, a deux caractéristiques : il se distingue par des recherches de rythme très novatrices, des harmonies qui doivent plus au gamelan balinais et au système modal qu'à Duke Ellington et Thelonious Monk ; et il ne ressemble à aucun autre, y compris par les arrangements qui relèvent plus de la musique de chambre et du contrepoint que du jazz habituel.

Mais François est aussi pianiste classique et claveciniste, et le deuxième disque comprend, de Couperin (François), le *11^e Ordre des pièces de clavecin* et *l'Art de toucher le clavecin*, et de Rameau cinq pièces transcrites des *Concerts*². Là, nous tou-

chons à la perfection et au plaisir jubilatoire. François, rompu à l'élégance des ornements, ne joue pas « mécanique », comme tant de clavecinistes, tout en se gardant des excès de l'interprétation trop libre. Il joue Rameau et Couperin comme on joue Debussy, et nous révèle comme une évidence mathématique l'extrême raffinement d'une musique qui dissimule sous une apparence galante et d'abord presque facile – pudeur à la Ravel – une invention et une complexité dignes du contemporain Bach. Et il nous fait oublier bien vite tel pianiste d'aujourd'hui qui, sous couvert d'hommage, est, au fond, un peu trop le clone de la grande Marcelle Meyer. Sur le même disque, cinq *Diurnes pour clavecin* de Larrard, synthèse, d'une certaine façon, du jazz et de la musique du XVIII^e siècle.

Jean-Pierre Ferey

Tout amateur quelque peu fortuné avait autrefois son « cabinet de curiosités ». Le mot a été galvaudé, et les « Curios Shops » que l'on trouve dans certains pays, comme l'Inde, n'abritent plus guère que de pauvres articles d'artisanat pour touristes. Et pourtant, il est toujours agréable de rencontrer des « curiosités », c'est-à-dire des objets, livres, pièces de musique, insolites, inhabituels. Notre camarade Jean-Pierre Ferey, pianiste, qui dirige la maison Skarbo, s'est fait une spécialité de l'insolite discographique, et nous propose ce mois-ci, sous le titre *Toccata Festiva*, avec Frédéric Ledroit et lui-même au piano, un ensemble de pièces pour orgue et piano, harmonium et piano, que l'on n'entend jamais³. Or, si les pièces de Boëllmann et Widor relèvent effectivement de la catégorie des curiosités, si celles d'Eugène

RÉCRÉATIONS SCIENTIFIQUES

Jean Moreau de Saint-Martin (56)
jmsm56@melix.net

1) MISEZ JUSTE

Jules et Romain jouent à pile ou face, Jules gagne si la séquence FPP apparaît avant la séquence PPF. Comment doivent-ils miser pour que le jeu soit équitable ?

2) OMBRES CIRCULAIRES

On donne dans un plan P de l'espace R^3 deux coniques. À quelle condition peut-on trouver dans cet espace un plan Q et un point lumineux S tels que l'ombre des coniques sur le plan Q soit constituée de cercles ou arcs de cercle ?

3) HORLOGE AMBIGUË

Trompés par le « design » trop moderne de cette horloge, les gens prennent l'une pour l'autre l'aiguille des heures et l'aiguille des minutes, et croient l'horloge arrêtée car indiquant une mauvaise heure. Une façon de se détromper est d'observer quelque temps le mouvement relatif des aiguilles. Le plus souvent, on pourrait aussi rectifier son erreur sans prendre ce temps, mais à condition d'observer assez attentivement la position des deux aiguilles. Cependant, à certains instants, cette observation de la position instantanée des aiguilles ne permet pas de savoir l'heure. Quels sont ces instants ?

Solutions page 55

Gigout baignent dans une atmosphère nostalgique qui évoque selon l'humeur l'orgue de Barbarie ou les films de René Clair, la *Toccata Festiva* de Samuel Barber est une pièce majeure, un véritable concerto pour orgue et piano, aux harmonies jazziques, aux constructions savantes, que Ravel et Bartok eussent aimée et qui justifie le disque à elle seule : une révélation. ■

Jean Salmona (56)

1. 1 CD <http://rosevocat.free.fr>
2. 1 CD <http://francoisdellarrard.chez-alice.fr>
3. 1 CD SKARBO.

MUSIQUE EN IMAGES

CINQ CONCERTS DE LEONARD BERNSTEIN : MOZART, BRAHMS, BEETHOVEN, BRUCKNER, FRANCK

5 DVD Medici Arts (EuroArts)

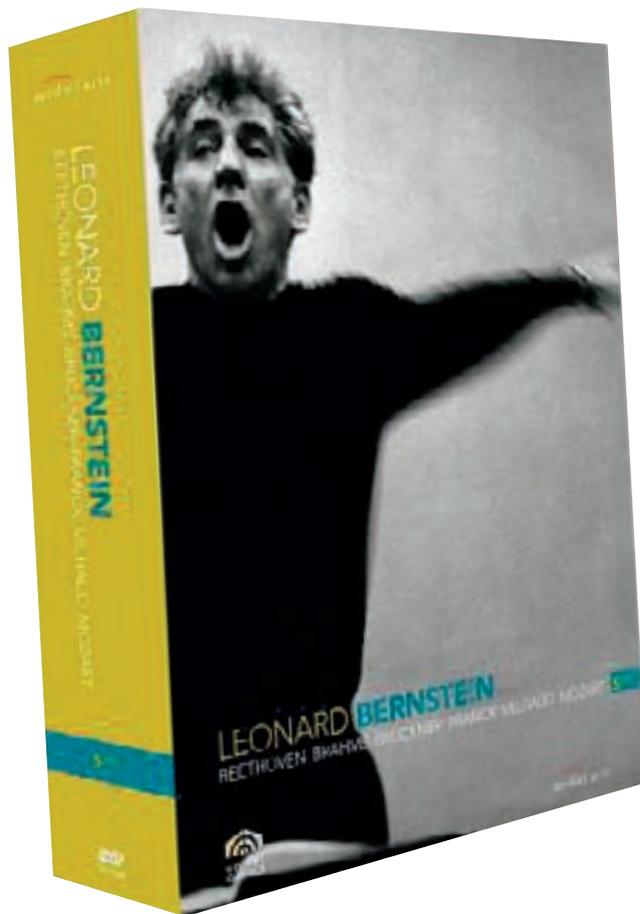
■ Leonard Bernstein était un musicien complet. Comme compositeur, il est à la fois l'auteur de *Musicals* célèbres de Broadway et d'œuvres de musiques « sérieuses » (symphonies, ballets...) que l'on conseille au plus haut point.

Ses œuvres sont souvent engagées, vecteurs de sens et de messages, politiques ou religieux. À titre d'exemple, au-delà du poids religieux de ses symphonies (*Kaddish*, *Jeremiah...*) et de l'évidence du message politique du *Roméo et Juliette* moderne qu'est *West Side Story*, nous citerons son opéra *Candide* pour illustrer son approche par la musique de thèmes contemporains.

Le *Candide* de Bernstein est encore plus ironique que Voltaire vis-à-vis de la philosophie de Leibniz (caricaturée par Voltaire en un « tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes possibles »). Bernstein y mélange les styles et les musiques pour en faire une œuvre complète, résolument moderne. Cet opéra existe en DVD, en version de concert dirigé et commenté par Bernstein lui-même, à acquérir sans hésiter (Deutsche Grammophon).

Mais Leonard Bernstein était aussi un des plus grands chefs du xx^e siècle. On trouvait déjà en DVD les enregistrements officiels, passionnants, par Bernstein des grandes symphonies de Beethoven, Brahms, Mahler (Deutsche Grammophon).

Ce nouveau coffret hommage de cinq DVD, cinq concerts à la direction de quatre orchestres différents, est un précieux témoignage du style et de l'art de l'artiste.



Dans les symphonies de Brahms (la première et la troisième), dans la neuvième de Bruckner, dans la symphonie de César Franck, nous voyons un Bernstein ultraromantique, avec qui l'orchestre semble rivaliser d'expressivité. Ce sont parmi les meilleures versions en DVD de ces œuvres. En complément du disque Franck, Bernstein a enregistré, également à Paris, *Le Bœuf sur le toit* de Milhaud, pièce légère et dansante où l'on voit le chef, exceptionnellement barbu à cette période, swinguer avec la musique, faisant preuve comme toujours d'un enthousiasme communicatif. Mozart (*17^e concerto*, *39^e sympho-*

SOLUTIONS DU BRIDGE

Comme toujours il faut compter les mains. Est à 5 piques et 4 carreaux, son résidu est probablement 2,2. Vous jouez courageusement le 10 de cœur laissé filer pour faire 4C + 1 : 650 à l'autre table 3SA = : 600. Ouf ! Ouest avait bien le valet de cœur 4^e.

nie) est une rareté. Bernstein était aussi un grand pianiste, que l'on connaît dans son élément dans Gershwin ou comme accompagnateur dans Mahler. Mais là, dirigeant l'orchestre de Vienne depuis son Bösendorfer, il donne une vraie leçon de style mozartien, montrant une grande concentration.

Dans le final de la *39^e symphonie*, un des mouvements les plus festifs de Mozart, on retrouve un Bernstein dansant et entraînant.

Le dernier DVD montre l'événement de Noël 1989, lorsque Bernstein courut sur les ruines du mur de Berlin diriger *La Neuvième* de Beethoven avec un orchestre venant des deux Allemagnes (Munich et Dresde) et des quatre puissances occupantes (orchestres de Leningrad, New York, Paris et Londres). Le mot Joie avait été remplacé par le mot Liberté, et la symphonie se termine donc par l'Ode « à la Liberté », d'après Schiller. Une interprétation exceptionnellement prenante, de près d'une heure et demie, à la hauteur de l'événement. ■

Marc Darmon (83)

LIVRES

LES CROIX DE CHEMIN ET DE VILLAGE DU CANTON DE BLIGNY-SUR-OUCHÉ

Jean Salat (54)

Centre beaunois d'études historiques ¹ – 2008

Jean Salat est un membre actif du Centre beaunois d'études historiques (CBEH). C'est dans ce cadre qu'il vient de publier cet ouvrage qui lui a valu le prix Lucien Perriaux décerné chaque année à des travaux de recherche historique dans le pays beaunois.

Sur le territoire d'un canton bourguignon couvrant près de 23 000 hectares, au nord-ouest de Beaune, l'auteur a d'abord repéré sur les documents et les cartes disponibles les croix de plein air érigées dans les villages, le long des chemins ou à leurs carrefours.

Puis, pendant deux ans et demi, il a fouillé les archives départementales et diocésaines et visité les 23 communes de ce canton, recherchant sur le terrain les croix héritées du passé. La plus ancienne remonterait à l'année 1536, la plus récente à la fin du siècle dernier. L'auteur en a répertorié 140, soit plus de cinq pour cent habitants. Chacune fait l'objet d'une fiche détaillée qui la décrit minutieusement, illustrée par une ou plusieurs photographies prises par l'auteur.

Dans la synthèse qui précède ce catalogue, Jean Salat nous apporte des précisions intéressantes. Certes, ces croix témoignent d'une piété populaire, d'ailleurs variable au cours des temps. Plus des deux tiers des croix qui portent des dates remontent au XIX^e siècle. Après la loi de séparation de l'Église et de l'État, il est devenu impossible d'élever une croix, symbole religieux, dans un lieu public. Mais, nous apprenons qu'à côté de leur sens spirituel leurs fonctions pouvaient être multiples. L'auteur



distingue ainsi les croix qui balisent des chemins, celles qui, aux carrefours, orientent les voyageurs, celles qui marquent des limites : limites entre deux communes, entre deux territoires de justice... Certaines de ces croix indiquent les sources, c'est-à-dire la vie, ou coiffent les sommets à partir desquels le panorama invite à la pause, à la méditation. D'autres rappellent aux vivants le souvenir d'événements individuels (les morts) ou collectifs (les missions paroissiales).

Lors de ses relevés, l'auteur a été frappé par l'attachement des populations à ces symboles dont la proximité quotidienne n'avait pas émoussé la présence qu'elle soit commémorative ou tutélaire.

Ainsi la lecture de cet ouvrage fait-elle revivre, au sein de ce terroir bourguignon qu'une autoroute traverse sans s'y arrêter, non seulement d'antiques croyances mais aussi des noms et des images gravés, toujours visibles sur les pierres. Ce sont là quelques-unes de nos racines. Parmi d'autres, elles soutiennent notre culture.

Jean-Daniel Le Franc (53)

¹. CBEH, 1, rue du Tribunal, 21200 Beaune.
Tél. : 03.80.22.47.68. Site Internet :
www.cbeh.org Courriel : cbeh@wanadoo.fr

LA VERTU N'EST PAS DE TROP EN POLITIQUE

Paul Bernard ²

Paris – Ed. Economica ³ – 2008

Le livre du préfet Paul Bernard contient nombre de critiques et de propositions à l'égard de la situation politique française.

- Parmi les critiques : abandon de la culture française, faiblesse de la réflexion politique, médiocrité de la communication médiatique, déficits budgétaires, commerciaux et sociaux, immigration mal maîtrisée, échec de la lutte contre la pauvreté et les inégalités, carcan des partis politiques, délinquance, drogue et violence...

- Dans les propositions : retrouver l'amour de la France et des principes fondateurs ; lier politique et vertu : courage, rigueur, dignité morale ; redécouvrir intérêt général et bien commun ; fonder une spiritualité républicaine tonique et apaisante sur la morale laïque, l'humanisme, le service public ; faire de l'économie en appliquant le bon sens aux réalités ; pour mériter la paix civile, apprivoiser la violence, à travers artisans de paix et de solidarité ; redonner à la culture française sa vocation à stimuler civilisation et esprit critique... Mais on reste sur sa faim sur pas mal de points.

- Pourquoi la France est-elle si difficile à réformer ? Trouve-t-on dans l'histoire de notre pays des explica-



tions et des pistes pour améliorer la situation ?

- Pourquoi incriminer seulement les « politiques », alors que c'est nous qui les élisons, et sommes donc aussi responsables de ce qu'on leur reproche ?

- Le « bien commun » ne serait ni « de droite » ni « de gauche », mais alors comment et par qui le définir ? N'est-ce pas le rôle de partis de qualité et de syndicats représentatifs et respectés ? Le référendum sur les grandes réformes n'est pas sans danger (assimilation à un plébiscite, 1969, ou question binaire sur des matières complexes, 2005, Europe).

- La décentralisation est certes allée parfois trop loin, mais l'État n'a plus d'argent et c'est celui qui paie qui commande !

- Le regroupement des trois fonctions publiques n'est-il pas contraire au principe de libre administration des collectivités locales ?

Changer les mœurs, oui ; mais comment le faire dans le cadre de l'Europe et du monde !

**Bernard Galinou (59)
et Daniel Robequain (59)**

2. Ancien préfet de région, l'auteur a publié de nombreux livres de réflexion sur l'Administration, l'État et la société française, en s'inspirant de son expérience des réalités humaines et territoriales, complétée par des missions de coopération internationale.

L'Académie des sciences morales et politiques a attribué en 2004 le prix Maisondieu pour honorer l'action et l'ensemble de l'œuvre de P. Bernard.

3. 49, rue Héricart, 75015 Paris.

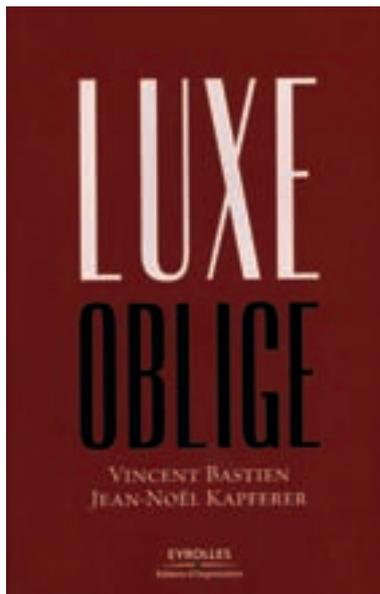
Tél. : 01.45.78.12.92. www.economica.fr

LUXE OBLIGE

Vincent Bastien (67) et Jean-Noël Kapferer
Eyrolles

Le mot « marketing » évoque immédiatement États-Unis, Unilever, Procter et Gamble. Mais, les Européens ont été à l'origine d'un marketing très original et bien spécifique : celui des produits de luxe qui diffère considérablement de celui des produits « premium » ou « haut de gamme ».

Vincent Bastien et Jean-Noël Kapferer, tous deux professeurs à HEC, nous



racontent l'histoire du luxe et de son marketing développé d'abord en France et en Italie puis dans une moindre mesure en Allemagne et en Grande-Bretagne.

Nos auteurs définissent d'abord ce qu'est ou ce que n'est pas le LUXE. Le luxe, c'est le domaine de l'être et non de l'avoir, ce n'est pas l'excès et l'excès n'est pas le luxe. L'objet de luxe est hors du temps, intemporel et actuel, il est durable car il correspond à un rêve très personnel tant de l'acheteur que du créateur qui y incorpore une partie de son âme.

Le luxe n'est pas que de l'argent et l'argent seul ne fait pas le luxe. La matière première du produit de luxe est transformée en un produit culturel sophistiqué générant une stratification sociale pérenne contrairement à la mode toujours éphémère. Le luxe, c'est le raffinement et non l'étalage, marqueur sociologique de rêve articulé autour d'une référence au passé et de la poursuite d'un statut de prestige émotionnel et créatif. Émetteur de goût et de distinction, le luxe crée l'écart par sa polysensorialité. C'est l'art du beau consubstantiel à la rareté.

En s'appuyant sur une longue expérience pratique, les auteurs nous donnent les clés d'un business modèle très particulier en abordant systématiquement tous les aspects à prendre en considération : la gamme de produits, la politique de prix, la distribution, la communication, la gestion humaine et les finances en les

étayant par des exemples et des cas concrets.

Cet ouvrage de référence raconte les réussites, les erreurs et les échecs de la quasi-totalité des acteurs du luxe. Aucun d'entre eux n'est négligé, grands ou petits, car ce n'est pas la dimension de l'entreprise qui fait d'un produit un produit de luxe : Chanel, Bugatti, Dior, Christofle, Hermès, Krug... ils sont plus de 180 à être considérés.

C'est tranquillement et à tête reposée qu'il faut aborder *Luxe oblige*. Beaucoup plus un ouvrage de réflexion qu'un simple manuel de recettes, vous y trouverez de très nombreuses idées qui seront certainement à l'origine de développements insoupçonnés dans votre activité professionnelle. En effet, cette stratégie, inventée pour le luxe, peut s'appliquer aujourd'hui à tous les métiers, et s'appliquera de plus en plus dans le futur car elle est adaptée à la gestion de la rareté et aux questions actuelles d'éthique.

Jacques-Charles Flandin (59)

L'AFFAIRE

L'HISTOIRE DU PLUS GRAND SCANDALE FINANCIER FRANÇAIS

Daniel Lebard (59) et Ghislaine Ottenheimer
Éditions du Seuil

Les affaires financières sont à la mode en ce moment. On en entend parler dans tous les pays et M. Bernard Madoff à New York vient de battre un record mondial qui entrera dans les annales. On peut espérer que quelqu'un écrira un jour un ouvrage de référence sur cette histoire étonnante où tout le monde accepte l'idée que cinquante milliards de dollars se sont évaporés en toute simplicité, sans que personne ne s'en émeuve, entre les doigts d'un seul homme vieillissant, honorablement connu, souriant et sympathique. La vérité est sans doute très différente et j'attends avec curiosité qu'on vienne nous l'expliquer.

En France, pays des Lumières, nous sommes plus compliqués et Daniel

SOLUTIONS DES RÉCRÉATIONS SCIENTIFIQUES

1) MISEZ JUSTE

Les deux séquences FPP et PPF ont la même probabilité $1/8$. Cependant, regardons ce que sont les deux premiers tirages. Si c'est PP, Romain va gagner (dès que face sortira). Si c'est FP, FF ou PF, c'est Jules qui gagnera (quand pile sortira deux fois de suite). Ces quatre cas ayant chacun la probabilité $1/4$, Jules doit miser trois fois plus que Romain pour que le jeu soit équitable. Ce phénomène est connu comme paradoxe de W. Penney.

2) OMBRES CIRCULAIRES

La condition nécessaire et suffisante de possibilité est : l'intersection des deux coniques données ne doit pas être complètement réelle. En effet, les points communs aux courbes ombres sont les ombres des points communs aux coniques données.

Condition nécessaire : les projetantes joignant S aux points cycliques I et J du plan Q percent P en deux points imaginaires conjugués qui appartiennent aux deux coniques de P .

Condition suffisante : soit A un point imaginaire de l'intersection, B le point imaginaire conjugué. La droite AB qui les joint est réelle, et est l'axe d'un cercle (réel) intersection des cônes isotropes de sommets A et B . Il suffit de prendre S sur ce cercle et Q parallèle au plan (réel) SAB . Les ombres sur Q des coniques données sont des coniques passant par les ombres des points A et B , ombres qui sont les points cycliques du plan Q .

3) HORLOGE AMBIGUË

Comptons en fractions de tour (de 0 à 1) les angles h et m que l'aiguille des heures et l'aiguille des minutes font, au moment de l'observation, à partir de leur position à midi. Comme l'aiguille des minutes fait 12 tours quand l'aiguille des heures en fait un, le nombre $12h - m$ est entier, c'est le nombre de fois où l'aiguille des minutes a repassé par sa position à midi.

Ayant deux nombres x et y entre 0 et 1, ils désignent la position des aiguilles s'ils satisfont $12y - x$ ou $12x - y$ entier, et celle de ces conditions qui est satisfaite permet de savoir quelle est l'aiguille des heures, et donc de savoir l'heure, qui est $12h$ (exprimée en heures et fractions d'heure à partir de midi).

Il y a ambiguïté si à la fois $12y - x$ et $12x - y$ sont entiers, c'est alors le cas de $143x$ et $143y$. Les instants correspondants sont ceux où $143h$ est entier avec $m \neq h$.

Aux instants où $h = n/143$ ($n = 1$ à 142), m est égal à la partie fractionnaire de $12n/143$, mais si $11h (=n/13)$ est entier, $m = h$ et il n'y a pas confusion. Donc les instants d'ambiguïté sont obtenus pour $n = 1$ à 142 non multiple de 13, ce qui fait 132 instants en un tour de 12 heures.

À un entier n correspond l'instant d'observation $12n/143$ (exprimé en heures et fractions d'heure). L'instant avec lequel on peut le confondre correspond à $h' =$ partie fractionnaire de $12n/143$, d'où l'heure (erronée) $12h' = n$ heures (à un multiple de 12 près) et la fraction d'heure $n/143$.

Lebard vient de publier aux Éditions du Seuil un ouvrage dont le titre : *L'Affaire, l'histoire du plus grand scandale financier français* sur une couverture rouge sang est déjà tout un programme.

Daniel Lebard n'est pas un amateur : c'est lui qui, à 25 ans, est allé ouvrir le marché en première monte du pneu français aux États-Unis pour Michelin. Ensuite, il a collectionné les titres de PDG de grandes entreprises puis est devenu redresseur d'affaires, ou liquidateur intelligent selon les cas, ce qui revient au même techniquement.

En 1999, sur la demande de l'une des plus grandes affaires industrielles françaises, voire mondiales, il a pris la direction d'une grande entreprise chimique à Londres dans le cadre d'une complexe opération de portage et commençant à fouiner, parce que c'est un esprit intelligent et curieux, il raconte comment il a mis à jour ce qu'il qualifie lui-même d'escroquerie financière et industrielle du siècle. Il décrit dans ce livre ce qu'il a trouvé, citant sans hésitation les noms des acteurs, personnalités connues du monde français des affaires, de l'industrie et de la finance, dont un ancien ministre récent, avançant des chiffres, citant les références des communiqués des sociétés, les dates des publications, des Assemblées et des Conseils, accusant, véhément, agressif. Ce livre est présenté sous la forme d'une interview par le rédacteur en chef d'une revue financière connue et la journaliste semble effarée de ce qu'elle entend Lebard lui décrire dans le plus grand détail. Quand j'ai lu cet ouvrage, j'ai été étonné — on n'a pas l'habitude en France de publier ce genre de brûlot aussi détaillé. Ayant eu l'occasion de rencontrer certains des protagonistes cités par Lebard, je leur ai demandé ce qu'ils en pensaient. Beaucoup de mal m'ont-ils unanimement répondu avec colère et qu'ils allaient riposter en justice pour diffamation et autres joyusetés. Tout cela est très récent et j'attends de voir ce qui va en sortir — je suppose que Lebard est encore plus curieux...

On peut se poser des questions, tant les propos de Lebard sont directs,

documentés, accusatoires, souvent brutaux. Le propos est présenté de façon logique, chronologique, cohérente. S'est-il laissé égarer et emporter par sa passion et les dommages qu'il prétend avoir subis personnellement dans cette « Affaire », ou a-t-il effectivement mis au jour une conspiration économique à grande échelle où deux personnalités du monde français de la haute finance sont mortes dans des circonstances tragiques à un âge précoce — comme dans un roman policier, mais ces deux morts semblent expliquées bien que l'une d'entre elles soit survenue à la suite d'événements clairement inhabituels dont l'une des protagonistes attend un jugement depuis deux ans dans une prison suisse ?

Vrai ou faux, ce livre est au-delà des événements qu'il relate un bon manuel d'information sur le fonctionnement des sociétés en France et au-delà. Les livres les plus instructifs ne sont pas toujours d'évidence ceux qui sont apparemment destinés à l'enseignement. Quand j'ai créé ma première entreprise en 1956 au Brésil, Vasseur (33), ami inspiré, m'a offert un livre intitulé *Les fraudes en comptabilité*. Cet ouvrage m'a appris beaucoup plus que de nombreux manuels universitaires et m'a permis d'éviter de nombreux pièges dans la vie courante des affaires. Le livre de Lebard m'y fait penser et c'est pour cela que j'en recommande la lecture.

Serge Raffet (50)

118^e BAL DE L'X

VENDREDI 27 MARS 2009 À L'OPÉRA GARNIER



L'AX ET LES ÉLÈVES
DES PROMOTIONS 2006 ET 2007
VOUS ATTENDENT POUR UNE SOIRÉE
EXCEPTIONNELLE À L'OPÉRA GARNIER

LA SOIRÉE DE GALA
DÉBUTERA À 19 H 30
PAR LE SPECTACLE
JEUNES DANSEURS.

OUVERTURE DU BAL
À 22 H 30



Pour connaître tout le programme du 118^e Bal de l'X, rendez-vous sur le site Internet :
www.baldelx.com

Renseignements et réservations :
pour les entreprises - 01 56 81 16 93 / pour les particuliers - 01 56 81 11 04
ou courriel à bal@amicale.polytechnique.org

Procès-verbal de la réunion du Conseil d'administration de l'AX du 16 octobre 2008

Étaient présents : ESAMBERT B. (54) • DEWAVRIN D. (58) • PÉLIER Y. (58) • CASTILLON P. (62) • BERRY M. (63) • MARTIN F. X. (63) • DUBOIS B. (64) • LEVAUX J.-M. (64) • YOLIN J.-M. (65) • BONGRAND J. (68) • MIZRAHI R. (70) • VILAIN D. (72) • BONNEVIE E. (73) • SÉGUIN P. (73) • CHARON B. (76) • DAILLANCE J.-M. (77) • MARTIN O. (77) • HERZ O. (79) • NEUMANN F. (81) • NICOLAS D. (81) • SEREY B. (81) • BILLÈS-GARABÉDIAN L. (83) • DUVERNEUIL B. (83) • CHARLES N. (84) • SCHIMEL S. (84) • de SINGLY B. (95) • CHAUMEL F. (00) • LANDRY S. (01) • BÉGON-LOURS J.-P. (62) • MARTRE H. (47) • BOUTTES J. (52).

Étaient excusés : GOURGEON P.-H. (65) • BOUQUOT B. (76) • DEMIGNÉ P. (82) • BEUNARDEAU J. (83) • DELEVILLE S. (89) • LOGAK P. (89) • VOLATIER M. (91) • PANIÉ G. (95) • DUJARDIN T. (65) • BOUYSSONNIE J.-P. (39) • PACHE B. (54) • ROULET M. (54) • AILLERET F. (56).

Assistaient également à la réunion : P. MARY (60), délégué général • Y. STIERLÉ (65), délégué général adjoint • H. JACQUET (64), rédacteur en chef adjoint de *La Jaune et la Rouge*.

La séance du conseil est ouverte à 18h30 par le président Daniel DEWAVRIN (58).

1. APPROBATION DU PROCÈS-VERBAL DE LA RÉUNION DE L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DES 16-19 JUIN 2008

Le procès-verbal, préalablement envoyé, est approuvé.

2. APPROBATION DU PROCÈS-VERBAL DE LA RÉUNION DU CONSEIL DU 13 FÉVRIER 2008

Le procès-verbal, préalablement envoyé, est approuvé.

3. AGRÉMENT DU GROUPE X-PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'objet du groupe X-Propriété intellectuelle est de :

1. Créer un réseau amical et informel pour y favoriser les échanges et réflexions sur les sujets liés à la propriété intellectuelle, cette dernière regroupant d'une part la propriété

industrielle et d'autre part la propriété artistique et littéraire.

2. Sensibiliser l'ensemble de la communauté des anciens élèves de l'École polytechnique aux problématiques liées à la propriété intellectuelle.

3. Identifier les opportunités et risques liés à la propriété intellectuelle et mettre à la disposition des membres du réseau un accès à des bonnes pratiques et des cas d'espèces permettant de protéger, diffuser et fructifier les créations intellectuelles.

4. Conseiller et assister les camarades créant une entreprise dont la vision repose sur une création intellectuelle.

Le Conseil donne, à l'unanimité des membres présents, son agrément à la création de ce groupe X. Cet agrément sera soumis à la ratification de l'Assemblée générale de juin 2009.

4. VENTE D'UNE MAISON À CHÂTEAURoux (LEGS MORAND)

L'AX est depuis 1986 nue-propriétaire d'une maison sise 47, boulevard Croix-

Normand, 36003 Châteauroux, suite au legs fait par notre camarade Gilbert Morand (29). Sa veuve qui avait l'usufruit de cette maison étant décédée en mars 2008, l'AX devient pleinement propriétaire de ce bien immobilier. Les statuts de l'AX ne l'autorisent pas à conserver ce bien à usage d'habitation. Il convient donc de vendre cette maison de 6 pièces et d'une superficie d'environ 150 m². Le Conseil donne son accord pour réaliser cette vente par l'intermédiaire d'une agence immobilière de Châteauroux pour un prix net vendeur de 150 000 euros.

5. NOMINATION DU PRÉSIDENT DU COMITÉ ÉDITORIAL DE LA JAUNE ET LA ROUGE

Maurice BERNARD (48), président du Comité éditorial de *La Jaune et la Rouge*, a manifesté son intention de quitter la présidence dudit Comité et a proposé comme successeur Christian MARBACH (56) lequel a accepté. Il est convenu que Maurice BERNARD et Christian MARBACH feront un point sur *La Jaune et la Rouge* (Revue et site Internet) lors

du prochain Conseil de décembre et qu'à cette occasion sera agréée la nomination de Christian MARBACH comme président du Comité éditorial de *La Jaune et la Rouge*.

6. PROJET DE BUDGET 2009, FIXATION DES COTISATIONS 2009 ET APPROBATION DU PROJET DE BUDGET DU BAL 2009

Le trésorier, Jean-Marie LEVAUX (64), rappelle que l'objet de ce point de l'ordre du jour est essentiellement de fixer le niveau des cotisations et de l'abonnement à *La Jaune et la Rouge* pour 2009. Il est en effet nécessaire de publier ces informations dans le numéro de décembre de *La Jaune et la Rouge* qui sera bouclé vers le 10 novembre. Il s'agit aussi d'approuver le projet de budget du Bal de l'X 2009 afin que la délégation de pouvoir au président de la commission du Bal puisse être faite dès maintenant.

Pour donner au Conseil les éléments de décision nécessaires, un premier projet de budget 2009 a été établi ainsi qu'une proposition des tarifs de cotisation et d'abonnement à *La Jaune et la Rouge*. Le projet de budget sera ajusté dans les prochaines semaines pour être présenté pour approbation au Conseil de décembre.

Suite au changement des statuts de l'AX, il convient aussi de fixer des tarifs pour les nouveaux venus (élèves, étudiants en master, doctorants, titulaires de masters et docteurs).

Après discussion le Conseil décide de maintenir à son niveau de 2008 la cotisation de base, soit 105€, et de porter l'abonnement à *La Jaune et la Rouge* à 40€. Elle prévoit par ailleurs un tarif plus progressif pour les jeunes promotions et une cotisation symbolique de 10€ avec accès gratuit au site de *La Jaune et la Rouge* pour les élèves et étudiants en master.

Pierre MARY (60), délégué général de l'AX, présente le projet de budget du Bal 2009 tel qu'il a été approuvé par la commission du Bal. Les dépenses seront contenues au niveau de celles du Bal 2008. Les prix d'entrée ont été augmentés et de nouveaux packs (entrée + spectacle + dîner) ont été créés. Les recettes sont prévues en augmentation par rapport à 2008. Le budget proposé est, comme les années précédentes, bénéficiaire en coût

direct mais reste déficitaire en coût complet. Cependant il ne tient pas compte d'actions de *sponsoring* qu'il est prévu de proposer à des entreprises et dont les ressources permettraient d'atteindre l'équilibre. Le Conseil approuve à l'unanimité ce budget du Bal 2009.

7. MANDAT ET COMPOSITION DE LA COMMISSION « ANIMATION DE L'ASSOCIATION »

Robert MIZRAHI (70) commente le mandat de la commission « Animation de l'Association » et son plan d'action transmis aux membres du Conseil préalablement à la présente réunion. Il indique que la composition de la commission s'est précisée depuis l'édition de ce document avec les candidatures de Bertrand de SINGLY (95), François CHAUMEL (00) et Bruno SEREY (81). Il estime par ailleurs intéressant de recruter un membre de la Kès des élèves. Il indique qu'il faudra très certainement prévoir des dépenses de communication pour mettre en application le plan d'action qui sera proposé en son temps par la commission. Il transmettra dans les jours qui viennent aux membres du Conseil la composition définitive de la commission.

8. COMMISSION « ÉVOLUTION DE L'ÉCOLE »

Henri MARTRE (47), président de la commission « Évolution de l'École », fait le point des travaux de ladite commission.

Il note que l'environnement de l'École n'est pas favorable en ce moment à la communauté polytechnicienne, certains politiques comme une partie de l'opinion publique ne manquant pas les occasions de critiquer les « élites » et en particulier les X. Il estime que l'AX doit d'autant plus faire preuve de vigilance qu'elle a la responsabilité de représenter la communauté.

Le rapport de la commission « Évolution de l'École » avait selon lui une teinte politique, son objectif étant d'informer les pouvoirs publics sur les préoccupations de la communauté polytechnicienne. Le rapport dressait l'état actuel de l'École, faisait l'éloge des résultats obtenus mais insistait sur la nécessité de ne pas oublier la mission de l'École qui selon les textes la régis-

sant est de former les cadres dont la Nation a besoin. Le rapport soulignait aussi l'importance de la féminisation et évoquait les dispositions à prendre en matière d'ascenseur social.

Ce rapport a donc montré que l'École avait convenablement évolué et que les arguments existaient pour démontrer qu'elle était fidèle à sa mission, mais qu'il fallait qu'elle soit consciente des risques actuels, ce dont doute Henri MARTRE qui estime aussi que la communauté polytechnicienne est aujourd'hui particulièrement vulnérable. Il insiste pour que l'AX en discute avec l'École. Il se dit également préoccupé par la mission Canépa-Folz sur les corps d'État.

Daniel DEWAVRIN, rapportant la réunion du Conseil d'administration de l'École qui se tenait le matin à Palaiseau, ne partage pas la conclusion d'Henri MARTRE et pense au contraire que l'École est parfaitement consciente des risques de l'environnement actuel. Il informe ensuite le Conseil sur les divers sujets traités le matin en réunion du Conseil de l'École. Le Président observe que le temps imparti pour traiter ce point important de l'ordre du jour est dépassé alors même que plusieurs membres du Conseil n'ont pas eu le loisir de s'exprimer. Il est alors convenu de reprendre ce sujet lors du prochain Conseil et d'échanger entre-temps par messagerie les idées des uns et des autres.

9. EXPOSÉ DE REPRÉSENTANTS DE L'ÉCOLE SUR L'ENSEIGNEMENT DES MASTERS

En introduction à la présentation sur l'enseignement des masters Yves GNA-NOU, directeur général adjoint chargé de l'Enseignement, précise le contexte général. Le cursus universitaire est organisé sur la base du LMD et les universités ont le monopole de la délivrance des diplômes. Par exception l'École peut délivrer de sa propre initiative le diplôme de docteur mais pas de master qu'elle doit cohabiter avec une université. C'est évidemment un handicap. L'École prépare un dossier pour le Ministère pour obtenir cette habilitation.

Thanh-Tâm LÊ (91), directeur des programmes masters, fait le point sur ce nouveau cursus universitaire de l'École. Il décrit la situation actuelle et en présente les perspectives.

Le format du master s'est imposé après

la mise en place, en 2004, du processus « de Bologne ». La France maintient, parallèlement au LMD, un système sensiblement différent, en l'occurrence celui des Grandes Écoles. Pour un établissement d'ambition internationale comme l'X, clarifier la correspondance entre son cycle ingénieur et le format master est essentiel. Par ailleurs, la concurrence mondiale visant à attirer les meilleurs étudiants se joue de plus en plus à la fin du bachelor. Ce sont ces deux raisons qui ont poussé l'École à définir des masters complets dès 2004 (année M1 modelée sur la 3^e année du cycle ingénieur, année M2 héritée des anciens DEA).

Elles la conduisent aujourd'hui à développer un ensemble de masters cohérents qui reflète au plus haut niveau la personnalité spécifique de l'École. Sa montée en puissance s'inscrit dans une politique globale d'établissement et en synergie avec le cycle ingénieur, pleinement impliqué dans ces évolutions depuis la réforme X 2000.

Le recrutement se réalise selon les principes suivants :

- recrutement en M1 : étudiants issus de la 2^e année du cycle ingénieur et étudiants issus de licence/bachelor d'universités françaises ou étrangères ;
- recrutement en M2 : étudiants ayant achevé une année de master dans une université française ou étrangère et étudiants issus d'autres grandes écoles d'ingénieurs.

La progression des effectifs suit les objectifs fixés dans le cadre du contrat pluriannuel 2007-2011 :

- promotion MX2006 : 123 étudiants en M2, dont 95 issus du M1,
- promotion MX2007 : 145 étudiants en M2, dont 98 issus du M1,
- promotion MX2008 : 165 étudiants en M2, dont 122 issus du M1,
- promotion MX2009 : 192 étudiants en M2, dont 152 issus du M1.

Thanh-Tâm LÊ relevant un certain nombre d'idées reçues ou de rumeurs injustifiées précise qu'il existe bien à l'entrée en master une sélection sévère qui va d'ailleurs en se renforçant continuellement au fil des ans. De même il est faux de déclarer que les étudiants en master inscrits à l'X sont de qualité inférieure ou que les étudiants inscrits chez les partenaires sont médiocres. La proportion d'une moitié de MX issus du cycle ingénieur polytechnicien est

par ailleurs maintenue tandis que seule une minorité d'étudiants ne sont inscrits qu'un an à l'X. Enfin il n'y a pas lieu de considérer que le développement des masters nuit à la visibilité du cycle ingénieur

Thanh-Tâm LÊ poursuit son exposé en décrivant les principales caractéristiques des masters de l'X :

- un haut degré de formalisation avec une grande densité conceptuelle et un équilibre entre théorie, modélisation et expérimentation ;

- une forte sélectivité avec notamment un passage systématique en commission d'admission, en M1 comme en M2 et des entretiens dans certaines filières, 50 % des étudiants étant issus du cycle ingénieur polytechnicien et l'autre moitié provenant très majoritairement de grands établissements français et internationaux ;

- l'appui sur les laboratoires du Centre de recherche, la coordination avec l'École doctorale de l'X allant croissante. Environ 25 % des diplômés de master poursuivent en thèse mais cela ne permet pas d'affirmer que les masters ont pour finalité unique une poursuite en doctorat. Chaque étudiant est suivi par un enseignant-chercheur référent, de nombreux intervenants en M1 et M2 proviennent des laboratoires et des cours scientifiques ou transverses qui sont ouverts aux doctorants ;

- des filières interdisciplinaires avec quelques masters portés par au moins deux départements de l'École. La moitié des M1 au moins sont bidisciplinaires et des possibilités multiples de valider des cours d'un département différent de celui du master choisi sont offertes. Il n'est donc pas exact de dire que l'X ne délivre que des masters spécialisés ;

- des enseignements d'ouverture (enseignements spécifiques de gestion de projet, stages en entreprise, cours obligatoires de langues en M1 comme en M2, enseignements d'humanités & sciences sociales, activités sportives) ;
- des actions de développement international : plusieurs filières aboutissent à un double master (avec Caltech, Columbia, Fudan...) et près de 50 % des étudiants sont étrangers.

Les objectifs d'amélioration portent essentiellement sur les sujets suivants :

- accroître le vivier d'excellents candidats,

- renforcer le recrutement en provenance de partenaires européens,
- développer des masters internationaux et des programmes joints de masters,

- conforter l'autonomie de l'X dans la conception et le portage,

- analyser l'offre masters de l'X en termes de « champs de compétence »,

- développer le lien avec le centre de recherche,

- réussir l'intégration dans la communauté polytechnicienne.

Thanh-Tâm LÊ conclut sa présentation en soulignant les axes d'effort autour des masters qui lui paraissent essentiels :

- renforcer le recrutement en M1, notamment en Europe,

- affirmer la cohérence M1-M2,

- améliorer la continuité masters-École doctorale,

- promouvoir le diplôme auprès des employeurs.

Daniel DEWAVRIN remercie Yves GNANOU et Thanh-Tâm LÊ d'avoir bien voulu faire cette présentation au Conseil de l'AX, laquelle a permis de mieux comprendre et appréhender ce nouveau cursus universitaire de l'École.

10. EXPOSÉ DE PHILIPPE LAGAYETTE SUR LE PROJET DE CAMPUS DE SACLAY

Philippe LAGAYETTE (63) présente le projet de campus de Saclay. Le plateau de Saclay abrite déjà de nombreuses activités universitaires et économiques comme les deux PRES ParisTech et Paris Sud, le CEA, l'INRA, le CNRS. On doit déplorer cependant un manque de coopération et de synergie entre les différentes activités même si quelques collaborations existent qu'elles soient informelles ou structurées comme DIGITEO ou le Triangle de la Physique. Philippe LAGAYETTE qui est le président de la Fondation commune à ces deux activités a été chargé par le gouvernement de présenter un projet global permettant de créer un véritable campus c'est-à-dire un lieu où la proximité physique et extraprofessionnelle est possible, ce qui est la clef de la réussite. Philippe LAGAYETTE présentera une proposition scientifique autour de 9 axes et un plan d'investissement. Ce projet ambitieux bénéficie du soutien des plus hautes autorités de l'État.

Par ailleurs le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche a lancé un plan « campus » qui labellise 10 sites. Le plateau de Saclay fait partie des sites retenus. Les entités du plateau qui ont fait une réponse commune doivent présenter maintenant des projets qui seront évalués. L'idée qui prévaut est qu'il ne faut pas seulement rénover mais aussi créer.

Bernard ESAMBERT (54) estime que la dispersion sur le site ne permet pas de fonctionner comme un campus traditionnel ou comme la Silicon Valley et qu'il faudra inventer un modèle.

Philippe LAGAYETTE ne partage pas entièrement ce point de vue. Il pense que la continuité est suffisante entre les entités du site pour permettre une vie de campus classique à condition que les infrastructures, routes, restaurants, cinémas, cafés, logements... soient réalisés.

Daniel DEWAVRIN remercie Philippe LAGAYETTE d'avoir répondu à l'invitation du Conseil et permis ainsi à ses membres de mieux comprendre les objectifs du projet de campus de Saclay dont l'École polytechnique sera une composante majeure.

Personne ne demandant plus la parole, la séance est levée à 20 h 30. ■

Vie des promotions

1938

Les camarades, épouses et veuves sont cordialement conviés au prochain magnan au restaurant Le Vauban, 7, place Vauban, 75007 Paris, le **jeudi 12 mars 2009, à 12 h 30**.

S'inscrire pour le 7 mars au plus tard auprès de Françoise GUILLEMIN (tél. : 01.47.51.69.73 ou 06.75.98.06.53).

1941

Déjeuner de promo avec épouses le **jeudi 19 mars 2009 à 12 h 30** au restaurant Le Vauban, 7, place Vauban, 75007 Paris (M° Saint François-Xavier ou École militaire). Une circulaire sera envoyée.

1951

Retenez la date du prochain déjeuner de promotion, avec épouses le **mercredi 18 mars 2009 à 12 h 30**, à la Maison des X. Convocation suivra.

Groupes X

X-NUCLÉAIRE

André-Claude LACOSTE (60), président de l'Autorité de sûreté nucléaire, animera notre dîner-débat du **lundi 16 mars 2009** à 19 h 30 à la Maison des X.

Inscriptions sur : <http://www.polytechnique.net/x-nucleaire>

X-ENVIRONNEMENT

Le groupe X-Environnement vous convie à **une réunion-débat** à la Maison des X, 12, rue de Poitiers, 75007 Paris. M° Solférino, RER musée d'Orsay. Entrée libre.

• **Mercredi 25 mars 2009 de 18 h 30 à 20 h 30.**

LE MÉTHANE

Le débat, préparé et animé par Jean-Marc JANCOVICI, sera précédé de trois exposés présentant différents aspects de la question :

- le cycle du méthane et sa contribution aux modifications climatiques,
- les risques de discontinuités massives par relâchement de méthane : que nous apprennent les surprises passées, et quelles surprises futures peut-on attendre ?
- la production biologique de méthane. Les intervenants seront précisés ultérieurement.

Le dîner annuel du groupe aura lieu à l'issue de la réunion-débat, renseignements et inscriptions sur : <http://www.x-environnement.org>

En savoir plus sur les activités du groupe X-Environnement : www.x-environnement.org

X-HISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

- Président : Maurice BERNARD (48), tél. : 06.83.69.45.65 mauricega.bernard@orange.fr
- Secrétaire : Jacqueline POTTIER, tél. : 01.42.50.65.57 jean.pottier1@free.fr

COMPTE-RENDU DE LA CONFÉRENCE DU 17 DÉCEMBRE 2008

«AGLAE, VINGT ANS AU LOUVRE»

par Philippe WALTER, directeur de recherche au CNRS, codirecteur du Laboratoire du Centre de recherche et de restauration des musées de France. Résumer les études scientifiques que permet de réaliser «AGLAE» est tâche impossible tant elles sont nombreuses ! Ce système d'analyse basé sur un accélérateur de particules offrant un ensemble de méthodes d'analyse non invasive utilisant des faisceaux d'ions énergétiques est donc installé dans les sous-sols du musée du Louvre depuis vingt ans, dans les locaux du Laboratoire qui existe depuis les années 1930 et emploie 80 personnes.

Il ne travaille que pour l'État et fait des études pour vérifier l'état et l'authenticité des pièces à acheter. Cette installation est encore actuellement la seule au monde uniquement employée pour étudier les œuvres des musées. L'accélérateur, de type Van de Graaf, produit sous l'effet d'un gradient électrique très élevé (de l'ordre du million de volts par mètre) un faisceau d'ions qui sortent par une fenêtre à l'air libre (distance de quelques millimètres). Le rayonnement réémis par la surface est analysé pour obtenir diverses caractéristiques, notamment la composition chimique.

On a ainsi étudié des objets très divers : la composition des yeux du scribe égyptien, des bijoux étrusques dont on a constaté qu'une partie avait été rajoutée au XIX^e siècle (composition de l'or), les pierres précieuses de la reine Arégonde pour en déterminer la provenance, la glaçure des céramiques des Della Robbia, les panneaux d'obsidienne polie de certains tableaux (Murillo) et des miroirs précolombiens... Ces mesures aident à comprendre les techniques et les pratiques des artistes, l'origine de certains composants, la conservation des matériaux, etc., et à détecter les copies ou restaurations anciennes.

COTISATION 2009

Pensez à la régler avant fin février.

Chèques à l'ordre de Amicale AX.
Merci d'inscrire votre promotion au dos du chèque.

Montant de la cotisation et de l'abonnement 2009

	COTISATION	ABONNEMENT	TOTAL
• Promos 1998 et antérieures 2 ^e membre d'un couple d'X	105 euros 52 euros	40 euros -	145 euros 52 euros
• Promos 1999 à 2002 2 ^e membre d'un couple d'X	78 euros 39 euros	30 euros -	108 euros 39 euros
• Promos 2003 2 ^e membre d'un couple d'X	52 euros 26 euros	20 euros -	72 euros 26 euros
• Promos 2004 2 ^e membre d'un couple d'X	26 euros 13 euros	10 euros -	36 euros 13 euros
• Promos 2005 2 ^e membre d'un couple d'X	10 euros 13 euros	5 euros -	15 euros 5 euros
• Promos 2006 à 2008	10 euros	GRATUIT	10 euros
• Titulaire d'un master 2006 et avant 2 ^e membre d'un couple	78 euros 39 euros	30 euros -	108 euros 39 euros
• Titulaire d'un master 2007 2 ^e membre d'un couple	52 euros 26 euros	20 euros -	72 euros 26 euros
• Titulaire d'un master 2008 2 ^e membre d'un couple	26 euros 13 euros	10 euros -	36 euros 13 euros
• Master étudiant	10 euros	GRATUIT	10 euros
• Titulaire d'un doctorat 2 ^e membre d'un couple	105 euros 52 euros	40 euros -	145 euros 52 euros
• Doctorants 2 ^e membre d'un couple	52 euros 26 euros	20 euros -	72 euros 26 euros

Le **prélèvement automatique**, fait chaque année fin février, simplifie votre vie et celle de l'AX. Merci de demander à l'AX avant le **31 janvier** le formulaire correspondant qui pourra être utilisé **pour la cotisation et l'abonnement 2009**.

CARNET PROFESSIONNEL

En partenariat avec

Nomination

60 Bertrand Vieillard-Baron est nommé président de l'Académie nationale de marine.

61 Thierry Coste est nommé directeur général de la Société de financement de l'économie française (SFEF).

65 Bruno Gamby est nommé président-directeur général des Chantiers de l'Atlantique au sein du Groupe Alstom.

67 Gilbert-Jean Audurier est nommé membre du directoire d'Eurosic.

71 Benjamin Camus est nommé responsable du département synthèses sectorielles de l'INSEE.

73 Pascal Poupelle est nommé membre du comité de direction du Groupe Dexia.

74 Carlos Ghosn est nommé président de l'Association des constructeurs européens d'automobiles (ACEA).

74 Dominique Vilbois est nommé président-directeur général d'ECA.

79 Jean-Pierre Wiedmer est nommé responsable de l'assurance pour l'Europe du Sud, Malte et l'Afrique du Nord au sein de la division HSBC Insurance Europe & Middle East du Groupe HSBC.

81 Jean-Marc Le Roux est nommé directeur général du bureau français de Bain & Company.

81 Régis Martin est nommé directeur adjoint de la division TMP de TDF.

83 Didier Patault est nommé second vice-président du conseil de surveillance de Natixis.

83 Jean-Éric Vimont est nommé président du directoire d'Eurosic.

85 Marc-Olivier Bévierre est nommé senior manager en charge du pôle santé de Cepton Stratégies.

86 Alain Gallais est nommé chef de la division indices de prix de l'industrie et des services de l'INSEE.

88 Bruno Carbonaro est nommé managing director de la division Oil Country Tubular Goods (OCTG) Europe et de la division Oil & Gaz de Vallourec.

91 Phi Nguyen est nommé associé d'Altia.

92 Frédéric Brochard est nommé directeur technique et des systèmes d'information de Radio France Internationale (RFI).

93 Thibaut Charmeil est nommé président-directeur général du département international de Segula Technologies.

La mesure du rayonnement de rétro-diffusion permet même l'analyse du matériau sur une certaine profondeur. Mais l'étude des peintures est rarement possible à cause de la sensibilité au rayonnement du vernis au plomb. Récemment on a lancé l'étude d'un projet AGLAE 2 pour moderniser l'appareil existant et réaliser une forme d'examen tridimensionnel des objets. Le Laboratoire sera maintenu au Louvre pour maintenir l'accès fonctionnel et sécurisé des objets du Musée.

Un « scoop », pour terminer, qui va paraître sous peu dans la presse : le Laboratoire était en train de faire un constat d'état du tableau de Léonard de Vinci *La Vierge, Sainte-Anne et l'Enfant* et, grâce à la réflectographie infrarouge (1 à 1,7 microns) les chercheurs ont vu apparaître au dos du tableau trois dessins : une tête de cheval, un demi-crâne et une tête d'enfant très proche de celle du tableau lui-même. C'est un cas très rare mais la qualité de ces dessins permet de les attribuer au maître lui-même.

Carnet polytechnicien

■ 1930

Décès d'Auguste Nicolas le 11.1.2009.

■ 1933

Décès de Jean Blancard le 24.12.2008.

Décès de Pierre Abeillé le 3.1.2009.

■ 1935

Décès d'Yves Danion le 31.12.2008.

■ 1936

Décès d'Amédée Dupuy le 24.12.2008.

■ 1940

Décès de Jacques Beyssen le 26.12.2008.

■ 1942

Paulette et François Parfait font part de la naissance de leur arrière-petit-fils Gustave Marquer, petit-fils de Jean-Claude Marquer (65, décédé) et de Christine Parfait, fils de Yann et d'Adélaïde Marquer.

■ 1944

Georges Reverdy fait part de la naissance de son 24^e petit-enfant, Eliot, le 8.8.2008.

■ 1947

Marc Meunier fait part de la naissance de son sixième arrière-petit-enfant, Jules.

■ 1950

Jean-Marc Mathieu de Boissac fait part de la naissance de son premier arrière-petit-fils, Titouan, le 5.11.2008, chez sa petite-fille Héloïse et Éric Baudrillier.

■ 1953

Décès de Jacques Clavier le 5.1.2009.

Décès de Georges Maës le 8.1.2009.

■ 1955

Décès de Georges-Yves Kervern le 16.12.2008, neveu de Jean Touz (28, décédé) et beau-frère de Michel Gérard (55).

Jean-Michel Guittard fait part de la naissance de sa petite-fille Marie, le 25.11.2008, chez Charlotte et Simon.

■ 1957

Gérard Coffinet fait part du décès de son épouse Lucienne, le 23.12.2008.

Danielle et François de Lamberterie font part de la naissance de leurs quatre derniers petits-enfants : César (4.8.2005) et Balthazar (26.7.2008) chez Olivia et Jean-Marc Piaton ; Félicie (19.10.2006) et Violette (19.10.2008) chez Chloé et Emmanuel Gagnez. André Le Saux fait part de la naissance de son cinquième petit-enfant, Lucile, chez David et Christine.

■ 1959

François Leenhardt fait part du décès de son épouse Maryse, le 21.9.2008.

■ 1960

Décès de Gilbert Martin le 20.10.2008.

■ 1961

Christian Gitiaux fait part de la naissance de son premier petit-enfant, Antonin, neveu de Xavier Gitiaux (2002).

■ 1963

Bernard Cinquin fait part de la naissance de son quatrième petit-fils, Calixte, chez Candice.

■ 1964

Denis Oulès fait part de la naissance de sa quatrième petite-fille Auriane, chez Laurent Oulès (88), et de son quatrième petit-fils Oscar chez Alexandre Oulès (92).

■ 1981

Décès de Jean-Luc Borsotto le 3.2.2006.

■ 1990

Jean-Nicolas Théobald fait part de la naissance de sa fille Victoire, son huitième enfant, le 3.7.2008.

■ 1991

Julien Pouillot et Florence Dugelay-Pouillot font part de la naissance de leur fille Aurore, le 25.6.2008.

■ 1994

Anne-Sophie et Damien Lavergne font part de la naissance de leur troisième enfant, Théophile, le 25.12.2008.

Astrid et Julien Devade font part de la naissance de leur cinquième enfant, Malo, le 13.11.2008.

■ 1995

Raphaël Carencio et Marina Guy-Chevanne font part de la naissance de Coppélia, le 28.5.2008.

Aurélia et Jean-Philippe Deschamps font part de la naissance de Laetitia, le 13.10.2008.

■ 1996

Sandrine Caillaud et Thomas Rouckout font part de la naissance de leur fille Eléa, le 17.5.2008.

■ 1999

Loïc Brient et Élodie Brient-Lizler (01) font part de la naissance de leur fille Abigaël, le 21.8.2008.

Guillaume et Isabelle Mellier font part de la naissance d'Aymeric, le 8.11.2008.

■ 2000

Delphine et François Chaumel font part de la naissance de leur fille Astrid, le 4.10.2008.

■ 2001

Jean-Marc Espinasse fait part de son mariage avec Anne-Laure Bauchet, le 19.7.2008.

Élodie Brient-Lizler et Loïc Brient (99) font part de la naissance de leur fille Abigaël, le 21.8.2008.

Camille et Olivier Guise font part de la naissance de Romane, le 2.12.2008, arrière-petite-fille de Bernard Fanton d'Andon (52).

■ 2003

Guillaume Hoddé fait part de son mariage avec Lucie Evano, le 6.9.2008.

Erratum

Une erreur technique a malencontreusement fait disparaître notre camarade Alain Grill (51) de la liste alphabétique de l'Annuaire 2008-2009. Il figure bien au sein de la promotion 51 ainsi que dans les autres rubriques.

X-VINICOLE

19^E SALON DES VIGNERONS POLYTECHNICIENS

Dimanche 15 mars de 11 heures à 19 heures

À la Maison des X, 12, rue de Poitiers, 75007 Paris

LISTE DES EXPOSANTS

ANJOU

- Mme TUGENDHAT mère de A. TUGENDHAT (2002)

ARMAGNAC

- CORDEROY du TIERS (47)

BANDOL

- Mme HENRY, belle-fille de HENRY (48)

BEAUJOLAIS

- COLLET (65)
- DESCROIX (58)
- FORMERY (37)
- LANSON (86)

BORDEAUX

- ARRIVET (57)
- Mme d'ANTRAS, petite-fille de GUILLLOT de SUDUIRAUT (14)
- Mme de BOIGNE, fille de PITRAY (24)
- LERICHE (57)
- NONY (79)
- PÉCRESSE (86)
- PÉLIER (58)

BOURGOGNE

- BONNET Jacques (42)
- LESTIMÉ (88)

CAHORS

- DEGA (69)

CHAMPAGNE

- PERRIN (50)

COTEAUX VAROIS EN PROVENCE

- FRANÇOIS (72 et 78)

CÔTES DE PROVENCE

- DOR (80)

GAILLAC

- LÉPINE (57)

JURANÇON

- SAUBOT (86 et 2000)

SAVENNIÈRES

- Fils de BIZARD (35)

Nous vous invitons à rendre visite aux 23 vigneron polytechniciens qui tiennent leur traditionnel salon le 15 mars prochain. C'est à la fois un moment de convivialité et de rencontres amicales et aussi de découverte, découverte de nouveaux millésimes et de nouveaux vins. L'éventail de leurs productions est large, couvrant un grand nombre des grandes régions viticoles françaises. C'est avec grand plaisir qu'ils pourront vous parler du monde de la vigne et du vin et vous y faire déguster leur production.

Si vous le souhaitez, il est également possible de déjeuner à la Maison des X, ce dimanche, tout en dégustant le vin d'un des vigneron présents.

Nous vous donnons donc rendez-vous le 15 mars à la maison des X pour goûter les vins des vigneron polytechniciens et leur apporter vos encouragements.

Patrice COLLET (65),
président du groupe X-Vinicole



Val d'Iris : Anne et Jean-Daniel DOR (80).

D.R.

DÉJEUNER AU SALON

Un repas (37 euros sans boisson) pourra être pris sur place et accompagné de vins achetés directement aux exposants.

Réservation indispensable, tél. : 01.49.54.74.74.

AU PROGRAMME DES ACTIVITÉS DU GPX



12, rue de Poitiers, 75007 Paris.
Téléphone : 01.45.48.52.04.
Télécopie : 01.45.48.64.50.
Courriel : gpx@polytechnique.org

Site Internet : gpx.polytechnique.org

Pour plus de détails
sur toutes les activités du GPX
consultez notre site.

DÎNER-DÉBAT

- Mardi 17 mars à 18h30 à la Maison des X « **Alphonse ALLAIS** » raconté et joué par Michel LARIVIÈRE, ancien de la Comédie-Française.
- Mercredi 1^{er} avril à 18h30 à la Maison des X « **Science, technologie, technique (culinaires) : quelles relations ?** » par Hervé THIS, directeur scientifique de la Fondation science et culture alimentaire (Académie des sciences).

VISITES CULTURELLES

- *Les primitifs italiens* au musée Jacquemart-André.
- *Exposition sur l'Égypte* au musée du Louvre.

VISITES TECHNIQUES

- *L'imprimerie des journaux officiels* : mercredi 4 mars.
- *Cimenterie de Gargenville et Centre de recherche des Technodes (groupe Ciment français)*. Journée technique : mardi 7 avril.

THÉÂTRE

- *Cochons d'Inde* au Théâtre Hébertot.
- *César, Fanny, Marius* au Théâtre Antoine.
- *Orchestre Colonne* à la Salle Gaveau.

BRIDGE

- **Tournois officiels**, homologués par la FFB, **tous les lundis** à 14h30 à la Maison des X sous l'égide du GBX.

- **Parties libres** (ou tournois officiels) **tous les mercredis** à 14h30 à la Maison des X.

- **Cours de bridge 1^{er} niveau** les jeudis matin : 12 mars, 26 mars et 2 avril.

- **Cours de bridge perfectionnement** les jeudis après-midi des mêmes jours.

YOGA

Les cours ont lieu à la Maison des X :
– les lundis matin de 10 h à 12 h,
– les jeudis en fin de journée de 17h30 à 19h30.
Compte tenu du succès de cette activité, un troisième groupe est en train de se constituer.

VOYAGES

- **LA GRÈCE avec les Météores**
Circuit de 10 jours en mai 2009.

Classique, comme la Grèce antique.
Mycènes et son acropole.
Le théâtre d'**Épidaure**.
La citadelle de **Mystra**.
Le musée archéologique d'**Olympie**.
Delphes et son amphithéâtre.

Fantastique, comme les Météores.
Le massif du **Pélon** ou la presqu'île des **Centaures**.
Visite de deux des monastères classés au Patrimoine mondial de l'Unesco.
Le petit train du Pélon «le Moutzouris» : un train pittoresque à vapeur qui serpente à flanc de montagne jusqu'à Miliès.

Magique, comme la croisière dans le golfe Saronique.

Découverte des îles du golfe. Escala à **Égine**, la plus grande des îles, puis à **Poros**, « l'île aux citronniers », enfin **Hydra**, joyau des îles du golfe.

Pour terminer :

Visite d'**Athènes** et de son acropole.
Excursion au **cap Sounion**.

■ L'ÎLE DE LA RÉUNION

en novembre 2009
Ce voyage, d'une dizaine de jours, vous permettra d'admirer les magnifiques sites naturels de l'île, mais aussi, au cours d'une journée, de parcourir la route des Tamarins, dont les ouvrages d'art sont à la pointe des techniques de construction.
Pour les marcheuses et marcheurs, quelques demi-journées de randonnée sont prévues, pendant que les autres participants feront du tourisme motorisé.

PROMENADES À PIED

■ Dimanche 22 mars 2009

avec Jean-Paul BOUQUIN (61),
tél. : 01.45.00.31.63.
Le sentier des oratoires en forêt de Saint-Germain-en-Laye.
Circuit peu accidenté de 19 km dans la forêt de Saint-Germain-en-Laye en passant par les nombreuses croix et oratoires érigés dans la forêt.
Rendez-vous à 10 heures à la sortie de la gare RER de Saint-Germain-en-Laye, côté entrée du château.
Retour vers 16h30 à la gare du RER. Il y a un départ tous les quarts d'heure.

BULLETIN D'ADHÉSION AU GPX (saison 2008-2009)

Nom, Prénom : Promo :

Adresse :

Courriel : Tél. :

désire adhérer comme :

- Membre Sociétaire (avec droit de priorité) 66 euros *
 Membre Associé 31 euros

et adresse ci-joint un chèque de euros
au GPX, 12, rue de Poitiers, 75007 Paris.

* 33 euros pour les promos 95 et postérieures et pour les veuves.



AX - BUREAU DES CARRIÈRES

5, rue Descartes, 75005 Paris
Tél. : 01 56 81 11 14
Fax : 01 56 81 11 03
carrieres@amicale.polytechnique.org
Site Web : www.abcdx.com



Le Bureau des Carrières peut t'aider à piloter ta carrière professionnelle au mieux de tes intérêts dans les périodes agitées que nous traversons actuellement : évolution, réorientation, changement de secteur, de métier...

Le cas échéant, nous pouvons t'aider à préparer et à réussir une recherche d'emploi.

Pour cela, nous te proposons les services suivants :

ENTRETIENS PERSONNALISÉS

Il est de ton intérêt de prendre conseil le plus tôt possible, dès que certains signes avant-coureurs se manifestent : ambition contrariée, envie de changer, ennui, impasse, climat difficile, retrait des responsabilités, incompréhension, mutation non désirée...

Nicolas ZARPAS (58) et Michel PRUDHOMME (64) sont à ta disposition pour en parler. Ils ont l'habitude, et peuvent t'éviter des réactions trop hâtives ou inefficaces.

Nicolas, ancien cadre supérieur de Péchiney, est responsable du Bureau des Carrières depuis 2002. Il a déjà conseillé près de 1 000 camarades à ce titre.

Michel, quant à lui, professionnel du Conseil en transition de carrière, a accompagné plus de 250 cadres et dirigeants dans des Cabinets internationaux, puis dans son propre Cabinet.

SÉMINAIRES & ATELIERS

En fonction de ton cas, il te sera proposé un ou plusieurs séminaires organisés par le Bureau des Carrières, afin de t'aider à préparer ton plan d'action. Ces séminaires peuvent intéresser aussi bien les camarades en poste (qu'il s'agisse de leur premier poste ou qu'ils soient expérimentés) que ceux qui ne le sont plus.

Les appréciations des camarades nous ont montré que ces séminaires étaient bien appréciés, et qu'ils se sont souvent révélés très utiles.

RÉSEAUX

Une fois ton projet finalisé, tu pourras accéder à divers réseaux polytechniciens :

- correspondants et contacts du Bureau des Carrières en entreprise,
- parrains et mentors,
- le groupe X-Évolution professionnelle, formé de camarades en recherche qui se retrouvent périodiquement au 5, rue Descartes pour y échanger sur leurs expériences.

LOGISTIQUE

Les moyens suivants te seront aussi accessibles :

- le site de petites annonces www.manageurs.com
- des listes de chasseurs de têtes, conseils en évolution professionnelle, avocats...
- la documentation disponible à l'AX, à Palaiseau et sur Internet
- un bureau équipé situé 5, rue Descartes.

En conclusion, si tu ne t'occupes pas de ta carrière, personne d'autre ne s'en occupera, si ce n'est pour prendre des décisions te concernant à ta place. Il vaut mieux prévenir que guérir.

Le Bureau des Carrières est là pour t'aider dans cette démarche proactive.

Contacte Nadine MÉLISSÉ qui s'occupe de toute la logistique du Bureau des Carrières au 01.56.81.11.14.

TARIFS 2009

annonce permanente :
9 euros la ligne par mois

Les annonces à publier dans le numéro de **mars 2009** devront nous parvenir au plus tard le **vendredi 13 février 2009**

Seules les annonces reçues par courrier, fax ou courriel seront traitées (aucune annonce par téléphone).

Le règlement s'effectue en fin d'année.

OFFRES DE SITUATION

Elles sont sur le site Web :
www.abcdx.com

ANNONCE PERMANENTE

■ **3523 - Bertin Technologies**, Groupe leader en expertises et en réalisations technologiques pluridisciplinaires (430 personnes dont 350 ingénieurs en mécanique, électronique, optique, logiciel, biologie...), recherche pour soutenir sa croissance des ingénieurs experts, des chefs de projets et des responsables d'activités à haut potentiel (management d'équipes, conduite d'études et de développement d'équipements à forte valeur ajoutée). Esprit d'entreprise, innovation technologique, professionnalisme dans la satisfaction des clients et la conduite de projets sont nos valeurs. Venez les partager avec nous et nos partenaires. Contact : Philippe Demigné X82, président. Tél. : 01.39.30.61.00. demigne@bertin.fr — www.bertin.fr

DEMANDES DE SITUATION

Elles sont sur le site Web :
www.abcdx.com

■ **3468 - X72, MBA INSEAD 80**, 21 ans de DG de sociétés opérant dans le bien d'équipement, recherche poste de DG (avec idéalement participation au capital ou transmission si possible) ou mission de management de crise ou de transition ou d'amélioration de performances ou de projets complexes.

■ **3471** - X74, DGA d'une société papetière, cherche direction générale, direction de business unit ou direction de centre de profit dans industrie. Expérience essentiellement production, logistique et commerciale. Manager.

■ **3472** - Formation X 84 ENSTA CEDEP. 20 ans d'expérience majoritairement dans l'équipement automobile en France et en Tunisie, cherche position de direction générale en France ou à l'étranger de

préférence dans le domaine de l'équipement automobile ou de la mécanique.
CV sur managers.com
Contacter Ismail Kamoun
au +21620528698.

AUTRES ANNONCES

5, rue Descartes, 75005 Paris
Tél. : 01 56 81 11 11 – Fax : 01 56 81 11 01
Courriel : annonces@amicale.polytechnique.org

OFFRES DE LOCATIONS

PARIS/BANLIEUE

■ **LA564** - BRÉTIGNY - 3 min. RER C, X92 loue apt 3 p. neuf, standing, 2 chbres cuisine et WC séparés, 66 m², 2 balcons, parking. 06.08.95.32.08.

PROVINCE

■ **LB823** - LE BRUSC (83) - X61 - confortable maison familiale, 7 chbres, 4 s. de bains, jardin arboré palmiers, prox. plages et port - 1800 à 2000€/semaine. jpparet@wanadoo.fr - 06.78.55.37.18.

ÉTRANGER

■ **LC71** - X52 - Médina de Marrakech. Visitez : www.riad-sekkat.com

VENTES D'APPARTEMENTS ET PROPRIÉTÉS

PARIS/BANLIEUE

■ **VA587** - PARIS VI^e (STANISLAS) - Appt exceptionnel, 240 m², 4^e étage, sans vis-à-vis, très belle vue, clair, 4 chbres, 2 s. de bains, 1 s. d'eau, parfait état. Belle-fille X54 : 06.20.48.93.01.

■ **VA588** - NEUILLY-SUR-SEINE (92), rue Saint-James - Appt 197 m², 5^e étage, calme et ensoleillé, 3 chbres, cave et parking. Belle-fille X54 : 06.20.48.93.01.

■ **VA589** - PARIS V^e - RUE ROLLIN - Immeuble classé. Amis collaboratrice AX vendent apt disponible, 30 m², chbre, séjour, cuisine, s. de bains - 270 000 €. Tél. : 02.98.70.55.84 ou 06.37.76.61.18.

TARIFS 2009 (la ligne)

Demandes de situation : 7 euros

Offres d'emploi : 10 euros

Immobilier : 14 euros

Divers : 16 euros

Les annonces à publier dans le numéro d'avril 2009 devront nous parvenir au plus tard **lundi 16 mars 2009**

Les annonces sont publiées à titre de service rendu aux camarades et n'engagent pas la responsabilité de l'AX. Elles sont publiées sur le site Internet www.polytechniciens.com dès le tout début du mois de parution dans la revue.

PROVINCE

■ **VB534** - LYON Hespérides Brotteaux. Studio 25 m² + loggia 7 m² + cave 5 m², 2^e étage, ensoleillé. Bon état 65 K€. Conte (64). 01.60.10.41.41.

■ **VB535** - COMPIÈGNE (60) - 1 h Paris - 1 000 m² terrain clos constructible. Maison fin xx^e siècle, R.d.C + 2 étages, comprenant véranda à rénover, séj., salon bureau, cuisine, arrière-cuis., 3 chbres, s. de bains à refaire par propriétaire, 2 p., 2 greniers, cave, chauffage gaz, dépendances, gd gar. écuries, grange lapinière. 400 000 €. 01.45.27.54.12. Visites : Mme Sautel 03.44.40.32.66.

DIVERS

■ **D536** - Benoît RICHARD, Sciences Po, (fils Richard 42), conseil immobilier, **RECHERCHE APPARTEMENTS et PROPRIÉTÉS**, (vente, location) - conditions spéciales X - Agence Internationale ÎLE SAINT-LOUIS, 75004 Paris. Tél. : **06.09.74.38.37** (et 01.44.41.01.00), ile-saint-louis.immo@wanadoo.fr

■ **D537** - Épouse BOLLIER (64) cherche belles maisons ou beaux appts VIDES ou MEUBLÉS pour étrangers en séjour Paris ou environs - 6 mois à 2 ans - garanties financières - loyers intéressants - conditions préférentielles. Quality Homes Internat. Tél. : 01.44.71.35.44. Fax : 01.47.57.75.57. qhiparis@aol.com

■ **D538** - Can Hoang NGO (67) - Actuaire donne leçons particulières de maths aux élèves de classes terminales et classes préparatoires de préférence dans Paris. Appeler au 01.45.25.20.61 ou envoyer un courriel à : canhoang.ngo@orange.fr

Management de transition

Le **mercredi 25 mars 2009**, une conférence-débat est organisée conjointement par les associations des anciens de l'X, Centrale et de l'ESCP-EAP au grand amphithéâtre de l'ESCP-EAP, 79, avenue de la République, 75011 Paris, à 18h45 précises, suivie d'un cocktail à 20h30. Participation : gratuite pour les anciens, 20 € pour les autres participants.



Le CEIPI, une référence mondiale de la propriété intellectuelle !

Vous souhaitez intégrer un pôle d'excellence en propriété intellectuelle, le CEIPI (Centre d'études internationales de la propriété intellectuelle - Université de Strasbourg), forme, depuis quarante cinq ans, des spécialistes du droit de la propriété intellectuelle.

Notre Centre comprend trois sections :

■ Une Section nationale

- deux diplômes universitaires en propriété industrielle pour des ingénieurs (brevets d'invention) ou des juristes (marques, dessins et modèles)
- trois diplômes Masters (M2) en droit de la propriété intellectuelle, dont deux à finalité professionnelle et un à finalité recherche.

■ Une Section internationale

- préparation à l'examen professionnel de mandataire européen auprès de l'Office européen des brevets
- deux diplômes dispensés en langue anglaise : diplôme universitaire « Contentieux des brevets en Europe » ; un Master (M2) « Droit de la propriété intellectuelle et Management », à finalité professionnelle

■ Une Section recherche

- thèses, publications, colloques dans le domaine de la propriété intellectuelle, conseils auprès des principales institutions européennes et internationales

Contact : Tél. : 03.88.14.45.86/87 - Mail : ceipi@ceipi.edu
Site web : <http://www.ceipi.edu/>



Accompagner
le développement
des collectivités et
des entreprises

Echanger et communiquer, se déplacer et vivre en sécurité, travailler avec efficacité, profiter des nouvelles technologies et de toutes les énergies en les maîtrisant, produire plus et mieux en respectant l'environnement : chacun doit pouvoir bénéficier d'un cadre de vie qui progresse en permanence.

Spécialiste des domaines du génie électrique, mécanique et climatique, de l'énergie, des communications et des infrastructures, **SPIE aménage le cadre de vie et contribue à le faire évoluer** en accompagnant les collectivités et les entreprises dans la conception, la réalisation, l'exploitation et la maintenance de leurs installations.

En partenariat avec leurs clients, les collaborateurs de SPIE conçoivent, réalisent et font vivre des solutions innovantes et durables qui permettent le bon fonctionnement quotidien de nos infrastructures, nos usines, nos villes, nos maisons.

SPIE, l'ambition partagée

SPIE SA
3,7 Mds € de chiffre d'affaires
29 000 personnes
400 implantations dans 28 pays

www.spie.com
www.spie-job.com





Giffard-Bouvier (X 82)

Nom : *Giffard-Bouvier*

Prénom : *Daniel*

Promotion : *X 82*

Nom de l'entreprise : *PricewaterhouseCoopers – Conseil en management*

Poste dans l'entreprise : *Associé*

Tel professionnel : *01 56 57 84 99*

Adresse mail : *daniel.giffard-bouvier@fr.pwc.com*

Quel a été ton parcours professionnel depuis la sortie de l'X, et quel poste occupes-tu aujourd'hui ?

J'ai choisi d'entrer directement dans la vie professionnelle à la sortie de l'X, et d'intégrer un cabinet de conseil en management, Bossard Consultants, pour me confronter à des situations concrètes d'entreprise. Je suis rapidement intervenu sur des projets de réorganisation et d'amélioration des performances, avec un souci constant d'intégrer la dimension managériale et humaine pour assurer la réussite des changements. J'ai rejoint PwC en 1997 et je suis aujourd'hui Associé au sein de l'activité Conseil en management de PricewaterhouseCoopers en France.

Pourquoi as-tu choisi PwC ? Et comment y es-tu rentré (stage, relation...) ? Description de PwC (ambiance, travail en équipe, traits spécifiques de la culture d'entreprise).

J'ai choisi PwC pour son réseau international très développé, et pour la large palette des compétences représentées au sein de la firme : consultants, auditeurs, avocats... La culture d'entreprise se caractérise notamment par une focalisation sur la qualité du service client, par une capacité à bâtir des prestations de service sur mesure, par un attachement au travail en équipe pluridisciplinaire et par une ouverture aux initiatives et projets nouveaux. PwC est aussi une firme basée sur un partnership, ce qui se traduit par un mode de management reposant sur le souci du partage de points de vue et l'obtention d'un consensus.

Quelles sont les spécificités de ton domaine ? En quoi consiste ton métier ? Et pourquoi t'intéresse-t-il ?

Je suis aujourd'hui Associé en charge du développement de nos activités de conseil en Ressources Humaines et en Accompagnement du Changement en France. J'interviens en conseil auprès des directions de différents secteurs d'activité (Energie, transport, industrie, finance) pour les accompagner de manière durable dans la conduite de leurs grands projets de transformation : rapprochement et fusion d'entreprise, réorganisation, internationalisation, mutualisation... Cette activité de conseil se caractérise par la grande diversité des situations et des problèmes à comprendre et à traiter, et par une grande richesse des interlocuteurs rencontrés aux différents niveaux de l'entreprise. Le positionnement de PwC est de s'assurer que les prestations de conseil contribuent aux enjeux majeurs de nos clients et apportent une réelle valeur ajoutée à l'entreprise ; il s'agit aussi de construire un partenariat durable avec l'entreprise, et de l'accompagner lors de tous les moments-clés de son évolution : développement, fusion, réorganisation...

Les prestations de conseil de mon activité sont très diversifiées : déploiement d'une nouvelle stratégie, mise en place de nouvelles organisations, accompagnement du changement dans le cadre de transformations, renforcement de l'efficacité managériale, développement des compétences.

Mon travail comprend également une part importante de management d'équipe, de développement commercial et de préparation de la mise en place de nouvelles offres de service.

Quelles sont les perspectives d'avenir ?

Le secteur du conseil doit bien évidemment s'adapter en permanence à l'évolution des attentes des clients, et en particulier, en cette période, s'adapter à un contexte de crise en proposant des offres de service pour permettre aux entreprises de retrouver des marges de manœuvre et de continuer à préparer l'avenir. La conduite du changement est une composante essentielle de tout projet de transformation réussi, et elle sera d'autant plus efficace qu'elle aura été engagée dans les phases amont d'un projet.

Au sein de PwC, nous disposons d'une réelle marge de manœuvre pour identifier les thèmes ou offres de services sur lesquelles nous souhaitons nous développer ; les possibilités d'évolution de carrière tant en France qu'à l'international sont très diversifiées, et reposent pour une large part sur la prise d'initiative de chacun.

Quelles sont les compétences requises pour exercer ce métier ? Quelles qualités professionnelles et personnelles te semblent nécessaires pour exercer ce métier ?

Ce métier nécessite une forte curiosité pour s'adapter en permanence à de nouveaux problèmes posés et à de nouveaux contextes d'entreprise. La capacité à établir des relations de confiance et durables avec des interlocuteurs à différents niveaux de responsabilité et à entretenir un réseau de contacts privilégiés est une compétence vitale. Ce métier nécessite également d'être capable d'affirmer son point de vue et de convaincre les interlocuteurs concernés du bien fondé de nos recommandations. Par ailleurs, notre valeur ajoutée en tant que conseil externe nécessite d'assurer un bon équilibre entre rigueur et objectivité d'une part, et capacité à être force de proposition et d'innovation dans nos conseils auprès des entreprises d'autre part. La capacité à coopérer efficacement avec les différents intervenants et métiers au sein de notre firme est également essentielle.

Quel message voudrais-tu faire passer à des jeunes X qui n'ont pas pensé à ce métier là ?

Ce métier permet de se retrouver assez rapidement en situation de discussion avec des responsables d'entreprises, et de prise d'initiatives ; il permet de se construire un parcours de développement des compétences personnalisées, compte tenu de la grande diversité de nos offres et des secteurs d'activité dans lesquels nous intervenons. Le fonctionnement en mode projet avec des équipes différentes selon les missions permet également de travailler avec d'autres consultants ayant une grande diversité d'expériences et de compétences. ■

Mon entreprise,
elle me fait voir
le monde
différemment



- . Programme «Women in PwC»
- . 400 stages Etudiants
- . 25 bureaux en régions
- . Fondation PwC

PwC vous accompagne chaque jour pour vous offrir le meilleur et vous permettre de vivre votre métier comme vous l'entendez. Entrer dans notre réseau, c'est s'ouvrir de nouvelles perspectives au cœur du monde de l'audit, du conseil et de l'expertise comptable. Votre avenir a de beaux jours devant lui... Postulez en ligne sous réf. «Revue Jaune & Rouge/2009».

Je veux. Je peux.



Retrouvez nos engagements sur
pwcrecrute.com

PRICEWATERHOUSECOOPERS 

Une entreprise à visage humain



Dans un contexte de guerre des talents, séduire les diplômés de grandes écoles et recruter, chaque année, de nouveaux salariés s'imposent de plus en plus comme un enjeu de compétitivité à part entière pour les entreprises. Tout en dessinant les contours de la politique RH de SPIE, Thierry Smaghe – Directeur des Ressources Humaines – réaffirme avec conviction que le développement de ce groupe européen de services multi-techniques aux collectivités et aux entreprises n'a de sens que s'il s'accompagne de l'investissement de tous.

Au cours des dernières années, SPIE a su s'adapter à de nombreuses évolutions notamment des changements d'actionnaires et un positionnement sur de nouveaux métiers et marchés. Que représente, aujourd'hui, votre Groupe ?

Nous avons opéré un repositionnement stratégique en nous concentrant sur le développement des services techniques dits de proximité. Cette démarche nous a permis d'accroître la lisibilité de nos activités auprès de nos clients tout en favorisant la compréhension des métiers mis en œuvre par nos collaborateurs. SPIE regroupe, désormais, des activités multi-techniques – génie électrique, génie climatique, génie mécanique tant dans le domaine de l'installation que de la maintenance – mais également des activités dites de « spécialités » – Communication, Nucléaire et Pétrole & Gaz. Depuis plusieurs années, le développement de notre activité s'effectue tant par croissance organique que par croissance externe en France et en Europe. Comme par ailleurs nous respectons nos objectifs de rentabilité, notre actionnaire – le fond d'investissement PAI – nous soutient dans cette dynamique. En 2008, grâce à ses 29 000 collaborateurs répartis au sein de 400 implantations essentiellement en Europe de l'ouest mais aussi dans près de 27 pays du monde, SPIE a totalisé un chiffre d'affaires d'environ 3,7 milliards d'euros. Notre stratégie de développement volontariste est le fruit de la complémentarité géographique de nos implantations et des compétences de nos collaborateurs. Fondée autour des valeurs fortes de sécurité, respect, transparence et développement de ses collaborateurs, SPIE est, avant tout, une entreprise humaine empreinte d'une forte culture d'entrepreneurs.



Thierry Smaghe

La mondialisation impose aux entreprises la définition d'une politique RH cohérente. Comment la gestion des ressources humaines a-t-elle évolué au sein de votre Groupe ?

Notre rôle consiste, aujourd'hui, à nous adapter en permanence aux marchés, aux clients et aux évolutions économiques, technologiques et sociales. Nos salariés interviennent dans des secteurs aussi divers que ceux des collectivités locales, des infras-

structures d'énergie, de transport et de communication sans oublier le secteur tertiaire et l'industrie. Nos domaines d'intervention vont bien au-delà de notre métier historique d'électricien ce qui exige une grande diversité de compétences. Notre objectif majeur est de recruter, former et fidéliser des collaborateurs de talent tout en étant attentif à la gestion prévisionnelle des emplois et des compétences, particulièrement dans le contexte économique actuel.

Vous privilégiez, donc, la mobilité et la promotion interne tout en recrutant activement...

Effectivement, en 2008, 4 500 nouveaux collaborateurs ont rejoint notre groupe dont 3 100 recrutements et 1 400 par croissance externe. Afin d'assurer son développement mais aussi celui de ses collaborateurs, SPIE mène une politique de formation très volontariste en investissant près de 4 % de sa masse salariale dans des programmes de formation. Organisés en fonction des plans stratégiques de chaque activité, ces programmes, adaptés aux besoins de nos collaborateurs, sont réalisés par l'Institut Technologique de SPIE destiné aux formations métiers et par le Centre de formation interne du Groupe, notamment pour les formations managériales, linguistiques ou informatiques. Enfin, les Comités d'Évaluation et de Développement des Ressources de l'Entreprise ou encore les plans d'accompagnement personnalisé pour les collaborateurs en phase d'évolution, nous permettent de détecter les nouveaux talents et de mener une politique de promotion interne dynamique.

Vous développez une approche dite « serious game ». Pourquoi est-ce un moyen efficace de dynamiser votre politique de recrutement ?

Outre le développement de la notoriété et la clarification de l'image et de l'offre du Groupe, l'île interactive en 3D, MySPIE accessible sur notre site Internet, permet de soutenir et de dynamiser notre politique de recrutement. L'approche « serious game » de MySPIE permet de présenter simplement la grande diversité de nos métiers techniques qui ne sont pas toujours visibles ni faciles à appréhender, y compris en interne. MySPIE complète, donc, les outils traditionnels de recrutement en permettant à nos futurs collaborateurs – jeunes diplômés ou déjà expérimentés – de découvrir les secteurs où ils pourront valoriser leurs compétences et s'accomplir.

Votre politique RH est-elle un enjeu de compétitivité à part entière ?

Bien sûr. Notre forte implantation locale implique un management au plus près de nos entités opérationnelles. Concilier performance et éthique d'entreprise, privilégier l'accessibilité et l'écoute des managers vis-à-vis de leurs équipes, encourager l'évolution de talents et professionnaliser les jeunes font partie de nos engagements. Cela se traduit, notamment, par des politiques volontaristes de recrutement auprès de jeunes diplômés mais également de professionnels confirmés qui apportent leur savoir-faire et leurs compétences à notre Groupe. Par la voie de l'apprentissage nous intégrons chaque année 1 000 apprentis qui sont formés à nos métiers. Des programmes de formation adaptés et ambitieux permettant de garantir un haut niveau de professionnalisme. Enfin, les évolutions sont facilitées par la diversité de nos métiers et de nos implantations géographiques.

Diriez-vous qu'il est essentiel de fonder votre développement stratégique sur des valeurs humaines pérennes partagées par les hommes et les femmes de votre entreprise ?

Le développement de nos activités n'a de sens que s'il s'accompagne de l'investissement de tous. C'est la raison pour laquelle, nous attachons une importance toute particulière à l'actionnariat salarié : nos collaborateurs détiennent, en effet, 13 % du capital de l'entreprise. Depuis plus de 100 ans, notre Groupe a été confronté à des changements importants. Mais, le partage de nos valeurs de proximité, de performance et de responsabilité nous a permis de créer un socle commun à tous nos collaborateurs et de remplir, ainsi, la mission que nous nous sommes fixés : aménager le cadre de vie et contribuer à le faire évoluer en accompagnant le développement des collectivités et des entreprises.

Propos recueillis par Emilie Vidaud

CALYON : évolutions

CRÉDIT AGRICOLE CIB

et perspectives de carrières des ingénieurs

Avec près de 13 000 collaborateurs répartis dans 57 pays, Calyon, la banque de financement et d'investissement (BFI) du groupe Crédit Agricole s'appuie sur la solidité du Groupe pour poursuivre son développement au centre duquel l'informatique joue un rôle crucial.

Thomas Crouzet (X 94) nous fait vivre au quotidien la vie d'un responsable informatique chez Calyon. Explications.

Propos recueillis par Gaëlle Atlan-Akerman



Thomas Crouzet (X 94)

Huit ans après votre arrivée chez Calyon, quel bilan faites-vous sur votre parcours ?

Depuis 2000, j'ai suivi une trajectoire professionnelle qui m'a conduit à des fonctions conformes à mes ambitions. Depuis mon arrivée, j'ai connu une évolution rapide à travers différents postes. J'ai d'abord intégré les équipes de support informatique au sein desquelles j'ai rapidement pris des responsabilités d'encadrement. Aujourd'hui, j'interviens essentiellement sur les activités de trading de produits dérivés de taux et sur leurs fonctions support en animant de grosses équipes réparties entre Paris, New-Delhi, New York et Hong Kong.

Comment sont répartis les ingénieurs au sein de vos équipes ?

Les équipes sont réparties géographiquement à l'international entre l'Inde pour les projets de développement et New-York et Hong Kong pour les activités de support local.

En ce qui concerne plus précisément la France, une partie importante des ingénieurs sont issus des grandes écoles. Les anciens Polytechniciens sont particulièrement bien représentés dans nos équipes, notamment à la direction du service informatique.

Dans quelles mesures Calyon est attractif auprès des jeunes ingénieurs ?

Face à des métiers qui évoluent très vite, l'enjeu pour les ingénieurs est de trouver le bon compromis pour répondre aux exigences fortes en termes de réactivité et de performance tout en maîtrisant les risques pour garantir la stabilité de la production informatique.

La vitesse à laquelle évoluent nos projets peut s'avérer déstabilisante si les risques encourus sont sous évalués. En conjuguant expertise technique et challenges, la BFI en général et Calyon en particulier est un secteur d'activité très attractif pour les jeunes ingénieurs.

Quelles sont les perspectives d'évolution offertes aux ingénieurs ?

Les filières managériales et les filières d'expertises techniques sont les principales évolutions proposées aux ingénieurs. Malheureusement, nous constatons que beaucoup d'entre eux, comme d'ailleurs beaucoup de collaborateurs, sous estiment la richesse et la variété des métiers d'aide à la performance d'une BFI. Le front office n'est pas la seule voie. Les fonctions supports et notamment l'informatique sont en effet des métiers passionnants pour débiter sa carrière. C'est pourquoi Calyon communique beaucoup auprès de ses collaborateurs et des candidats pour expliquer la variété de ses métiers et les perspectives de carrières qu'elle offre.

À l'heure où les carrières s'internationalisent, quelle est l'offre de Calyon ?

Implanté dans cinquante-sept pays, le groupe est en mesure de satisfaire des ambitions internationales soit en proposant une évolution dans l'une des implantations du groupe, soit en confiant des missions internationales plus ponctuelles. Précisons qu'à Paris ou ailleurs, chacun des ingénieurs travaille au quotidien dans un contexte multiculturel en raison de l'envergure internationale du groupe.

Les recrutements sont-ils maintenus dans le contexte actuel de crise financière ?

L'environnement bancaire a toujours été très compétitif et sélectif dans ses recrutements.

Dans ce nouveau contexte chahuté, nous devons renforcer, aujourd'hui plus que jamais, nos relations avec les écoles afin d'apporter des réponses aux jeunes diplômés sur leurs orientations futures. Nous devons mieux communiquer sur la richesse et l'intérêt des carrières dans les fonctions support de la banque et notamment dans l'informatique qui sait offrir des projets variés et transversaux à des jeunes diplômés dans des environnements de plus en plus complexes. ■

MARS & CO

Dans un monde du Conseil en Stratégie dominé par des entreprises américaines ayant toutes "descendu le Gulf Stream", MARS & CO est unique pour au moins quatre raisons :

- 1. nous sommes les seuls consultants en stratégie d'origine européenne à nous être imposés aux Etats-Unis, où nous comptons maintenant la moitié de nos activités et de nos consultants ;*
- 2. nous sommes les seuls consultants en stratégie reconnus au niveau mondial à garantir l'exclusivité de nos services à nos clients ;*
- 3. nos clients sont un nombre limité de grandes entreprises internationales auxquelles nous lient des relations de partenariat à long terme ;*
- 4. nous estimons être les seuls dans notre secteur à appliquer une vraie méritocratie, car nous ne procédons à aucun recrutement "latéral" : nous recrutons des consultants en début de carrière et nous les formons intégralement.*

Si vous êtes intéressés par notre bureau de Paris, contactez notre Direction des Ressources Humaines au 100, avenue Raymond Poincaré, 75116 Paris.



VOUS AVEZ RÉALISÉ LE RÊVE DE VOS PARENTS...

...MAINTENANT

COMMENCEZ À VIVRE
LES VÔTRES.



Evoluer dans les grandes capitales de la finance, mesurer sa créativité dans un environnement de haute technologie, sans perdre le contact avec la recherche : voilà la réalité que vous propose Sophis, acteur majeur du marché des logiciels pour les produits dérivés (sur actions, crédit, matières

premières, taux, hybrides...) Parce que nos clients et nos structures sont de dimension mondiale, nous avons besoin de votre adaptabilité. Parce que nos produits sont les plus ingénieux du marché, nous avons besoin de votre raisonnement scientifique et de votre mobilité d'esprit.

Au sein de la Recherche et Développement ou de nos équipes Conseil, vous participerez au plus haut niveau à des projets complexes de très grande envergure.

Bienvenue chez Sophis.

Découvrez les carrières Sophis sur : www.sophis.net.
Adressez votre candidature sous la référence **MAG** à drh@sophis.net ou à
Sophis - Ressources Humaines - 24-26 Place de la Madeleine - 75008 Paris



SOPHIS

New York - Dublin - Londres - Paris - Francfort - Milan - Dubai - Singapour - Hong Kong - Seoul - Tokyo