



# La Lettre des Académies

Palais des Académies 1, rue Ducale, 1000 Bruxelles · Téléphone +32 (0)2 550 22 08 · Fax +32 (0)2 550 22 05 · Courriel : lettre.academies@cfwb.be  
Deuxième trimestre 2007 Dépôt : 5000 Namur 1 (Agrément P501352, Autorisation de fermeture BC10708)

## Éditorial

### La prolifération de l'information nucléarisée

En contrepoint de ce numéro de *La Lettre des Académies* qui réunit plusieurs contributions sur les dangers de la prolifération des armes nucléaires, il ne paraît pas inopportun d'évoquer cette autre menace moderne : la prolifération de l'information nucléarisée.

S'agissant de décrire la surcharge d'informations qui affecte nos sociétés (les téléphones portables et les messageries électroniques générant chez beaucoup d'entre nous des phénomènes d'intrusion mi-acceptés mi-subis qui s'ajoutent aux autres formes de dépendance), les Anglo-Saxons utilisent l'expression « information overload »<sup>1</sup> ou « data glut ». La langue française, comme souvent dans le cas d'une adaptation de l'anglais, a repris une trouvaille québécoise et utilise le mot d'« infobésité ». Nous souffrons d'infobésité.

Dans le *New Scientist* d'avril 2005, on pouvait lire que le trop plein d'information a des effets deux fois plus nocifs que l'absorption de marijuana sur la concentration et les résultats de test censés mesurer le quotient intellectuel. Par le bruit qu'il fit – sa récupération empressée par les médias du monde entier, heureux, j'imagine, de s'identifier à des dealers –, cet article contribua largement à prouver ce qu'il dénonçait : à savoir une difficulté grandissante à éviter de subir une information qui ne laisse plus le temps à la réflexion.

Pour donner une autre image forte, une étude menée à Berkeley en 2003 estimait l'information produite dans le monde en 2002, toutes formes confondues, à 5 exabytes ( $5 \times 10^{18}$  bytes), soit l'équivalent de 37 000 fois le contenu de la Library of Congress de Washington, la plus grande bibliothèque du monde (c. 17 millions de livres, soit 136 tetrabytes =  $136 \times 10^{12}$  bytes). Bien entendu, en termes de stockage mesuré en bytes, cette information ne passe plus que très maigrement par le papier (0,003%), ni même par le film (c. 13%) ; elle est d'abord générée par les supports magnétiques (ce

qui se trouve gravés sur les disques durs de nos ordinateurs, les vidéos, les DVD, etc.). L'information relative aux appels téléphoniques a été étudiée séparément : elle représente à elle seule un montant trois fois supérieur à tous les autres médiums réunis (c. 17 exabytes). Il semblerait d'ailleurs qu'on soit passé de 22 exabytes ( $5 + 17$ ) en 2002 à 161 en 2006 et le zettabytes ( $10^{21}$  bytes) est annoncé pour 2010/2011.

Nous vivons dans un monde qui n'arrête plus de nous requérir sur un mode sans cesse plus personnalisé. La télévision comme grand-messe informative, avec la famille réunie le soir pour les actualités, aura vécu l'espace d'une génération.

## Sommaire

### 2 Dossier : La prolifération des armes nucléaires

Aux origines de la prolifération des armes nucléaires

Est-il encore temps d'éviter la prolifération nucléaire ?

Prolifération and Science Ethics

### 9 Dix années de génomologie des levures

### 10 La création d'un opéra

## Future professional Communication in Astronomy (and its impact on evaluation)

Colloque

Date : du 10 au 13 juin 2007

Lieu : Palais des Académies, rue Ducale, 1,  
1000 Bruxelles

Organisation : MM. A. Heck et L. Houziaux

Programme et modalités d'inscription en page 12

*Cette lettre est produite par l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique (ARB), le Comité de l'Académie royale de Belgique pour les Applications de la Science (CAPAS), l'Académie royale de Médecine de Belgique (ARMB), l'Académie royale de Langue et de Littérature françaises de Belgique (ARLLFB), The Royal Academies for Science and the Arts of Belgium (RASAB), l'Union Académique Internationale (UAI).*

On l'enterre ces jours-ci. Partout prévaut le principe d'un choix à la carte en fonction des intérêts et des disponibilités de chacun. Ceci représenterait un surcroît de liberté, une avancée démocratique. En théorie, peut-être. En pratique, il est permis d'en douter et cela pour plusieurs raisons.

Il y a d'abord que, dans le flot grandissant d'informations, la part de celles-ci produites par des gens informés et formés à produire un savoir contrôlable (naguère encore, on disait : « les clercs ») est en très forte contraction. Inversement, la part d'information individuelle et spontanée explose : il existe en France aujourd'hui plus de 4 millions de blogs, tenus pour 75% d'entre eux par des jeunes de moins de 25 ans. Dans un monde où toutes les idées (pratiquement) ont droit de cité et sont de fait portées par des communautés plus ou moins larges, les risques sont plus faibles que par le passé d'être incommodé dans ses certitudes par une voix normative prétendant énoncer une vérité qui nous dérange. C'est la fameuse substitution du « ferme ta gueule ! » d'autrefois (la dictature) par le « cause toujours ! » d'aujourd'hui (la démocratie), attribué à Jean-Louis Barrault.

On prête au même Jean-Louis Barrault d'avoir dit que « la liberté, c'est la faculté de choisir ses contraintes ». En effet. D'autant que l'exercice de la liberté est de toute façon soumis à la contrainte du temps. Or il est bien certain que l'on ne peut augmenter indéfiniment la masse des informations à enregistrer sans qu'il en résultât une baisse de notre capacité à les traiter, c'est-à-dire à les organiser et à les décoder. La comparaison du fonctionnement de notre cerveau avec celui d'un ordinateur, mainte fois faite, s'impose pleinement : il est un moment où, à trop charger notre esprit d'in-

---

<sup>1</sup> La paternité de l'expression revient à Alvin Toffler qui en exposa le principe en 1970 dans son livre *Future Shock*. Il écrit : « le choc du futur est le stress et la désorientation provoqués chez les individus aux

formations, on en vient à altérer les systèmes d'exploitation. L'esprit critique qui rend libre ne s'en trouve pas bonifié.

Il y a encore que l'océan des informations qui nous parviennent est organisé selon des hiérarchies susceptibles d'entretenir la confusion. Ce n'est pas tomber dans le poujadisme que de relever que les moteurs de recherche, du type de Google, classent l'information selon des critères qui doivent à la pertinence sans doute, mais aussi à la puissance financière des acteurs, laquelle permet (ou non) de référencer au mieux les contenus. Le commerce et le savoir font parfois bon ménage mais rien ne nous le garantit.

Le contexte général de la transmission des savoirs requiert la vigilance. La possibilité pour chacun de s'exprimer et, dès lors, pour tous de comparer les idées est en soi un acquit réjouissant. Il ne faudrait pas que, par manque de temps et d'éveil à l'esprit critique, cet atout produise le résultat inverse : à savoir la possibilité pour chacun de bâtir un monde fictif, « à la carte », qui appelle, il est à craindre, des lendemains douloureux.

L'information explose. Il n'est pas certain que notre époque soit plus rationnelle ou moins superstitieuse que les précédentes. L'esprit critique, ce n'est pas seulement – comme beaucoup paraissent en être convaincus – la capacité à contester un discours dominant ; c'est aussi et de plus en plus la capacité à reconnaître comme tel un discours mieux articulé que les autres et à lui donner dès lors la préférence.

*François de Callataj,  
Membre de la Classe des Lettres de l'ARB*

quels on fait vivre trop de changements dans un trop petit intervalle de temps ». Pour être précis, il l'avait d'abord énoncé dans un article paru en février de la même année dans la revue *Playboy* !

---

## Aux origines de la prolifération des armes nucléaires

*Amand A. Lucas,  
Membre de la Classe des Sciences de l'ARB*

### Fission et lettre d'Einstein

La course à la possession des armes nucléaires fut lancée en mars 1939, trois mois seulement après la découverte à Berlin de la fission de l'Uranium. C'est en effet en février-mars de cette année qu'il fut établi que la fission d'un noyau d'U235 par un neutron s'accompagne de l'émission de plusieurs nouveaux neutrons, une des conditions nécessaires pour qu'une réaction de fission en chaîne puisse se développer dans l'Uranium. Pendant les quelques mois précédant la seconde guerre mondiale, les scientifiques des nations se préparant aux hostilités n'hésitèrent pas à informer leurs autorités politiques et militaires que la possibilité existait d'utiliser la fission pour créer un nouvel explosif super puissant capable de procurer un avantage militaire insurmontable à la nation qui en disposerait en premier.

Aux États-Unis, trois des éminents physiciens nucléaires, réfugiés hongrois du nazisme, Léo Szilard, Eugène Wigner et Edward Teller, se concertèrent pour préparer une lettre destinée à attirer l'attention du gouvernement américain sur l'extrême danger d'une Allemagne nazie nucléarisée. Afin d'augmenter le poids de leur recommandation, ils confièrent leur projet à Albert Einstein en personne, lui-même réfugié du nazisme aux États-Unis depuis 1933. Telle était dans leur esprit l'énormité de la menace qu'ils réussirent à convaincre le plus convaincu des pacifistes de prêter son concours à une initiative politique que, plus tard, Einstein lui-même déclara regretter d'avoir prise.

La lettre fut présentée à Einstein par Szilard et fut adressée au Président Roosevelt en date du 2 août 1939. Bien qu'elle n'eut pas immédiatement l'effet escompté, elle constitue

néanmoins un document historique de première importance car elle représente le premier acte de ce qui allait devenir le projet Manhattan lancé plus tard par les États-Unis pour l'exploitation militaire de la fission. Lors d'un colloque au Palais des Académies le 28 novembre 2007, nous avons tenté, de recréer la célèbre rencontre entre Einstein et Szilard sous la forme d'une scène théâtrale jouée par nos collègues les Professeurs Jean-Marie Gilles (FUNDP) et René Rezsö (UCL). La scène présente le texte original de la lettre entrecoupé de réflexions imaginaires qui tentent de reconstituer l'atmosphère de l'entrevue et la teneur probable de leur conversation. La version complète du scénario est parue dans *La Revue Générale* de mars 2007.

### L'émergence de la prolifération des armes nucléaires

L'Allemagne nazie, la Grande Bretagne, la France, les États-Unis et également l'URSS furent donc les premières nations à décider de poursuivre un projet d'armes nucléaires. Les groupes de recherche avaient pour noms Uranverein en Allemagne, Tube Alloys en Angleterre et Manhattan aux États-Unis. Alors que la France fut mise hors jeu par l'occupant nazi, l'Allemagne, la Grande-Bretagne et l'URSS ne purent poursuivre leur projet nucléaire que sur une modeste échelle car ils durent consacrer toutes leurs ressources à la poursuite de la guerre au moyen des armes traditionnelles. Seuls les États-Unis investirent d'énormes ressources industrielles dans ce projet entièrement nouveau. Ils disposaient aussi des ressources humaines nécessaires encore renforcées, il faut le noter, par un nombre considérable de scientifiques de très haut niveau, expulsés d'Europe pour raisons raciales ou politiques. Toutefois, ce ne fut qu'après Pearl Harbor (7 déc. 1941) et surtout après la démonstration par Enrico Fermi, réfugié italien du fascisme, de la première pile atomique à Chicago (12 déc. 1942) que le projet Manhattan devait progressivement prendre la dimension gigantesque qui deviendrait la sienne. Deux ans et demi plus tard, le 16 juillet 1945, la première bombe atomique était testée avec succès dans le désert du Nouveau-Mexique et trois semaines après intervenaient les tragédies d'Hiroshima (6 août) et de Nagasaki (9 août).

Après la fin de la seconde guerre mondiale, la bombe atomique était testée successivement par l'URSS (1949), la Grande-Bretagne (1952) et la France (1962). La Chine communiste devait rallier le Club nucléaire en 1964 et, en 1971, rejoindre les puissances précédentes au Conseil Permanent de Sécurité des Nations unies (CPSNU), de composition invariable depuis 35 ans. En 1970, les États des Nations unies en grande majorité signaient le Traité de Non-Prolifération des armes nucléaires (TNP) à l'exception notoire de l'Inde, du Pakistan et d'Israël qui se sont dotés depuis des armes atomiques. Rappelons que la Corée du Nord qui s'est retirée du TNP en 2003, est sensée avoir rejoint le Club nucléaire en 2006 puis, sous la pression du CPSNU, semble avoir renoncé à la capacité nucléaire militaire en 2007. Quant à l'Iran, qui à ce jour reste membre

du TNP, entend acquérir la capacité d'enrichir l'Uranium à des fins civiles (3% d'U235, autorisé par le TNP) mais est accusé par les membres du CPSNU de vouloir exploiter cette capacité pour l'enrichissement d'Uranium militaire (90% d'U235, interdit par le TNP) dans un avenir proche.

### Les constantes de la prolifération

Sur une courte période depuis la découverte de la fission en chaîne en 1939 jusqu'au bombardement atomique des villes japonaises en 1945, toutes les caractéristiques majeures de la problématique de prolifération se sont manifestées. Ces constantes du mouvement de l'histoire sont brièvement énoncées ci-dessous (un exposé plus détaillé est publié par *La Revue Générale* de mars 2007).

1) **La responsabilité morale des scientifiques.** Il y a lieu de distinguer les situations spécifiques des deux côtés du conflit. Les savants alliés, sous l'impulsion des Européens émigrés, œuvrèrent dans l'urgence afin de devancer l'Allemagne nazie : la bombe aux mains exclusives de la race des seigneurs aurait signifié l'esclavage universel. Après l'effondrement de l'Allemagne, Szilard et la majorité des scientifiques prééminents du projet Manhattan tentèrent de persuader le Président Truman de ne pas faire usage de la bombe. Mais il furent priés de s'abstenir de faire de la politique. Les scientifiques allemands quant à eux pensaient n'avoir rien à craindre d'une menace nucléaire ennemie, ce qui ne les empêcha pas, en bons patriotes, d'avertir leurs autorités de l'« avantage insurmontable » que pourrait procurer l'explosif nucléaire. Les plus éminents d'entre eux, au lieu de saisir l'occasion qui leur était offerte de s'expatrier, avaient délibérément choisi de collaborer avec un régime qu'ils savaient être criminel mais dont ils espéraient naïvement qu'il finirait par s'amender et se civiliser. Après la guerre, ils fabriquèrent une révision de l'histoire sensée leur conférer une supériorité morale sur leurs collègues alliés : ils prétendirent justifier leur échec sur la bombe par le fait d'avoir délibérément choisi de travailler au réacteur nucléaire pacifique. Il fallut attendre la publication de documents récents pour dénoncer la supercherie et replacer les choses dans une perspective plus authentique (voir mon mémoire *Bombe atomique et croix gammée*, Classe des Sciences de l'ARB, 2005).

2) **La dimension dissuasive.** Le premier à comprendre et à promouvoir cet aspect de la bombe semble avoir été le grand physicien danois Niels Bohr réfugié à Los Alamos. Le principe de la dissuasion, lui même tacitement fondé sur l'inadmissibilité éthique d'un génocide réciproque, devait fournir la base de la doctrine de la stratégie militaire MAD (Mutual Assured Destruction ou Destruction Mutuelle Assurée) qui épargna l'holocauste nucléaire à la planète pendant toute la durée de la guerre froide.

3) **Trafic des matériaux nucléaires.** Le premier matériau stratégique à faire l'objet d'un intense trafic fut évidemment la pechblende, le minerai d'Uranium. L'Allemagne

s'empara de la mine tchèque de Joachimstahl et des réserves belges de l'Union Minière du Haut Katanga. Les États-Unis obtinrent du minerai directement importé du Congo et cet approvisionnement allait être exploité pour la fabrication des premières bombes nucléaires lancées sur le Japon. Un autre trafic commença en 1940, celui de l'eau lourde qui pouvait servir comme modérateur dans un réacteur à Uranium naturel pour la synthèse de l'autre explosif nucléaire, le Plutonium. Le stock entier de ce produit, quelques centaines de litres, fabriqué par l'usine norvégienne de Rjukan fut subtilisé par des agents français de connivence avec les Norvégiens. Par la suite, les Allemands s'étant emparés de cette usine, furent empêchés d'accumuler une quantité suffisante du liquide par des bombardements et sabotages répétés organisés par les Anglo-américains et la résistance norvégienne.

**4) Le Trafic d'experts.** Pendant la courte période de six ans entre la découverte de la fission et la fin de la seconde guerre mondiale, plusieurs grands transferts internationaux impliquant des centaines de scientifiques nucléaires eurent lieu. Beaucoup furent expulsés d'Europe par suite des lois raciales nazies ou fascistes. Lors de l'effondrement du 3<sup>e</sup> Reich les savants nucléaires allemands furent à leur tour déportés (voir mon essai *Bombe atomique et croix gammée*).

**5) Le développement des vecteurs.** Le fait remarquable et rétrospectivement effrayant est que l'Allemagne nazie disposait déjà des véhicules de transport potentiellement adéquats, les V1 et V2, bien avant que la bombe nucléaire n'existât. Après la guerre, ces véhicules sans pilote allaient être copiés, améliorés et mis en œuvre d'abord par les États-Unis et l'URSS dans leurs premières versions des missiles balistiques ou des missiles de croisière, et plus tard par tous les pays de la prolifération.

### Perspectives politiques

Les questions soulevées lors du colloque de l'Académie ne manquèrent pas de refléter l'inquiétude générale causée par la difficulté croissante de contenir la prolifération. Par-delà les aspects historiques, par-delà le rôle concret de l'AIEA et les questions techniques de contrôle et de vérification, les participants voulaient comprendre pourquoi la polarisation du monde entre les « haves » et les « havenots » tend à s'aggraver, alors que la fin de la guerre froide avait fait naître l'espoir qu'une dénucléarisation militaire du monde devenait possible. Des raisons immédiates tels que conflits régionaux, idéologies antagonistes, menaces terroristes, etc, ont été évoquées au cours du colloque. Mais les racines plus profondes de la dynamique de la prolifération sont contenues dans les citations suivantes :

« La conjonction d'une immense organisation militaire et d'une grande industrie de l'armement est nouvelle en Amérique. Dans les Conseils de Gouvernement, nous de-

vons nous méfier de l'acquisition d'une influence excessive, volontariste ou non, du complexe militaro-industriel. Le potentiel d'un accroissement désastreux du pouvoir mal placé existe et subsistera. Nous ne devons jamais laisser le poids de cette combinaison mettre nos libertés et le processus démocratique en danger. » (Dwight Eisenhower).

« Il est temps, il est grand temps que les États-Unis mettent fin à cette pratique héritée de la guerre froide et qui consiste à utiliser les armes nucléaires comme un outil de politique étrangère. Au risque de paraître simpliste et provocateur, je serais tenté de caractériser la politique américaine présente en matière d'armes nucléaires d'immorale, d'illégale, de militairement inutile et de terriblement dangereuse. ... L'administration Bush a fait part de sa ferme intention de faire de l'arsenal militaire des États-Unis un des axes principaux de la puissance militaire de ce pays. Un tel engagement a pour effet d'éroder simultanément les normes internationales qui ont limité la dissémination des armes nucléaires et des matériaux fissiles durant 50 ans. » (Robert S. Mac Namara, ancien secrétaire à la Défense des États-Unis).

*Les membres du CPSNU se sont arrogé le privilège exclusif de définir la moralité et la sécurité internationales par le seul fait accompli de la possession du bâton nucléaire*

« Les cinq premières nations nucléaires – la Chine, la France, la Russie, le Royaume-Uni et les États-Unis – ont omis de promouvoir la non prolifé-

ration nucléaire. Des efforts inadéquats ont permis à quatre autres nations de devenir des puissances nucléaires. D'autres nations techniquement compétentes pourraient aussi penser : puisque les cinq puissances originales continuent de préserver et de moderniser leurs armements nucléaires, pour quelles raisons serions-nous des otages de cette situation. » (Mikhail Gorbatchev).

Ces éminentes personnalités qui ne peuvent être soupçonnées d'incompétence ou d'avoir parlé à la légère, révèlent les moteurs profonds de la prolifération post-TNP : 1) la crainte de l'impérialisme (américain ou autre) ; 2) l'application « deux poids deux mesures » des prescriptions du TNP (rappelons que l'AIEA n'a aucune juridiction sur le contrôle de l'application du TNP au club des « haves » ; 3) la politique rétrograde, récemment instaurée par le gouvernement américain, qui agite la menace nucléaire sur le monde des « havenots ».

Ce n'est pas un hasard si les citations reprises ci-dessus rejettent la responsabilité de la prolifération sur les membres du CPSNU. Car ces pays, sortant vainqueurs du dernier conflit mondial, se sont arrogé le privilège exclusif et apparemment immuable de définir la moralité et la sécurité internationales par le seul fait accompli de la possession du bâton nucléaire. La bombe atomique, initialement comprise par ses créateurs et par d'éminents hommes d'état de l'immédiat après-guerre comme une mauvaise chose pour l'humanité est à présent considérée par les nations du CPSNU comme bonne pour certains et mauvaise pour d'autres.

Un point de vue particulièrement éclairant sur une des

causes profondes de la prolifération est celui de certains pays qui n'ont pas adhéré au TNP mais qui, comme l'Inde, ont choisi de développer leur propres armements nucléaires. Pour citer le ministre actuel des Affaires étrangères de l'Inde, Pranab Mukherjee, « l'Inde a un passé impeccable en matière de non prolifération. Si l'Inde n'a pas signé le TNP, ce n'est pas par manque d'engagement contre la prolifération, mais parce que nous considérons le TNP comme un traité frauduleux en ce qu'il n'a pas reconnu la nécessité d'une vérification et d'un traitement universels, non discriminatoires ». On ne peut être plus clair !

Le nucléaire, aussi bien militaire que civil, est à présent à la portée de plusieurs dizaines de pays de l'ONU industriellement développés ou non. Provisoirement con-

sidéré comme écologiquement indésirable, le nucléaire civil reprendra, dans un avenir proche, un grand ascendant avec la réduction progressive de l'utilisation des énergies fossiles de moins en moins accessibles ou de plus en plus rares. L'assemblage d'armes atomiques de première génération est à la portée de petits groupes de personnes techniquement compétentes dès l'instant où les matières fissiles, U235 ou Pu239, peuvent leur être procurées. En conséquence, l'activité nucléaire globale et son corollaire d'insécurité risquent d'augmenter considérablement dans l'avenir. Surtout si rien n'est entrepris pour restaurer et renforcer l'autorité des organisations internationales proprement réformées de façon à responsabiliser les « haves » tout autant que les « havenots ». ■

---

### Est-il encore temps d'éviter la prolifération nucléaire ?

Pierre Goldschmidt,  
Ancien Directeur général adjoint de l'AIEA

Plus il y aura de pays dotés de l'arme nucléaire, plus grand sera le risque que ces armes soient un jour utilisées, ou déclenchées par accident, ou encore qu'elles tombent entre les mains de groupes terroristes, avec les conséquences catastrophiques que l'on peut imaginer. Pour limiter ces risques, quels enseignements peut-on tirer des crises nucléaires récentes en Corée du Nord et en Iran ?

Depuis 1993, l'Agence internationale de l'Énergie atomique (AIEA) a régulièrement informé le Conseil de sécurité des Nations unies de ce que la Corée du Nord violait ses accords de garanties conclus dans le cadre du Traité de non-prolifération (TNP) sans entraîner pour autant de conséquence particulière pour la Corée de Nord. Celle-ci, en janvier 2003, a notifié son retrait du TNP (une première dans l'histoire de ce traité en vigueur depuis 1970) et déclaré en 2004 posséder l'arme nucléaire, sans que le Conseil de sécurité ne bouge parce que la Chine menaçait d'utiliser son droit de veto à l'encontre de toute résolution sanctionnant le régime de Kim Jong-il.

Il a fallu attendre le test nucléaire nord-coréen du 9 octobre 2006 pour qu'enfin, cinq jours plus tard, le Conseil de sécurité adopte une résolution exigeant que la Corée du Nord abandonne de façon vérifiable et irréversible son programme nucléaire militaire.

On peut se demander si l'Iran ne prépare pas le terrain pour suivre le même chemin que la Corée du Nord au cas où le développement de son programme nucléaire serait menacé par le Conseil de sécurité ou par certains de ses membres. Rappelons qu'en novembre 2003, dans un rapport acablant à son Conseil des Gouverneurs, l'Agence ré-

vélait que l'Iran poursuivait depuis dix-huit ans un programme clandestin d'enrichissement de l'uranium par centrifugation et avait dissimulé un nombre considérable d'installations, d'activités et de matières nucléaires en violation de ses engagements envers l'AIEA.

Depuis lors, au mépris des demandes répétées du Conseil des Gouverneurs, l'Iran a continué sa tactique d'aterrissements et d'obstruction des vérifications de l'Agence et a progressé dans tous les domaines. Elle dispose maintenant d'un stock d'hexafluorure d'uranium naturel placé en lieu sûr, et a repris ses activités d'enrichissement dans son usine pilote de Natanz, sans parler des progrès réalisés dans le développement de ses missiles balistiques capables de transporter une ogive nucléaire à plus de 2 000 km.

Ce n'est que le 4 février 2006, soit quatre ans après la découverte du programme nucléaire clandestin de l'Iran, que le Conseil des Gouverneurs décide enfin d'en informer le Conseil de sécurité des Nations unies, et ce après que l'Iran ait été trouvé (en 2005) en possession de documents relatifs à la production d'hémisphères d'uranium métal, un procédé qui n'a aucune application civile mais est spécifique de la fabrication d'armes nucléaires.

Est-il dès lors trop tard pour sauver la crédibilité du TNP souscrit par 188 pays et qui fut, jusqu'ici, un succès incontestable ? Peut-être. Mais des solutions, même partielles, existent. Il faut tout d'abord reconnaître que dans l'environnement géopolitique actuel et compte tenu de la frustration des États non-Dotés de l'arme nucléaire (ENDAN) en ce qui concerne l'absence de progrès en matière de désarmement nucléaire, toute tentative d'amender le

TNP serait illusoire voire même contre productive.

Il faut aussi éviter de pénaliser tous les États membres parce que quelques uns d'entre eux ont violé leurs engagements. Il est dès lors important de focaliser notre attention sur les pays qui violent leurs engagements et sur ceux qui se retirent ou menacent de se retirer du TNP. La façon la plus efficace et la plus objective d'établir les mesures qui s'imposent serait que le Conseil de sécurité adopte des résolutions génériques (c'est-à-dire indépendantes de tout cas particulier) stipulant :

- premièrement que le fait pour un état de se retirer du TNP après avoir été déclaré par l'AIEA en violation de ses accords de garanties constitue une menace pour la paix et la sécurité internationale selon l'Article 39 de la Charte des Nations Unies. Cela obligerait le Conseil de sécurité de se saisir immédiatement du problème, et non pas quatre ans plus tard comme ce fut le cas avec la Corée du Nord ;
- deuxièmement, que tout pays déclaré par l'AIEA avoir violé ses engagements des garanties devra accorder à l'Agence, si elle le demande, un accès immédiat aux lieux, installations, personnes et documents requis, et devra suspendre temporairement toutes les activités sensibles relatives au cycle du combustible nucléaire.

Plus on attend pour mettre en œuvre de telles résolutions (au titre du Chapitre VII de la Charte des Nations unies, les rendant ainsi juridiquement contraignantes), plus il sera difficile d'éviter l'érosion de la crédibilité du régime de non-prolifération.

Du fait de l'absence de telles résolutions génériques, les efforts diplomatiques ont été aussi nombreux qu'infructueux pour persuader l'Iran de suspendre ses activités sensibles d'enrichissement de l'uranium comme l'a demandé à de multiples reprises le Conseil des Gouverneurs de l'AIEA.

Pendant ce temps, l'Iran a poursuivi sans désespérer le développement de ses installations d'enrichissement de l'uranium dont elle n'a aucun besoin au cours des dix prochaines années, les besoins en combustible nucléaire de l'unique centrale électronucléaire de Bushehr (qui n'est pas encore en service) étant largement couverts par des contrats avec la Russie. Ce faisant, l'Iran compromet toute chance d'engager une négociation constructive d'un quelconque accord de coopération favorable au développement économique du pays.

En jouant sur les divisions des grandes puissances, sur la peur d'une envolée des prix du pétrole et sur la menace d'un soutien accru aux mouvements terroristes de la région, l'Iran semble confiant qu'il parviendra à gagner du temps et à perfectionner ses programmes d'enrichissement de l'uranium et de missiles. L'Iran est de plus convaincu que les Russes exerceront leur droit de veto à l'encontre de toute résolution du Conseil de sécurité prévoyant des sanctions. Il s'agit peut-être là d'un mauvais calcul.

Si un pays ne peut être persuadé de renoncer à acquérir l'arme nucléaire, s'il viole ses engagements et refuse de se plier aux injonctions de l'AIEA et du Conseil de sécurité, et pour

autant que l'on rejette l'option militaire, le choix se limite à

- négocier... et laisser faire, ou
- négocier... et recourir à des sanctions progressives.

Laisser faire va à l'encontre du principe de précaution et serait de nature à décrédibiliser irrémédiablement le régime de non-prolifération. Laisser faire me semble aussi une attitude irresponsable vis-à-vis des générations futures, surtout lorsqu'il s'agit d'un pays qui proclame qu'un de ses voisins doit être éradiqué des annales de l'Histoire.

Si donc on rejette l'usage de la force et le laisser-faire, il ne reste que la négociation couplée à des sanctions. Et pourtant, les avis à ce sujet sont partagés.

Ceux qui sont contre toute sanction avancent qu'elles ne servent à rien, qu'elles affectent les populations et non leurs dirigeants, qu'elles ont pour effet de radicaliser les nationalismes et dès lors de renforcer les régimes en place, et enfin qu'elles peuvent déclencher une escalade conduisant à la guerre.

Ceux qui sont pour des sanctions ciblées et progressivement croissantes considèrent que c'est la seule alternative au laisser-faire ou à l'usage de la force, tout en reconnaissant que les sanctions politiques ou économiques n'ont généralement un impact qu'à long terme. Toutefois, des sanctions, même symboliques, prises à l'unanimité du Conseil de sécurité, peuvent avoir un effet sur la politique intérieure d'un pays et l'inciter à reconsidérer ses positions.

Le Président J.F. Kennedy avait prédit au début des années soixante que vingt à vingt-cinq pays disposeraient de l'arme nucléaire avant la fin des années septante. Il n'en a heureusement rien été.

Toutefois, le cynisme des grandes puissances, leur avidité commerciale et la faiblesse politique de l'Union européenne risquent, à terme, de mener à la réalisation de la prédiction du Président J.F. Kennedy avec des conséquences incalculables pour la sécurité internationale, surtout si l'on tient compte des nouvelles dimensions du terrorisme international.

Si le Conseil de sécurité adoptait les résolutions génériques proposées, ce serait un pas dans la bonne direction pour rétablir la crédibilité du régime de non-prolifération nucléaire. Si les pays du G8, mais aussi les pays non-alignés ne se ressaisissent pas rapidement l'avenir de l'ONU risque d'être semblable à celui de la SDN.

Einstein a dit : « Le monde ne sera pas détruit par ceux qui font le mal, mais par ceux qui les regardent et qui refusent d'intervenir ». ■

## Proliferation and Science Ethics

Giorgio Benedek,  
Associé de l'ARB

« Which worthy cause can be found for the death of so many people ? What nature has generated in so many centuries is instantaneously destroyed by the whim of a superb king » (Jordanes, *De origine actibusque Getarum (Getica)*, XXXVI (AD 552)

The vivid dialogue between Einstein and Szilard about the famous Einstein's letter to President Roosevelt, evoked in the remarkable piece introducing the present meeting, and the lecture by Amand Lucas on the recent acquisitions about the Farm Hall Transcripts, outlined the ethical issues long since raised about nuclear weapons and their proliferation. Preventing the threat of a Nazi atomic bomb was an ethical issue, but after Hiroshima and Nagasaki the first resolution of the United Nations, unanimously adopted by the General Assembly on January 24, 1946, promoted the establishment of a commission to propose the elimination of nuclear arms and other weapons of mass destruction. Nevertheless on August 29, 1949, the Soviets detonated First Lightning, a replica of the American bomb Fat Man, whose design was apparently obtained from espionage. This marked the beginning of an insane race. The same year Edward Teller and Stanislav Ulam conceived the thermonuclear H-bomb, first tested on November 1st, 1952, and quickly followed, however, by the first Soviet H-bomb on August 12, 1953.

Under the urgency of these shocking events, eleven eminent scientists signed in London on the 9th July 1955 the Russell-Einstein Manifesto. The first sentence reflects the mood of those days : « In the tragic situation which confronts humanity, we feel that scientists should assemble in conference to appraise the perils that have arisen as a result of the development of weapons of mass destruction, and to discuss a resolution in the spirit of the appended draft. ...». And the resolution : « In view of the fact that any future world war nuclear weapons will certainly be employed, and that such weapons threaten the continued existence of mankind, we urge the governments of the world to realize, and to acknowledge publicly, that their purpose cannot be furthered by a world war, and we urge them, consequently, to find peaceful means for the settlement of all matters of dispute between them ». Not very effective, indeed, at least on the short run : between peaceful means and a world war there was space for the « cold war », according to the old latin philosophy « si vis pacem, para bellum ». Three months later the Soviets tested RD6-37, a thermonuclear hydrogen bomb in the megaton range designed by Andreij Sakharov.

During this one-day conference we learned about the political endeavour and strenuous action of IAEA towards non-compliant states (Pierre Goldschmidt), the possible (if possible) control and measures at the level of the international trade (Quentin Michel), the scientific and technical issues for the enforcement of IAEA safeguard measures (Klaas van der Meer), the lessons from history and the ensauvagement of the last two decades (Thérèse Delpéch), witnessing an enlargement of the nuclear club

members as a paradoxical response to the end of the Cold War. Baron Jaumotte, in his bright conclusion has raised again the ethical issue and blamed its exact opposite, the one-way ethics applied by signatories as well as non-signatories of the Non-Proliferation Treaty (NPT), e.g., the recent India-US nuclear cooperation agreement.

A question which remained in the shadow is : what is the role and the effectiveness of outstanding international organizations of scientists and scholars, like the Pugwash Conferences, the Erice International Seminars, the Carnegie Endowment for International Peace, and few others, which have no other means than the ethical values and the dissemination of knowledge? In 1957, about the time the United Kingdom tested its first H-bomb, the philanthropist Cyrus Eaton, inspired by the Russell-Einstein Manifesto, hosted in the village of Pugwash, Nova Scotia, Canada, the first of the Pugwash Conferences, gathering 22 scientists from all over the world. Pugwash is right now celebrating half a century of intense and prolific activity. Over these fifty years, one of the great strengths of Pugwash during the Cold War was the ability to bring together scientists, experts, and policy makers from countries at opposite sides of world politics. The effectiveness of this action was recognized with the 1995 Nobel Prize for Peace to Sir Joseph Rotblat and the Pugwash Conferences. In the words of Francis Sejersted, Chairman of the Norwegian Nobel Committee, the Pugwash movement probably played a not insignificant part in the processes which led to such important arms limitations agreements as the nuclear test ban treaty in 1963, the non-proliferation treaty in 1968, and SALT I and the convention on biological weapons in 1972. Through its unwearying long-term efforts, it has also been a major contributor to the change of mentality so essential to the nuclear disarmament that has taken place since the end of the Cold War.

A similar and, in certain respects, even more effective role is played by the Ettore Majorana Foundation and Centre for Scientific Culture, at Erice (Sicily), with the International Seminars on the Nuclear War, subsequently evolved into the more general framework of Planetary Emergencies [4]. The series of the Erice seminars started in 1981 when the danger of a nuclear East-West confrontation was menacing the world. The first proceedings volumes of the Erice Seminars were concerned with crucial issues of the 80's, e.g., the consequences of a nuclear war, the nuclear winter, and the Strategic Defense Initiative. After the collapse of the USSR, new emergencies were to be faced such as the danger of proliferation of mass destruction weapons, the North-South confrontation on ecological problems and the new deal for science and technology to help developing

countries in their struggle for a better standard of life. The key document inspiring the Seminars and the whole action of the Foundation was the Erice Statement, formulated in 1982 by Paul Dirac, Piotr Kapitza and A. Zichichi, and signed during its first three years by more than ten thousand scientists all the world over. The International Seminars are now at their 35th session, having long since extended their action to all kinds of planetary emergencies and receiving recognition, response and support by many statesmen and policy-makers at all sides of the political world.

On this front individual scientists and scientist organizations, more than other humanitarian groups, can play a concrete action and face a direct responsibility for many reasons. First of all, scientists speak a common language and are used (have interest) to cooperate beyond cultural, race, belief barriers – a fact which luckily makes secrecy very difficult and counterproductive. Second, the development of mass-destruction arms cannot be done without the involvement of scientists and engineers ; on the other hand, they are needed also to support international intelligence operations aimed at preventing it. Third, influential scientists, like Nobel laureates and other prize-winners have better chances to be listened to by policy-makers and by the public through the media. Fourth, scientists have the knowledge and ability to quantify the risks and to explain some simple concepts, e.g., that a nuclear war between nuclear-weapon states would have no winner (on a larger scale, no survivor), or that global warming has global consequences and no superpower can speculate that others will pay the toll. But even the most obvious concepts and consequent regulations are made acceptable to the largest number of governments through a patient political process made of negotiations, mutual concessions, etc., and, in democratic countries, through a capillary and honest information to the public opinion. In this process, organizations like the Carnegie Endowment for International Peace make invaluable contributions. As an example, and an integration to Pierre Goldschmidt's lecture delivered at this conference, it is worth quoting his studies for an amendment of the NPT – actually the formulation of a UN Security Council resolution aimed at re-establishing the credibility and effectivity of the non-proliferation regime towards non-compliant states.

Ethics and ethology have a common root, both dealing with behavioral rules for a collective advantage: ethics wins whenever an unethical behavior implies a collective disadvantage. Ethics is the origin of international legislation, but also a pre-requisite for its implementation. The enforcement of any international policy relies on a sufficient ethical level of nations, i.e., on the awareness of a collective disadvantage in case of non-compliance. Unethical actions of governments are often based on some erroneous assumption or prejudice about what should be regarded as a national advantage. It is fair to recognize that certain unethical decisions inspired by either ideology, belief or short-sighted pragmatism have endangered the NPT more than any possible weakness in its original formulation, and that no improvement can be really effective

if someone of the major signatories would row against.

The case of Dr. Abduyl Qadeer Khan is quite illuminating. David Sanger reported at the Stanford Institute for International Studies that Dr. Kahn is a « Pakistani metallurgist who headed the Kahn Research Laboratories and is revered in his country as the father of the Pakistani bomb. ... Investigators have already determined he sold centrifuge technology to Iran, North Korea and Libya. ... There is little doubt that the intelligence shortcomings surrounding the Kahn network were also reinforced by strategic decisions made by a succession of American administrations. For at least two decades, Republican and Democrat presidents alike chose to put other strategic imperatives ahead of attempting to limit Pakistan's nuclear development ». Apparently the need of gaining the Pakistani support to oppose the Soviet expansion into Afganistan was a sufficient reason for inflicting a severe injury to the NPT. Dr. Kahn's operations started already in the late 70s, after his training in the Netherlands, to keep up with India (which never signed NPT and tested its bomb in 1974). Then, to restore the balance, President Bush recently signed a nuclear agreement with India, saying it would help prevent the spread of nuclear weapons, avert an arms race between India and neighboring Pakistan, etc. As a matter of fact, the United States are ending in this way a three-decade embargo on selling civilian nuclear technology to India, whereas, experts say, India is actually aiming at an increase of its military nuclear capabilities and, at the same time, developing closer ties with Iran.

Despite these shortcomings, the NPT is a success story. Thanks to NPT, President Kennedy's prediction that by 1980 more than twenty countries would possess nuclear weapons did not come true. On the contrary NPT will get stronger if amendements, like those outlined by Pierre Goldschmidt, will be approved and the new US administration, together with the other world powers, will decisively support the safeguard efforts of IAEA. A strong help is also expected from scientific developments. One could be the conversion of breeder reactors from the U-Pu cycle to the Th-U cycle, which, besides ensuring a much longer availability of nuclear fuel, would solve the problem of the dual use, the manufacturing of a 233U bomb being practically impossible. Another, more remote hope is the success of the ITER project, which should ultimately make the fission reactors obsolete. Advanced technology has today the potential to render industrialized countries less and less dependent on raw materials available in politically unstable areas of the world, and, in any case, the colonial policy of the direct control of resources in these areas has no ethical justification. A peaceful world based on well regulated trade and commercial exchanges would likely and hopefully mean slightly less for the rich countries and more for the poor, but is infinitely more preferable to a world full of angry and hungry people disposing of nuclear weapons. At the end of the story it is science and its intrinsic ethical constitution which can prevent « Attila to instantaneously destroy what Nature has generated in so many centuries ». ■



## Dix années de génomologie des levures

André Goffeau,

Membre de la Classe des Sciences de l'ARB

Le 19 avril 1996, la première séquence nucléotidique d'un génome eucaryote fut rendue publique. Il s'agissait du génome de la Levure *Saccharomyces cerevisiae*, domestiquée depuis plus de cinquante ans à partir de souches de boulangerie et de brasserie. L'étude de la Levure a contribué à l'élucidation de principes et mécanismes fondamentaux tels que la théorie cellulaire, la conservation de la matière dans les processus biologiques, la glycolyse, la structure des ARN de transfert, la mutagenèse dirigée, le cycle cellulaire, la biogenèse des mitochondries, la dégradation des protéines ubiquitinyliées, le trafic intracellulaire des protéines et bien d'autres.

La réalisation de la séquence de *S. cerevisiae* fut réalisée par un réseau « artisanal » (cottage industry) selon l'expression de Jim Watson car constitué de nonante-deux petits laboratoires européens auxquels contribuèrent en fin de course seulement quatre usines à séquencer « professionnelles » nord-américaines, anglaise et japonaise.

Aujourd'hui la séquence génomique de près d'une centaine d'eucaryotes est accessible mais la seule séquence vraiment complète est celle de *S. cerevisiae*. Elle comprend plus de 12,5 millions de paires de bases sans aucun « trou » entre les premiers et derniers nucléotides des télomères gauche et droit de chacun des 16 chromosomes. Elle encode 5700 protéines dont les annotations fonctionnelles (c'est-à-dire l'identification de leur rôle moléculaire) et structurales (c'est-à-dire l'identification du début et de la fin de chaque fragment d'ADN codant) sont de très loin les plus précises et les plus complètes parmi tous les génomes eucaryotes. Ces annotations servent de référence incontournable pour l'annotation par homologie de nombreux produits de gènes d'*Homo sapiens*. Ceci est dû à la gamme unique de facilités expérimentales offertes par la Levure : croissance rapide en milieu contrôlé, génome très dense (peu d'introns, peu de gènes répétés, peu d'espaces entre les terminateurs et promoteurs géniques adjacents), facilité de transformation génétique et de délétion spécifique. C'est aussi le résultat de la collaboration d'un réseau de près de 10.000 chercheurs répartis en plus d'un millier de laboratoires, dont 55% aux États-Unis et 35% en Europe, parmi lesquels règne une tradition de partage des souches et résultats. Un autre facteur crucial fut la contribution sans faille du NIH américain qui subsidie depuis plus de dix ans une douzaine d'informaticiens curant la base de données SGD de Stanford alors que l'Union européenne a rapidement abandonné tout soutien à la banque de données MIPS, de Munich, qui fut l'assembleur historique de la séquence originale.

L'analyse immédiate de la séquence révéla l'ampleur de

notre ignorance de la complexité des cellules supérieures. Seul un tiers des protéines encodées par les gènes du chromosome III de Levure, le premier à avoir été séquencé en 1992, étaient connues. Aujourd'hui près de 90 % des protéines levuriennes ont une fonction moléculaire définie et des phénotypes physiologiques sont attachés à la délétion spécifique de la plupart des gènes. L'existence inattendue de grandes familles de protéines, appelées paralogues, fut dévoilée. C'est ainsi que la séquence protéique de chacun des trente-deux membres levuriens de la grande famille ubiquitaire des protéines ABC (ATP Binding Cassette) fut déduite quasi instantanément de la séquence d'ADN. Connaître la structure primaire exacte de toutes les protéines d'une cellule à bouleversé le métier des biochimistes qui cherchent à définir la fonction et le mécanisme catalytiques de chaque protéine. Cet objectif réductionniste reste néanmoins difficile et inachevé surtout dans le cas des protéines membranaires quoiqu'elles constituent près de 20% des protéines cellulaires.

À partir de 1996, une nouvelle approche de nature holistique basée sur l'exploitation de la séquence de l'ADN de la Levure vit le jour. On peut la définir par l'expression jusqu'alors antinomique de « physiologie moléculaire ». Son but est la définition de toutes les interactions permanentes ou transitoires existant dans la cellule. Elle a nécessité le développement de nouveaux outils analytiques puissants appelés transcriptomiques (puces à ADN) et protéomiques (basés sur la spectroscopie de masse), et l'analyse systématique de collections complètes de mutants délétés dans chacun des gènes et de protéines marquées par des marqueurs fluorescents détectables par microscopie optique.

D'autres nouveaux outils caractérisant les interactions protéiques furent développés chez la Levure dont le « double hybride » (interaction de deux polypeptides allumant l'expression d'un gène donnant une couleur bleue à la cellule), l'identification de complexes protéiques par diverses techniques biochimiques ou immunologiques et de nouveaux mutants interrompant des interactions physiologiques insoupçonnées (synthétiques létaux). C'est ainsi que des dizaines de millions d'interactions protéiques spécifiques à des situations physiologiques déterminées sont maintenant décrites chez la Levure. Un énorme problème est néanmoins constitué par le fait que près d'un tiers de ces interactions sont probablement artéfactuelles et que presque toutes les interactions identifiées restent qualitatives. Ceci est le handicap majeur d'une nouvelle approche appelée « biologie des systèmes » dont les objectifs et les réalisations sont vagues mais que l'on pourrait définir par « l'ensemble des approches informatiques vi-

*Connaître la structure primaire exacte de toutes les protéines d'une cellule à bouleversé le métier des biochimistes*

Connaître la structure primaire exacte de toutes les protéines d'une cellule à bouleversé le métier des biochimistes

sant à la description analytique et/ou prédictive des interactions moléculaires au sein de cellules déterminées ».

Une autre nouvelle approche est l'identification et la caractérisation moléculaire chez la Levure de nombreux homologues de protéines dont la déficience chez l'homme produit une maladie héréditaire ou acquise. Parmi celles étudiées en Belgique citons la frataxine responsable de l'Ataxie de Friedreich, la DNA polymérase mitochondriale responsable de près de cent mutations différentes qui chez l'homme résultent en graves maladies héréditaires, une protéine d'échange GDP/GTP impliquée dans la tumeur d'Ewing, une perméase d'acides aminés déterminant le facteur Rhésus, les pompes cellulaires d'efflux MDR « Multidrug Resistant » de nombreux composés chimiotoxiques.

Depuis l'année 2000, un autre tournant scientifique fut déclenché par des travaux, d'origine française, d'analyse comparative de nombreuses séquences d'espèces de levure

reliées entre elles par des critères morphologiques et physiologiques mais ayant subi depuis plusieurs centaines de millions d'années une évolution prononcée de leur séquence protéique. Cette approche comparative est d'une grande puissance. Elle a permis d'affiner les annotations structurales de nombreux gènes de *S. cerevisiae* mais dévoila aussi plusieurs mécanismes de l'évolution des génomes.

Pour célébrer le dixième anniversaire de la finition de la séquence complète du génome de *S. cerevisiae*, initiée, coordonnée et réalisée en partie appréciable (20%) en Belgique grâce à un financement de longue durée par l'Union européenne, l'Académie royale de Belgique accueillit les 7 et 8 septembre 2006, une centaine de scientifiques européens qui tracèrent les différentes facettes des travaux contemporains utilisant la fidèle servante de l'Homme que reste la Levure et ses espèces sœurs qui depuis Van Leeuwenhoek, Lavoisier et Pasteur, restent des objets scientifiques d'avant-garde. ■

---

## La création d'un opéra

*Interview de Jacques De Decker,  
Écrivain, Secrétaire perpétuel de l'ARLLFB*

**Monsieur De Decker, vous êtes l'auteur du livret de l'opéra *Frühlings Erwachen*, créé au départ d'une pièce du même nom de Frank Wedekind.**

**Comment s'élabore un opéra et quel est le rôle spécifique de chaque intervenant ?**

Construire un opéra est une entreprise gigantesque qui vous plonge dans une dimension où deux arts de la durée se rencontrent, le théâtre et la musique. Les deux se tressent l'un par rapport à l'autre, ce qui suppose une combinatoire extrêmement complexe que pratiquement personne ne peut dominer seul. La grande exception à cela, c'est Richard Wagner qui a, à la fois, composé la musique, écrit les livrets, conçu la mise en scène, la scénographie, et même l'architecture des lieux où devaient se jouer ses œuvres. C'est le seul qui ait vraiment dominé ce médium et cela a donné lieu au concept de l'œuvre artistique totale, qui rassemble les langages musical, verbal, plastique, architectural. Sauf à être Wagner, les choses doivent donc être assumées collectivement. Et comme elles se font collectivement, chacun n'a qu'une part de participation et de contrôle de l'ensemble, même si l'on voit, dans la progression de la genèse même de l'œuvre, les rôles se relayer.

Au départ, il y a une idée qui est mise sur papier, le synopsis, un projet de livret. Il est possible de ne partir de rien et d'inventer le sujet et l'histoire, mais la plupart du temps les opéras se font au départ d'œuvres existantes. Cela se passe très souvent ainsi car, pour soutenir le « bombardement » de signes qui va se produire – l'opéra, lorsqu'il sera terminé, va émettre une quantité gigantesque d'informations à la fois littéraires, poétiques, verbales, musicales, plastiques –, il faut un noyau dur extrêmement puissant. Et cette puissance, il est souhaitable d'avoir la possibilité de

la vérifier en partant d'une œuvre connue et déjà réputée, ou, du moins, ayant déjà prouvé sa force de conviction. Le livret, qui est la matière verbale dont l'opéra va partir, est une transformation de l'œuvre originale. Celle-ci est le plus souvent une pièce de théâtre dont le texte doit être modifié pour fournir la base de l'œuvre musicale. Au niveau de la matière textuelle, pour l'opéra qui nous occupe, la pièce de théâtre dont la représentation sur scène dure au moins deux heures et demie, va devoir fournir la matière à un opéra qui ne devra pas durer plus longtemps. Or on sait que si l'on chante les répliques, elles vont forcément se ralentir. Ce ralentissement est, en moyenne de l'ordre de 1 à 3. J'ai donc été confronté à un travail de réduction en transformant la pièce de Frank Wedekind, *l'Éveil du printemps* – originellement *Frühlings Erwachen* – en un livret à peu près trois fois plus court mais qui ne pouvait pas donner l'impression d'être moins riche ni moins expressif. Ce type de démarche implique tout d'abord de travailler sur la structure de l'œuvre de départ, en voyant si on va la conserver telle quelle ou si on va la modifier – ordre des scènes, fil narratif, structure de l'histoire –, toujours en vue de la rendre la plus expressive possible.

Pour la cohérence de l'ensemble, il est nécessaire que l'équipe soit la plus homogène possible, que les gens soient en accord les uns avec les autres dans le travail. Quand je parle d'équipe, il s'agit principalement de l'écrivain, du compositeur et du metteur en scène. L'objectif était de reconstituer à trois la personnalité d'un créateur unique. Chacun a agi sur son secteur et, en même temps, est arrivé à ajuster et à harmoniser les démarches des deux autres. Benoît Mernier, compositeur et tête de pont du dispositif, Vincent Boussart, metteur en scène, et moi-même, avons travaillé pendant plusieurs mois rien qu'à la conception générale de

l'œuvre telle qu'elle allait se présenter sous forme d'opéra. C'est-à-dire essentiellement la manière dont l'histoire allait se raconter. C'était une question très importante, liée à la particularité de l'œuvre à laquelle on s'attaquait. À partir du moment où on a été d'accord là-dessus, j'ai commencé à écrire le livret. À chaque scène de l'ouvrage se sont posées les questions dans les mêmes termes que sur la totalité : reconsidérer chacune et voir comment réduire et intensifier, dans un double mouvement inséparable. Après la rédaction des deux ou trois premières scènes, le compositeur a commencé à écrire. Il lui a fallu deux ans pour composer l'entièreté de l'œuvre. En ce qui me concerne, je ne voulais pas fournir un livret complètement achevé dès le début parce que je voulais pouvoir bénéficier des retours qu'il me fournirait et ce, dès le début. En quelque sorte, nous avons avancé d'une façon dialectique.

**Avez-vous rencontré des difficultés avec cette pièce très particulière ?**

*L'Éveil du printemps* est une pièce allemande qui date de 1891, premier chef-d'œuvre écrit par Frank Wedekind, l'un des plus grands dramaturges allemands du tournant du siècle et peut-être de tous les temps. Ce qui est étrange, c'est que *L'Éveil du printemps* n'a jamais été porté à la scène en opéra. Ceci est probablement lié au fait que la plupart des personnages de cette pièce sont des adolescents. Le fil conducteur de l'histoire, c'est essentiellement trois jeunes gens – une fille et deux garçons – qui sont confrontés au problème de l'adolescence : incertitude, angoisse, découverte de la condition humaine, plus particulièrement de la sexualité à une époque assez obscurantiste en ce domaine. Le fait que la plupart des personnages aient moins de vingt ans arrêtaient les compositeurs, notamment à cause du problème du choix des types de voix. En ce qui nous concerne, nous avons opté pour un dispositif dramaturgique qui a permis de résoudre le problème. Ce qui était assez délicat à réaliser était de ne montrer dans le spectacle aucun personnage adulte. On peut entendre certains adultes mais on ne peut pas les voir. Et ne les voyant pas, on ne risque pas d'avoir un trouble lié au fait que les rôles des adolescents sont joués en réalité par de jeunes adultes. Cette option là, évidemment, demandait une organisation particulière de l'œuvre.

**Avez-vous écrit en pensant la musicalité du texte ?**

Le librettiste doit fournir un texte susceptible d'exciter un compositeur. La pièce est écrite en prose et en allemand. Le livret est également écrit en allemand mais en vers libres. Dans son ensemble, le texte n'est fait, en nombre de mots, qu'avec 30 pourcents de l'œuvre originale. J'ai sélectionné ces 30 pourcents sur base de critères essentiellement de deux natures : qu'il y ait, dans ce matériau verbal, le plus de poésie et le plus de musicalité possible. Cela l'a été par le fait que Wedekind a une écriture musicale et intensément poétique. C'est un dramaturge poète, en particulier dans cette œuvre-là. Le texte chanté est une sorte de concentré de ce que le texte original a de plus poétique. Et de ce fait même, le compositeur a pu se laisser orienter par cela pour faire une partition qui est magnifique.

**Comment caractériser la musique de Benoît Mernier ?**

Je pense que Benoît Mernier, depuis *Frühlings Erwachen*, est devenu un des plus grands musiciens belges et même un des plus grands au niveau international. Quand il m'a contacté, il m'a fait entendre certaines de ses compositions et, tout de suite, j'ai accroché. Ce qui me passionne de plus en plus dans la musique, ce sont les personnalités et les sensibilités qui y sont reflétées ; il est vrai que la musique est le langage qui permet le plus cela.

Quand j'ai entendu pour la première fois la musique de Mernier, j'ai eu l'impression qu'il avait assimilé toute la musique qui l'avait précédé et qu'en même temps la sienne était totalement neuve. Chez lui, l'expression post-moderne s'applique totalement. Il connaît tant la musique classique que la musique moderne et il est au-delà. Ceci lui permet de se servir de tout : dans *Frühlings Erwachen*, on entend des choses que l'on peut qualifier d'atonales et d'autres aussi dont on a l'impression qu'elles sont mélodiques au sens traditionnel du terme alors qu'il n'en est rien. Il y a des moments où l'on est renvoyé explicitement à certaines époques de la musique, notamment la musique baroque. Certains passages se rapprochent parfois aussi de la musique symphonique appliquée, comme dans la musique de film. Dans la pièce, il y a régulièrement des changements de registre : il y a des scènes très tragiques, des scènes comiques, des scènes satyriques, des scènes en demi-teinte, des scènes violentes, des scènes tendres. Énormément de couleurs et de rythmes différents ont permis à Benoît Mernier de déployer une grande diversité de techniques. Il a très bien adhéré à l'œuvre dès le départ, tout comme Vincent Boussart, le metteur en scène, et moi-même. Je crois que cela a été une des clés de la réussite de l'entreprise.

**Êtes-vous aussi à l'aise dans la langue allemande qu'en français ?**

Non, mais je suis germaniste de formation et j'ai un rapport à l'allemand qui convient très bien ici. Une langue qui n'est pas tout à fait la vôtre, vous la regardez plus objectivement. Chaque mot devient étrange, devient un objet. Et dans le type d'écriture que suppose le livret – une écriture très technique, très matérielle, où chaque mot et même chaque syllabe compte –, c'est finalement plus « facile » d'écrire dans une autre langue que la sienne. Il me semble qu'en français, j'aurais du mal à sortir du rythme régulier de l'alexandrin et qu'il y aurait vite un côté « tic tac » dans le vers. Ce risque là existe peu en allemand parce que l'unité est liée aux accents et les points forts doivent tomber sur ces accents. Si l'on veut mettre les phrases en musique, il faut en tenir compte. Cela permet plus de créativité pour un musicien, ce qui est très important. Benoît Mernier ne voulait pas d'un texte trop régulier, trop scandé, et cela, pour qu'il puisse, à tous moments, inventer sa mélodie dans une organisation presque mathématique de chaque phrase musicale.

Propos recueillis par Philippe Van Asbroeck

Réf. : Robert Wangermée, *Genèse d'un opéra*, Mardaga, 2007.

# Future professional Communication in Astronomy (and its impact on evaluation)

Colloque

Une quinzaine d'années après le premier colloque international sur la publication électronique en astronomie (Strasbourg, octobre 1991) duquel sont sorties la plupart des matérialisations et collaborations actuelles dans le domaine, où en sommes-nous ? Le courrier électronique et les sites web ont profondément changé la façon dont la communauté astronomique travaille et communique. Mais lorsque vient le moment de publier des documents certifiés (« référés »), nous continuons à publier des versions imprimables et éventuellement disponibles sur papier au lieu de pratiquer pleinement la publication électronique.

Pourquoi cela ? Alors que maintenir une diversité de médias est certainement souhaitable, quelles sont les barrières techniques (par exemple au niveau de l'archivage) pour rendre disponible électroniquement notre connaissance vérifiée ? Existe-t-il des limitations sociologiques dans une communauté connue pour être à la pointe des technologies concernées ? Une de ces limitations pourrait être que, dans la réalité quotidienne des choses, les comités d'évaluation (de programmes, d'individus, d'institutions) tiennent d'abord compte des articles validés via les canaux traditionnels. Les processus d'évaluation ne devraient-ils pas tenir compte de ces différents modes de présentation de résultats scientifiques ?

Les éditeurs commerciaux annoncent de nouveaux modèles de publication. Quels sont-ils et sommes-nous prêts à les adopter ? Par ailleurs, les auteurs et éditeurs d'ouvrages livrent aujourd'hui du matériel totalement finalisé et immédiatement publiable, mais celui-ci est parfois retenu pendant des mois par les maisons d'édition avant d'être produit, avec une qualité qui n'est pas toujours satisfaisante. La question des droits est aussi parfois soulevée, les maisons d'éditions commer-

ciales revendant chèrement aux institutions académiques de l'information qui en fait provient de celles-ci. Quel rôle peuvent jouer les sociétés savantes ? Sommes-nous prêts pour l'Open Access ? Ou pour des serveurs du type wiki ? Si oui, pour quels types de publications ?

Des outils bibliométriques, essentiellement basés sur des mesures de citations, se sont récemment multipliés. Mais que mesurent-ils exactement ? Devrions-nous en adopter certains ou en développer d'autres ?

Ce colloque s'adresse plus particulièrement aux auteurs, éditeurs, bibliothécaires, gérants d'archives, représentants de sociétés savantes, de même qu'aux scientifiques impliqués dans la publication professionnelle et dans les processus d'évaluation. ■

**Organisation :** M. André Heck, Professeur à l'Université Louis Pasteur à Strasbourg et M. Léo Houziaux, Secrétaire perpétuel de l'Académie royale de Belgique

Dates : du 10 au 13 juin 2007

Lieu : Palais des Académies, rue Ducale, 1,  
1000 Bruxelles

*Principaux thèmes abordés :*

- Publication électronique : état des lieux
- Évaluation et publication électronique
- Nouveaux modèles de publication
- Le rôle des sociétés savantes
- Bibliométrie et autres critères d'évaluation

Contact : A. Heck, Observatoire Astronomique de Strasbourg <heck@astro.u-strasbg.fr>  
<http://vizier.u-strasbg.fr/~heck/epub2007.htm>  
Fax : +33-388 50 87 72

## Directeur de la publication

Guy Jucquois

## Secrétaire de rédaction

Philippe Van Asbroeck  
philippe.vanasbroeck@cfwb.be

## Comité de rédaction

Arsène Burny, François de Callatay, Jacques De Decker,  
Jean-Luc De Paepe, Céline Dessauzy, Guy Jucquois,  
Jacques Reisse, baron Roberts-Jones, Philippe Van Asbroeck,  
Jean-Jacques Van de Berg.

## Impression

InterCommunications sprl & E.M.E.

## Tirage

3600 exemplaires

## Éditeur responsable

Guy Jucquois  
Rue de Hanret, 40  
5380 Cortil-Wodon

Les articles signés n'engagent que leurs auteurs.  
Les textes peuvent être reproduits avec la mention « La Lettre des Académies ».  
Toute demande d'abonnement gratuit peut être introduite auprès du Secrétaire de rédaction.

Dépôt légal : 2007/9202/24

ISBN : 978-2-930481-23-4

ISSN : 1782-5008

© Académie royale de Belgique, B-1000 Bruxelles, 2007