

Édito

C'est enfoncer des portes ouvertes que d'affirmer que la recherche fondamentale coûte cher au contribuable, lequel se demande souvent à quoi ça sert et si son argent ne serait pas plus utile à construire plus d'hôpitaux. Mais si les hôpitaux arrivent à sauver la vie de contribuables particulièrement souffrants, c'est souvent grâce à des appareils et techniques nés d'élucubrations de prétendus hurluberlus seulement curieux de percer les mystères de la nature. Mais il s'avère que beaucoup de ces hurluberlus budgétivores sont des bienfaiteurs de l'humanité.

Cela dit, si la recherche fondamentale a parfois mauvaise presse, c'est que nous, chercheurs, avons trop tardé à sortir de notre tour d'ivoire pour aller vers le public lui expliquer l'utilité et la beauté de notre recherche.

Or, pour toucher un vaste public, les médias sont incontournables. Comme leur nom l'indique, les médias sont des intermédiaires entre le scientifique et le « grand public », des relais entre l'émetteur et le récepteur. Pour que la transmission soit bonne, il faut que les trois chaînons fonctionnent bien. Ce n'est pas toujours le cas lorsque le scientifique ne sait pas se mettre à la portée de son auditoire, le journaliste déforme ses propos et le téléspectateur préfère regarder Intervilles. Mais c'est le rôle des deux premiers d'éveiller le troisième à la science puis d'essayer de le passionner et pour cela, ils doivent ramer dans le même sens. C'est loin d'être toujours le cas, mais souvent, ça marche bien.

Comment ça marche, ou comment ça devrait marcher, comment défendre et illustrer le mieux la recherche fondamentale avec ou sans l'aide des médias, tels furent les sujets de la table ronde qui se tint au centre de Keravel, en Bretagne, où s'était déplacé une partie du DAPNIA du 29 mars au 1^{er} avril 1998 (voir ScintillationS n°37). Cette table fut animée avec talent, esprit et pugnacité par Bruno Rougier, journaliste scientifique à France-Inter. Le compte-rendu ci-dessous tente de dégager la substantifique moelle des débats, en contrepoint du magnifique article de Chris Llewellyn-Smith dont le dernier épisode paraît dans ce numéro. Y figure également un écho sur la création d'un corps d'intervenants communication, volontaires pour accueillir et guider les quelques 50 000 visiteurs que le CEA compte accueillir en 1999 dans le cadre de son ouverture toujours plus grande au public. Puisque nous sommes fiers de notre recherche, montrons-la et expliquons-la au plus de gens possible.

Joël Martin(ScintillationS)

Morceaux choisis de la Table Ronde de Kéravel

(Journées scientifiques du DAPNIA, 30 mars 1998)

Ces extraits sont livrés en gros dans l'ordre chronologique. Cela donne à ce compte-rendu un côté un peu décousu mais beaucoup plus vivant.

La salle était ce soir-là surtout peuplée de physiciennes et de physiciens (après Seignosse et les métiers du DAPNIA, Keravel était dévolu à la physique). Cette meute faisait face au sympathique et courageux journaliste scientifique de France-Inter, Bruno Rougier, qui avait accepté d'animer la table ronde de façon très chevaleresque.

Yves Sacquin (SPP) ouvrit les débats en présentant l'animateur et en introduisant le sujet (et non le contraire, comme le laissent parfois croire certaines expressions fâcheusement anglicisantes). Sujet crucial pour le DAPNIA : comment défendre la recherche fondamentale et instrumentale, en particulier en sachant la présenter au public. Quels sont les arguments les plus pertinents, percutants, efficaces pour convaincre nos bailleurs de fonds que

sont les contribuables, via les décideurs, que la recherche est indispensable, passionnante, difficile etc. ? Mais aussi, comment pré-



Bruno Rougier et Yves Sacquin

senter ces arguments de façon convaincante ? Et tout simplement, comment faire passer l'information ?

En bon professionnel, Bruno Rougier créa d'emblée le climat propice à de vifs et fructueux échanges : « Je suis ici pour être votre poil à gratter ». Et il posa le problème :

entre l'émetteur (les scientifiques) et le récepteur (le public) il y a des parasites (qui brouillent l'écoute, NDLR). Côté émetteur, les scientifiques utilisent le plus souvent d'un langage ésotérique pour expliquer des choses en général beaucoup trop compliquées. Côté récepteur, trois personnes sur quatre estiment que la recherche, effectuée le plus souvent sans contrôle des politiques, ne répond pas au besoin des gens alors qu'elle coûte très cher.

Est alors abordé le premier sujet « qui fâche » : la recherche est budgétivore, opaque et sans contrôle. D'emblée les échanges sont vifs, mais sans animosité. Côté physiciens, on met en avant les dépenses autrement considérables et opaques. Bruno Rougier fait valoir que les physiciens ne sont contrôlés que par des physiciens. S'ensuit une discussion où l'on développe trois sortes d'arguments : 1) Le LHC, où se fera la physique « lourde » de l'an 2000 et où le DAPNIA s'investit fortement (voir « Clefs CEA n° 39, été 1998 ») coûtera à toute la planète dans les 10 mil-



Bonnes fêtes à tous !



liards de francs. C'est une décision planétaire. Il est donc à présumer que cette physique est utile à toute l'Humanité. En comparaison, le projet *Mégajoule* dont les buts sont autant militaires que civils coûtera 15 milliards rien qu'à la France. 2) Lorsqu'on parle des dépenses qu'entraîne la recherche, on oublie d'en déduire les retombées financières dont bénéficient entreprises et régions, sans oublier les retombées techniques. 3) On reproche aux chercheurs de chercher au petit bonheur sans savoir à quoi ça servira. Or, les grandes découvertes permettant les plus spectaculaires avancées techniques dont nous profitons tous se sont faites de cette manière. Pour ne donner qu'un seul exemple, le pompage optique, ésoérique occupation de savants guidés par leur seule curiosité, a donné le laser...

Quelques minutes plus tôt, Bruno Rougier avait abordé la médiatisation de la recherche : « *Avez-vous la volonté de vous expliquer, d'aller vous mettre en face du grand public, d'expliquer le pourquoi de vos recherches ?* »



Presque tous les assistants avaient opiné. Le journaliste avait fait alors reconnu très honnêtement : « *Dans le passé, on a fait de gros investissements qui ont eu effectivement des débouchés que l'on voit aujourd'hui, donc les gros investissements que l'on fait aujourd'hui auront des débouchés plus tard ; voilà un argument qui porte auprès du public.* »

Un physicien se fait à son tour provoquant : les médias, bien que sachant parfaitement l'engagement du public pour les Sciences, mettent à plaisir l'accent sur l'aspect politico-financier. Le journaliste rétorque que le public s'intéresse surtout à la recherche médicale, dont il perçoit plus facilement les bienfaits et le moindre coût, et que des gens qui confondent atome et molécule risquent de ne pas s'emballer facilement pour le boson de Higgs. La faible culture scientifique du grand public est un grand problème.

Réplique immédiate du camp physicien : les médias disent que la physique c'est cher, en omettant de comparer avec d'autres

dépenses (l'argument inverse sera lancé un peu plus tard : « *Combien de scanners pourrait-on se payer avec votre satellite ?* »). Les médias tapent là où c'est le plus facile, où il n'y a pas de puissant lobby : entre autres sur la physique fondamentale. Mais tout dépend comment on présente les choses. Il suffirait de dire, par exemple : « *La sonde Voyager qui a exploré les confins du système solaire et fait rêver la planète entière a coûté un franc par habitant.* » D'autre part, les médias oublient que si la culture générale scientifique est déficiente, c'est qu'on a fortement réduit l'enseignement des sciences physiques au collège. Face à cela, trop de scientifiques se croient obligés d'être hermétiques. C'est la technique des grands prêtres : restons entre initiés. À part quelques vulgarisateurs exceptionnels qui passionnent car ils savent communiquer leur passion, peu de scientifiques passent la rampe. Du coup, trop de gens se passionnent pour l'irrationnel.

Il faut donc des vulgarisateurs. Or, souligne un physicien, certains de nos chefs nous ont trop longtemps dit que ce n'était pas notre boulot (C'est en train de changer, voir « *Les intervenants-communication* » dans ce numéro). Il faut que la vulgarisation soit enfin reconnue comme l'une de nos missions et devienne l'affaire de chaque chercheur. Il faut nouer un contact direct avec le public (une astrophysicienne observera un peu plus tard que ce contact existe à l'échelon familial : on vulgarise pour ses enfants). Les médias ont certes un rôle d'éducation du grand public, mais ils ne doivent pas être un canal obligé sinon ils prennent trop de pouvoir. Ce contact direct est d'autant plus utile qu'il permet de constater *de visu* l'intérêt du public, dont doute parfois tel ou tel décideur : « *Mais ça intéresse qui ?* » Le scientifique doit pouvoir le lui dire, et pour cela, aller au contact du public.

Bruno Rougier reprend de volée : le contact direct est une bonne chose mais les médias, ce n'est pas qu'un pouvoir, c'est un fantastique multiplicateur d'audience.

Bonne réplique du fond de la salle : le goût des scoops et du sensationnel pousse souvent les médias à déformer les propos du scientifique. Un physicien, puis une physicienne souligneront un peu plus tard le manque de déontologie de certains journalistes qui ne font pas valider au scientifique les propos qu'il a tenu et les publient dans une version déformée. Bruno Rougier le reconnaît sportivement mais souligne que ce n'est pas la règle générale dans la profession. Un chercheur relève alors qu'il n'y a pas que les médias qui prennent certaines libertés avec la déontologie : pour avoir des sous ou le devant de la scène, des scientifiques n'hé-

sitent plus à anticiper sur leurs résultats ou à en gonfler l'importance. D'autres font leur conférence de presse avant d'avoir annoncé quoi que ce soit à la communauté scientifique. Les politiques eux-mêmes se servent, comme tremplin pour leur réélection, de scoops scientifiques qui se révèlent faux et dont on attend encore le démenti.

Bruno Rougier revient alors sur ce qu'il tient pour le « *grand nœud d'incompréhension entre les scientifiques et le grand public* », le fameux « *à quoi ça sert ?* ». Il suscite de nombreuses réponses dans la

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

1- « *... c'est nous les Christophe Colomb des temps modernes...* »

salle. Un argument culturel : la recherche est une réponse à la perpétuelle quête de l'humanité vers l'inconnu de ses origines ; les gros accélérateurs sont des machines à remonter le temps jusqu'aux états primordiaux de la matière juste après le « Big Bang ». Autre argument : la « divine surprise » de découvrir quelque chose qu'on ne cherchait pas (par exemple, les rayons X).

Le débat s'oriente ensuite sur un autre point crucial : on peut passionner le grand public par de belles images, mais pas par une équation ou un diagramme. Or, ces outils indispensables sont hors de portée du grand public qui doit alors faire confiance aux experts. Pour Bruno Rougier, ce genre d'argument passe très mal : la difficulté de la vulgarisation est justement de faire adhérer le public à une recherche dont on ne peut lui livrer tous les arcanes.

Un ingénieur, puis un physicien abordent alors les retombées techniques. Elles sont imprévisibles. Elles ne doivent donc pas être un critère pour choisir telle ou telle recherche. Mais si l'on ne sait pas quelles seront les retombées, on est sûr qu'il y en aura. L'histoire des sciences est là pour confirmer que cela s'est toujours passé ainsi. Il faut le dire au public. De plus, comme le souligne alors un autre physicien, la recherche est une vitrine pour un pays : « *Un pays qui renoncerait à sa recherche fondamentale ne serait plus respecté comme pays industrialisé.* »

Le débat s'élève alors : quelle est la place de la recherche dans la société ? La recherche est-elle bonne pour l'emploi ? La désaffection pour la physique lourde ne vient-elle pas de la désaffection des militaires pour cette même physique dont ils n'ont plus autant besoin qu'avant ? Faudra-t-il bientôt faire la quête dans la rue ? Cette désaffection est-elle, par ailleurs, aussi réelle que semblent l'indiquer

des sondages dont on ne sait trop comment ils ont été effectués ? Boum ! Revoilà les médias.

Mais on ne tarde pas à revenir sur la vulgarisation. Plutôt, sur les vulgarisations. Car, le souligne un physicien, il y a plusieurs niveaux selon qu'on s'adresse à un prof de lycée ou à son élève. Bruno Rougier renchérit : le niveau n'est pas le même pour un auditeur de *France Inter* ou pour celui qui écoute *RTL*, pour un lecteur de *France-Soir* et pour un lecteur de *Monde*. La difficulté de toucher tous les publics se complique du fait que ceux

qui viennent aux conférences sont déjà intéressés et ont sans doute déjà une certaine culture.

Décidément, conclura Bruno Rougier, la vulgarisation c'est très difficile. Surtout, si, vous, les scientifiques, vous vous sentez trahis par les médias. Mais il faut persévérer, creuser le sillon jour après jour.

La Rédaction

Le texte intégral des interventions (24 pages), a été relevé par Yves Sacquin d'après la cassette enregistrée à Keravel (bravo et merci !)

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

Des phrases entendues lors de la table ronde émaillent ce numéro (et les suivants). Quels en sont les auteurs ?

Ces citations sont authentiques mais certaines ont été perfidement tronquées pour leur donner un caractère badin, provocateur ou même, parfois, olé-olé. Mais tronquer, ce n'est pas toujours tricher (NDLR)

Fin de l'article de Chris Llewellyn-Smith

Voici, comme promis, la fin de cette superbe défense et illustration de la recherche fondamentale. Antoine Waechter ou Dominique Voynet, eux-mêmes, en tireront-ils la conclusion « Qu'est-ce qu'il est bon, ce Chris ! » (NDLR) ?

Il fut un temps où les gouvernements étaient, comme je le défends ici, généralement disposés à financer directement en premier lieu la science de base en fonction de l'excellence scientifique. En 1978, on pouvait lire dans les Perspectives scientifiques et technologiques de l'OCDE qu'au Royaume-Uni, par exemple, « les objectifs de la science et de la technologie ne sont pas définis à l'échelon central... On estime que les scientifiques eux-mêmes sont les mieux placés pour déterminer les priorités de la recherche fondamentale... » Les choses ont changé depuis lors. Dans le livre blanc 1993 du Gouvernement britannique sur la science et la technologie, qui reposait sur le postulat que la science et la technologie devaient s'atteler à la création de richesses, il était proposé d'établir des priorités selon un programme de « prospective technologique ». La mission consistait à « faire en sorte que les dépenses de l'État au titre de la science et de la technologie aient pour but de contribuer au maximum à notre performance économique nationale et à la qualité de la vie ». Ces objectifs peuvent sembler ni plus dangereux, ni plus utiles au demeurant, qu'une décision de n'investir que dans les actions qui sont sur le point de monter. En fait, cependant, bien que les rapports de prospective consécutifs aient produit quelques résultats positifs, ceux-ci sont utilisés d'une façon qui menace la science de base.

De tels examens prospectifs ont été effectués dans d'autres pays: au Japon d'abord, en 1970, puis en France, en Suède, aux Pays Bas et en Australie, suivis par le Royaume-Uni, sceptique au départ. D'autres suivront sans aucun doute ; il y a donc lieu d'en dire quelques mots (voir la réf.[19] pour un aper-

çu de divers exercices prospectifs).

Typiquement, le déroulement de processus prospectif est le suivant :

- 1) Une « liste restreinte » des sciences/technologies susceptibles d'offrir d'importantes applications est établie d'une manière ou d'une autre.
- 2) Des « experts » étudient les technologies énumérées.
- 3) Des groupes multidisciplinaires, multisectoriels discutent les résultats de ces études
- 4) Les rapports sur les débats de ces groupes sont remis aux décideurs.

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

2- « ... la question est mal posée, c'est pas "combien coûte le LHC à la France ? ", c'est "combien rapporte le LHC à la France" ? »

A titre d'exemple, dans du cadre le récent « Programme de Prospective Technologique » britannique, conçu pour explorer les marchés et les technologies dans les 10 à 20 prochaines années, des groupes de prospective ont été créés sur les sujets suivants :

- Agriculture, ressources naturelles et environnement
- Processus de fabrication, de production et commerciaux
- Défense et aérospatial
- Matériaux
- Chimie
- Construction
- Services financiers
- Aliments et boissons
- Santé et sciences de la vie

- Énergie
- Transport
- Communications
- Loisirs, éducation
- Technologie de l'information et électronique
- Vente au détail et grande distribution.

360 recommandations ont été élaborées, couvrant les six thèmes suivants :

- Communications et puissance de calcul
- Nouveaux organismes, produits et procédés
- Progrès en science des matériaux, ingénierie et technologie
- Mise en ordre des procédés de production et des services
- Besoin d'un monde plus propre, plus supportable
- Tendances sociales - démographie et meilleure acceptation des nouvelles technologies par le public.s

Parmi ces thèmes, 27 priorités génériques étaient dégagées en vue d'un développement en partenariat par les communautés scientifiques et industrielles. Le rapport définissait également cinq grandes priorités infrastructurelles :

- Connaissance et base de compétence
- Excellence en recherche fondamentale
- Infrastructures des communications
- Finances à long terme
- Mise à jour permanente des politiques et des cadres réglementaires.

Il est généralement admis que ce processus a eu le grand mérite de réunir des personnalités de l'industrie, du gouvernement et de l'univer-

sité. De plus, les résultats ont probablement l'avantage de mettre en évidence des points de croissance technologique potentielle à une échelle de temps qui intéresse l'industrie. Cependant, le grave danger pour la science fondamentale est que ces résultats servent de base à une « planification pour éviter l'échec », et qu'ils influencent indûment les choix de financement.

Il semble au demeurant que tel soit déjà le cas; il est maintenant demandé aux Conseils de la recherche britanniques (British Research Councils) de retenir, parmi leurs critères, celui de savoir si l'application d'une recherche peut satisfaire les priorités de la prospective, ce qui n'était pas envisagé initialement. Un tel critère aurait manifestement empêché Thomson de découvrir l'électron !

7. Conclusions

J'ai soutenu que :

- La science de base est très importante, économiquement et culturellement.
- La science de base doit être financée par les gouvernements, en priorité par rapport au financement de la recherche appliquée, et les pays développés ne doivent pas la laisser à d'autres.
- Les tentatives visant à « diriger » la recherche fondamentale sur la base d'objectifs économiques sont généralement vaines, et peuvent aller à l'encontre du but visé.

De 1945 jusque dans les années 1980, l'attitude vis-à-vis du financement de la science de base a été en général favorable dans la plupart des pays industrialisés¹. Durant cette période, les arguments avancés dans un rapport célèbre publié en 1945 par un comité dirigé par Vannevar

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

3- « ... nous les physiciens des particules on a peut-être juste une barbe et pas l'accent canadien, donc ça pose des problèmes peut-être d'explication. »

Bush, conseiller scientifique du président des Etats-Unis et intitulé « Science - La frontière sans fin » étaient largement admis. Ce rapport soutenait que les dépenses consacrées à la recherche de base contribueraient, tôt ou tard, à la richesse, à la santé et à la sécurité nationale, et qu'il convenait de ne pas trop se soucier de la forme exacte que ces bénéfices pourraient prendre ni de la date à laquelle ils pourraient se manifester. Cette opinion prévalut durant les années 1960, et le financement public de

la recherche de base augmenta sensiblement en valeur réelle année après année. On doit cependant admettre, je pense, qu'aux Etats-Unis au moins dans les années 1950, il était tacitement entendu que si les gouvernements comblaient les scientifiques universitaires en finançant leurs recherches, ceux-ci, en échange, seraient prêts à apporter leur concours en cas de guerre, comme ce fut le cas durant la Seconde guerre mondiale (le Gouvernement Reagan tenta sans succès d'encaisser ce chèque tacite, quand il demanda un soutien pour l'initiative de la guerre des étoiles).

Pourtant, l'augmentation du financement de la science prit fin lorsque des pressions commencèrent à s'exercer sur les dépenses publiques, accompagnées de l'exigence d'une plus grande justification de leur emploi. Le Royaume-Uni fut l'un des premiers à subir de telles pressions dans la seconde moitié des années 1970. Les Pays-Bas furent un autre cas précoce, mais pour des raisons différentes, à savoir le sentiment qu'il convenait d'accorder davantage d'importance aux sciences génératrices de bénéfices sociaux. Le modèle perdura plus longtemps en Allemagne et aux Etats-Unis, et ne céda que vers 1990. En Allemagne, le coût plus élevé que prévu de la réunification en fut la cause. Aux Etats-Unis, ce fut la croissance du déficit du budget fédéral, associée à la conviction que, comme le montrait l'expérience japonaise, les principes de base étaient viciés.

Aujourd'hui, dans pratiquement tous les pays de l'OCDE, un nouveau contrat social pour la science semble se faire jour. C'est ce qu'illustrent le livre blanc britannique évoqué plus haut, ainsi que les exercices de prospective qui entraînent que les gouvernements n'investiront dans la recherche de base que si elle apparaît probablement génératrice des bénéfices assez directs et spécifiques, sous la forme de création de richesses et d'amélioration de la qualité de la vie.

J'ai soutenu qu'il s'agit là d'une mauvaise politique. Exiger que la recherche de base ne soit financée que si on peut en attendre des bénéfices spécifiques c'est non seulement se fourvoyer, mais peut-être aussi aller à l'encontre de l'objectif économique recherché. Pourtant, aucun renversement de tendance n'est perceptible, comme le montre la citation suivante d'un article publié dans *Research Europe* le 5 juin dernier :

« Quand les dirigeants des plus grands organismes de recherche d'Allemagne prirent l'initiative sans précédent, en janvier dernier, d'écri-

re une lettre ouverte au ministre fédéral de la recherche lui enjoignant, ou peu s'en faut, de renverser la vapeur; on se demandait quel en serait l'effet. Est-ce que Jürgen Rüttgers persévérerait dans ses plans tendant à restreindre le financement de la recherche de base et orienterait davantage de crédits vers des recherches axées sur des priorités économiques, ou bien écouterait-il l'appel de la communauté des chercheurs allemands et ferait-il marche arrière? La réponse est maintenant claire. Rüttgers n'a pas modifié son cap d'un iota pour satisfaire la Deutsche Forschungsgemeinschaft et ses alliés scientifiques. »

Pour autant, nous ne devons pas baisser les bras. Comme l'écrit sagement l'auteur de *Science* – « La frontière sans fin » : « Lorsqu'on la presse de produire des résultats immédiats, et à moins que des mesures délibérées ne soient prises pour se prémunir, la science appliquée éclipse invariablement la science pure ». Si, comme moi, vous croyez passionnément à la valeur de la science pure, soyez vigilants.

Remerciements

Je remercie Paul David, John Ellis et John Mulvey de leurs observations, ainsi que John Kay, avec qui j'ai écrit l'article (réf. [1]) sur lequel s'appuient certaines parties du présent texte.

Traduction d'Yves Sacquin

Références :

- 1) Science Policy and Public Spending, J.A. Kay & C.H. Llewellyn Smith, Fiscal Studies, Vol. 6, No. 3, p. 14, 1985.
- 4) The Relationship Between Publicly Funded Basic Research and Economic Performance: A SPRU Review (prepared for H.M. Treasury), B. Martin et al, Science Policy Research Unit, University of Sussex, April 1996.
- 19) Setting Research Priorities: Future Scenarios for the R&D Portfolio, Compte-rendus de la conférence tenue à Washington D.C., Juin 1995, sous l'égide des US Department of Energy, Sandia National Labs et the Office of Science and Technology Policy, ed. J. Glick, Energy Policy and Planning Department, Sandia

¹ Certaines parties des trois paragraphes suivants sont des citations presque directes de la réf. [4]

Les « Intervenants Communication »

Depuis plusieurs années, le CEA fait un effort considérable d'ouverture vers le grand public. Science en Fête, journées CEA-jeunes, bientôt le musée d'EL3 etc. attire(ro)nt un nombre croissant de visiteurs. Le DAPNIA prend part activement à cet effort. De nombreux volontaires donnent un peu partout des conférences sur nos disciplines. Beaucoup s'investissent dans la Science en Fête pour accueillir le public, monter des manips, organiser des ateliers et des rencontres du type « bar des sciences » (appellation créée par la SFP, Société Française de Physique).

la bénédiction de son chef, puisque sa désignation comme volontaire sera signée par ledit chef pour une durée déter-



Cet indéniable effort de transparence est rendu nécessaire par la curiosité des citoyens en matière de « nucléaire », curiosité qui s'étend à toutes nos activités de recherche. Tous sites et activités confondus, le CEA attend entre 40 000 et 60 000 visiteurs l'an prochain. Il faut les accueillir efficacement sans désorganiser le travail de recherche. Plus de volontaires s'y colleront, moins chacun aura à le faire.



Dans ce but, va se mettre en place sur tous les sites¹ un ensemble d'intervenants communication, par ordre alphabétique : chercheurs, ingénieurs, techniciens, volontaires pour recevoir et guider les visiteurs dans leur unité de recherche.

minée d'un commun accord. *Le volontaire pourra arrêter à tout moment pour raisons professionnelle ou personnelle.* Et l'activité de communication sera reconnue comme partie intégrante du métier de recherche et prise en compte dans le déroulement de carrière.

Donc, affluez, les volontaires ! Plus on est de fous...

Contacts à la DCOM pour plus ample informé : Robert Deloche, Philippe Bergeonneau.

Source : une lettre de la DRHRS à la hiérarchie.

Chaque intervenant(e) communication (à ne pas confondre avec les correspondants communication des unités) accepte de consacrer un dixième de son temps, réparti sur l'année, à ces activités de communication, avec



Fête de la Science 1998

1 – Nous ne devons pas craindre de débiller nos sites (NDLR)

ATM, l'Aiguilleur Artificiel Intelligent

ATM, qu'est-ce que c'est ?

L'acronyme ATM signifie « Asynchronous Transfer Mode » et symbolise une technologie de transmission de l'information utilisée dans les télécommunications et les réseaux informatiques.

Qui s'y implique ?

Le Centre National d'Etude des Télécommunications (CNET) dans les années 80 est à l'origine de la technique qui a été très vite largement développée par les universitaires et les industriels du monde entier et norma-

lisée par les principaux organismes internationaux de télécommunication¹.

Pour quoi faire ?

Le but est d'offrir un moyen de transport unifié pour la voix, les données, la vidéo et d'autres types de services². Les intérêts de l'approche d'unification du réseau sont multiples : réduction de la diversité des équipements, utilisation optimale de la bande passante des liens du réseau en fonction de la demande instantanée des utilisateurs, infrastructures pouvant suivre à plus long terme l'évolution de la demande sur les marchés du transport de la voix et des don-

nées sans modification de la base installée, etc.

Quel est le principe ?

Pour permettre le transport de différents types de trafic sur un support commun, l'ATM repose sur une technique de commutation de messages de taille fixe appelées « cellules ». Ces cellules de taille fixe sont plus facile à manipuler que des paquets de taille variable et de nombreuses fonctions de traitement en ATM peuvent être intégrées dans le silicium pour offrir du matériel capable de traiter des flux de plusieurs milliards d'informations élémentaires (gigabits) par seconde. Chaque cellule est

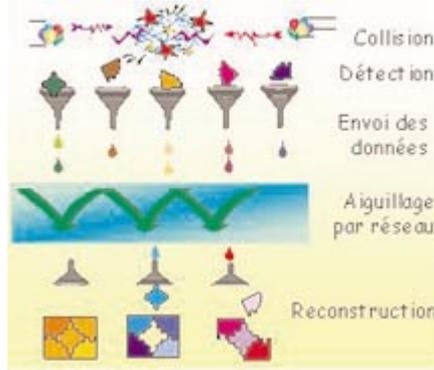
constituée de 53³ octets : 5 octets d'en-tête pour les informations nécessaires au routage, suivis d'une charge utile de 48 octets. Les liens physiques sont des sortes de rails sur lesquels circulent des trains ininterrompus de wagons figurant les cellules. Une source à débit constant (voix, vidéo non compressée) remplit périodiquement un wagon d'information. Une source à débit variable peut remplir plusieurs wagons libres consécutifs en période de pointe et réduire son activité en période de creuse. Les applications peu exigeantes en qualité de service peuvent profiter du surplus de wagons vides : l'utilisation du moyen de transport est accru sans affecter le transport des données pour les applications sensibles au délai de transmission qui peuvent disposer de wagons réservés à intervalles réguliers. Des dispositifs d'aiguillage (commutateurs) permettent de diriger les wagons correctement vers leur destination.



Les sources de données figurant les mémoires tampon liées aux capteurs du détecteur sont les cartes électroniques placées dans la partie haute du châssis de droite. Les unités de traitement sont les ordinateurs personnels dépourvus d'écran placés à gauche. Le commutateur ATM reliant tout ses éléments est la « boîte noire » placée en bas à droite.

Comment ça marche ?

Le transfert d'information entre deux points du réseau ne peut se faire qu'après l'établissement d'une liaison informatique, sorte de connexion virtuelle qui reste active durant toute la durée de la communication. Cette ouverture fait appel à une étape de signalisation au cours de laquelle sont négociés divers paramètres : valeur du débit minimum garanti, débit moyen et rafales admissibles, tolérance sur la variation du délai d'acheminement des cellules etc. Lorsque un chemin est établi, un numéro d'identification unique en chaque point du réseau permet de repérer la connexion (Virtual Path/Channel Identifier – VPI, VCI). Lorsque l'on souhaite transmettre un message, celui-ci est segmenté par la carte réseau en cellules de 48 octets auxquels sont ajoutés l'en-tête de 5 octets. La segmentation doit respecter les caractéristiques du contrat négocié lors de l'ouverture du canal : pas question d'envoyer un message à 100 Mbit/s si le contrat



Les particules produites par les collisions de protons activent une fraction des capteurs répartis dans le volume du détecteur installé au point d'interaction de l'expérience. Après plusieurs étapes de sélection réduisant de manière drastique le nombre d'événements à analyser, le restant des données issues de ces capteurs est aiguillé par un réseau informatique vers l'une des unités de traitement chargées de reconstituer la vue complète de chacun des événements à conserver.

n'autorise que 2 Mbit/s. Le routage des cellules se fait à l'aide du couple VPI-VCI jusqu'à l'autre extrémité du réseau où le contenu des cellules appartenant à une même connexion virtuelle est mis bout à bout pour reconstituer le message.

Où trouve-t-on de l'ATM ?

Les équipements ATM disponibles sur le marché sont aujourd'hui très nombreux, composants électroniques, cartes réseaux, commutateurs et l'ensemble du logiciel associé. Ils sont principalement utilisés en télécommunications et environ 60% du trafic Internet est transporté aujourd'hui dans des cellules ATM. Pour les réseaux d'entreprise, l'ATM n'est apparu jusqu'au poste de travail que dans un nombre réduit de sites ; il est plutôt utilisé comme « épine dorsale ». L'ATM représente dans le domaine des réseaux locaux environ 5% du nombre de connexions installées

1 - Comité Consultatif International en Téléphonie et Télégraphie (CCITT) devenu International Telecommunication Union (ITU), ATM Forum, et dans une certaine mesure l'Internet Engineering Task Force (IETF).

2 - Services englobés par le « Broadband Integrated Services Digital Network » (B-ISDN, version étendue du Réseau Numérique à Intégration de Services - RNIS).

3 - Cette taille apparemment curieuse (53 est un nombre premier...) résulte d'un compromis entre les Etats-Unis d'une part et l'Europe et le Japon d'autre part. Les uns situaient la taille optimale de la charge utile à 64 octets pour leur réseau, alors que l'Europe et le Japon préféraient 32 octets afin de minimiser les délais de transmission de la voix évitant ainsi la mise en place de dispositifs d'annulation d'écho dont ne pouvaient se passer en aucun cas les Etats-Unis compte tenu de la géographie de leur pays.

sur un marché très largement dominé par l'Ethernet 10 Mbit/s (65%) et 100 Mbit/s (25%). Les technologies émergentes concurrentes de l'ATM sont Gigabit Ethernet sur le segment « réseau d'entreprise » et différentes versions de commutation de paquets IP (Internet Protocol) pour les applications en télécommunications.

L'ATM au service d'Atlas

(Une application de l'ATM au DAPNIA : le « Trigger/DAQ »)

Les systèmes de sélection en ligne des événements (trigger) et d'acquisition des données (Data Acquisition - DAQ) des futures expériences au Large Hadron Collider (LHC) posent de nombreux défis techniques. Le DAPNIA participe activement au Trigger/DAQ de l'expérience ATLAS, l'un des futurs grands détecteurs du LHC (voir *ScintillationS* n° 9, 17) au niveau de l'architecture du système et par des études ciblées, par exemple les réseaux haut débits. La collaboration internationale a d'ailleurs adopté les idées de Saclay.

Chaque seconde, il se produira un milliard d'interactions dans le détecteur ATLAS aux dizaines de millions de canaux, soit un volume brut de données à traiter de l'ordre du téraoctet, de quoi remplir près de 2000 CD-ROM ! Afin de ne conserver que moins d'un événement sur un million, un système de déclenchement très sophistiqué est mis en œuvre pour sélectionner les événements, et n'effectuer l'acquisition des données que pour les candidats retenus. Un premier niveau (en anglais : *level*) de sélection (trigger Level 1) basé sur des critères suffisamment simples pour être incorporés en logique câblée à proximité du détecteur permet de rejeter 99,9% des événements en 2 microsecondes. Ensuite, les triggers de niveau supérieur appliquent des critères de plus en plus fins mettant en œuvre des

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

4- « ... premièrement si les gens sont enthousiastes, ils sont prêts à dépenser n'importe quoi. Je veux dire : quand on est amoureux, on ne lésine pas, on emmène la jeune fille au meilleur endroit... »

algorithmes de complexité croissante pour réduire le flux de données et extraire les événements contenant les réactions physiques que l'on souhaite observer.

Dans le système placé en aval du trigger Level 1, les données des événements acceptés par le premier niveau de sélection sont d'abord transmises par des liens haut débit depuis les cartes de lecture des canaux du détecteur vers environ 2000 mémoires tampons qui stockent temporairement des données jusqu'à ce que soit prise la décision de conserver ou de rejeter l'événement par le (ou les) processeur(s) charge(s)

de se prononcer. Le nombre de processeurs nécessaires pour effectuer le traitement en temps réel du flux de données est estimé à 1000, voire davantage. Le chef d'orchestre du système est le bloc « Superviseur » dont le rôle principal est de distribuer les tâches aux processeurs, allouant un, voire plusieurs processeurs, à chaque événement accepté par le trigger Level 1.

Un puissant réseau de communication est nécessaire pour connecter tous ces éléments. Compte tenu des demandes de fonctionnalité, performance, longévité des équipements, fiabilité et possibilités d'évolution du matériel, la technologie ATM nous paraît la mieux apte aujourd'hui à réaliser ce réseau.

L'étude d'un système de la taille et la complexité du T/DAQ d'ATLAS se fait au moyen de « modèles papier », de simulations par ordina-

teur ainsi que par l'assemblage de maquettes de démonstration qui permettent de valider les concepts d'architecture, de comprendre les problèmes techniques et de mesurer les performances d'un système réel pour en tirer les paramètres critiques à utiliser dans les modèles. L'extrapolation de ces résultats par calcul et simulation vise à proposer une solution réaliste dans le contexte ambitieux de l'expérience ATLAS.

Suite au succès d'un précédent démonstrateur, le DAPNIA s'est engagé aux côtés de ses partenaires du Trigger Level 2 d'ATLAS, dans la mise au point d'un système de taille plus importante, intégrant davantage de fonctionnalités. L'assemblage d'une partie du système est entamée à Saclay (voir photo) où des mesures de performances seront faites prochainement. Les équipements devraient être transportés au prin-

temps prochain au CERN où l'ensemble des ressources mises en commun par les différents acteurs de ce projet pilote devrait permettre de réaliser un système comprenant plus d'une quarantaine de machines connectées par un commutateur ATM. Un commutateur Fast/Gigabit Ethernet sera également testé dans le but d'étudier l'adéquation de cette technologie de réseau et d'offrir des points de comparaison avec l'ATM. Ce démonstrateur qui ne représenterait selon les estimations que moins d'un quarantième du système final en taille, permet de se rendre compte de l'échelle du T/DAQ nécessaire à l'expérience. Le succès de ce prototype à échelle réduite sera déterminant pour relever le défi de la construction du modèle opérationnel complet.

Denis Calvet (SEI)
(calvet@hep.saclay.cea.fr)

BRÈVES ... BRÈVES ... BRÈVES ... BRÈVES ...

ISO a repéré une galaxie-Gigogne

La caméra Isocam montée sur le satellite ISO (voir *Scintillation* n° 20,25, 35, 36) a observé le 15 février 1996 une petite galaxie spirale à l'intérieur de la galaxie elliptique géante Centaurus A NGC 5128 (CenA) distante de 11,4 millions d'années-lumière.

La petite galaxie, d'un diamètre d'environ 16 000 années-lumière (diamètre apparent : 5 minutes d'angle) est centrée sur le noyau actif de la grande galaxie et son plan fait un angle d'environ 18° avec la ligne de visée. Elle serait formée de gaz et de poussières résidus des débris d'un objet riche en gaz capturé depuis environ un milliard d'années. Invisible quand on l'observe en lumière visible, la petite galaxie spirale est visible dans l'infrarouge dans les deux gammes d'observation d'ISOCAM (5,0-8,5 et 12-18 micromètres). Elle tourne sur elle-même avec une vitesse radiale maximale de 250 kilomètres par seconde. La grosse galaxie elliptique tourne beaucoup plus lentement dans un plan approximativement perpendiculaire au plan de rotation de la petite.

On observe en superposition un double jet radio émis probablement par un trou noir massif au centre commun des deux galaxies.

C'est une radiosource de type « double lobe » de largeur totale d'environ 1000 années-lumière ! Les observateurs ont bien travaillé les bases de leurs lobes (NDLR).

CenA n'est sans doute pas le seul exemple de galaxie possédant des lobes radio doubles. Mais il est très bien placé pour donner des indications sur la formation d'un tel système. Cette classe de radio galaxie ne peut

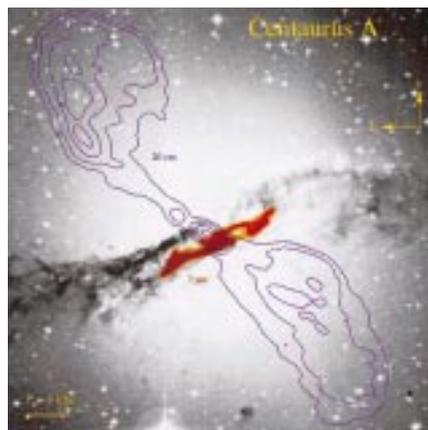
s'être formée que si elle a été alimentée en continu par de considérables réserves de gaz et de poussières interstellaires pendant au moins cent millions d'années, permettant ainsi au trou noir supermassif d'émettre le jet relativiste observé en radio. Cygnus A, l'exemple type de la radio galaxie à double lobe est traversée d'une bande sombre contenant des réserves de poussières d'une masse totale de l'ordre de cent millions de masses solaires.

C'est probablement le disque central en rotation rapide qui fournit son « carburant » à ce puissant émetteur radio qu'est le noyau actif. Trop peu d'observations avaient jusqu'ici permis de confirmer ce mécanisme : les galaxies observées étaient trop loin (une à plusieurs dizaines de fois la distance de CenA) pour livrer le détail de leur morphologie. De plus, la lumière visible de la grosse galaxie occultait celle de la petite que seule l'observation en infrarouge a permis de voir. Enfin il était très difficile de détecter la raie d'émission moléculaire des gaz froids (ondes millimétriques).

En résumé, la petite galaxie alimente en matière gazeuse le noyau galactique actif de la grosse galaxie, source de puissance des émissions radio. La grosse galaxie a aidé la petite à se former en lui prêtant sa gravité. Les deux galaxies gardent des mouvements indépendants et aucune ne phagocyte l'autre.

C'est un superbe exemple de symbiose à l'échelle cosmique. ISO, bien qu'à la retraite, continue de donner de bien beaux fruits.

Source : un article à paraître le 20 janvier 1999 dans *Astronomy and Astrophysics* (26/10/98) (volume 341), signé, côté DAPNIA/SAP, par Félix Mirabel, Olivier Laurent, Marc Sauvage, Michel Tagger, Laurent Vigroux, Pascal Gallais, et Catherine Césarsky.



Montage photographique de la galaxie-gigogne Centaurus A NGC 5128 (CenA) que la NASA a choisi comme « image du jour » le 4/12/98 : La grosse galaxie elliptique (tache blanche) observée en lumière visible renferme la petite galaxie spirale (en rouge), de taille environ 10 fois moindre, observée par la caméra ISOCAM en « lumière » infrarouge (longueur d'onde : 7 micromètres), seule façon de voir cette galaxie sans être ébloui par la lumière de son hôte géant. Les deux lobes violets en forme d'ailes de papillon (envergure : près de cent mille années-lumière) sont les jets radio observés en ondes centimétriques (longueur d'onde : 20 centimètres).

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

5- « Ce n'est pas le grand public qui va décider s'il faut faire seulement de la recherche parce qu'elle a du sex-appeal et montre de belles images... »

Le sauvetage inespéré de la sonde SOHO

Fruit d'une collaboration entre la NASA et l'ESA, la sonde spatiale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory, voir l'article de

Sylvaine Turck-Chièze dans *ScintillationS* n° 25) observe le soleil depuis 1996 à l'aide de 12 instruments complémentaires. Le DAPNIA a participé à la construction de l'un d'entre eux, GOLF, pour étudier la sismologie solaire. Le succès des deux premières années d'observations avait conduit à prolonger la mission SOHO de quatre ans.

Lors d'une opération de maintenance télécommandée depuis le centre de la NASA le 25 juin, la sonde SOHO s'est tournée selon une orientation telle que les panneaux solaires ne recevaient plus d'énergie de notre étoile. Le contact a été alors perdu.

Le 23 juillet, SOHO a été enfin localisé par le radio télescope d'Arecibo, à Porto Rico. Une fois le contact rétabli et les batteries rechargées, le dégel du carburant s'est achevé le 28 août. Ce n'est que le 16 septembre que SOHO a pu être réorienté vers le soleil et stabilisé, redressant ainsi l'orbite grâce aux panneaux (NDLR).

Depuis le 25 septembre, SOHO fonctionne à nouveau normalement. GOLF a repris ses observations le 8 octobre. Malgré six semaines d'hibernation à des températures de l'ordre de -40° C (les instruments n'avaient été conçus et testés qu'au-delà de 0° C), tous les instruments de SOHO semblent fonctionner de façon optimale.

Source : Thierry Foglizzo (SAP)

Catherine Césarsky à CEBAF

Notre directeur de la DSM a visité pendant deux jours le Laboratoire Jefferson (Jlab), en Virginie (USA) où est implanté l'accélérateur

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »

6- « ... on nous a dit on va vous faire quelque chose sur l'exciton chargé, on a dit qu'est-ce que c'est que ça, y a des connotations sexuelles ? »

supraconducteur à faisceau continu d'électrons de 6 GeV « CEBAF » (voir *ScintillationS* n° 20 et 22) et ses trois halls d'expériences.

Rappelons que le DAPNIA est très fortement impliqué dans des expériences internationales de *physique hadronique*, dont le but est de comprendre les propriétés des constituants du noyau atomique les nucléons (protons et neutrons) à partir du comportement des quarks et des gluons qu'ils renferment. Cette discipline entre la physique nucléaire et la physique des particules est en quelque sorte une passerelle dont CEBAF est l'un des hauts lieux¹

Après une présentation du laboratoire, de son histoire et de ses succès par son directeur H. Grunder et Larry Cardman, directeur de la physique, Catherine Césarsky a visité les trois halls expérimentaux, guidée par les chefs du DAPNIA, Joël Feltesse et du SPhN, Jacques Martino ainsi que par des physiciens du SPhN et de CEBAF (voir photo). Elle a pu ainsi avoir un pano-

rama de la physique étudiée à CEBAF. La visite du laser à électrons libres, un des fleurons du Jlab a fait aussi partie du programme.

Il a aussi été question de l'avenir à CEBAF : montée en énergie de 6 à 12 GeV vers 2004 pour un coût relativement faible, puis peut-être à 24 GeV, ce qui permettrait de « voir » des détails de la matière de la taille d'un centième de proton.

Impressionnée par la qualité et les dimensions des équipements ainsi que par le dynamisme des équipes, Catherine Césarsky a eu le sentiment que la physique hadronique avait un avenir aussi prometteur qu'attrayant. La disponibilité des intervenants du Jlab et du SPhN, ainsi que la qualité de leurs exposés n'est pas pour rien dans l'impression générale qu'a retiré la directrice de la DSM de sa visite, jalonnée, ce qui ne gêne rien, d'étapes conviviales.

Source : Jacques Martino, chef du SphN

1 – CEBAF : un pont (NDLR)

Le Gluon d'Honneur

Il est une nouvelle fois attribué, grâce à l'œil de lynx de Yves Sacquin, à notre vieille connaissance la revue *Avantages*, qui, dans son numéro de novembre 1998, donne cette information au titre prometteur : « Hic ! » :

« Des astronomes britanniques et américains ont récemment découvert dans la constellation d'Aquila (c'est très très loin de chez nous) un nuage plus vaste que notre système solaire composé de dix mille milliards de litres d'alcool pur. Converti en consommation courante, si on peut dire, ça ferait 4,5 litres d'alcool par jour pendant un milliard d'années pour chaque Terrien. »

Donc, si l'on suit bien la sympat.hic ! rédactrice, la population terrestre s'élève à... six personnes environ. C'est grave, docteur, je voyais plus de gens que ça sur notre bonne vieille planète, sans compter les éléphants roses ?

Va-et-vient

Septembre 1998 – Départs en retraite de Danielle Andlauer (SEI), Monique Brou (SPP) Jean-Marc Locatelli (STCM), Jean-Pierre Pénicaut (SEA) et Roger Treillard (SED) (certains traîneurs sont de sacrés pilleurs, sans parler du trouillard qui taquine ses belles, pas vrai, Roger ? NDLRs). On souhaite à ces jeunes retraité(es) bonheur et épanouissement dans les multiples activités qui les guettent.

Octobre – Michel Lefèvre (SEA), Milisic Maryan (SEA), Jacques Pain (SEI) et Roger Rioult (STCM) suivent le même chemin que leurs



L'illustre visiteuse et ses guides dans les entrailles de CEBAF. De gauche à droite : Christian Cavata (SPhN), Catherine Césarsky (DSM/DIR), Joël Feltesse (DAPNIA/DIR), Larry Cardmann (CEBAF/DIR), Nicole d'Hose (SPhN) et enfin, casqué et comptant sur ses doigts : Jacques Martino (SPhN/DIR). Le casque bleu à moitié caché est Bernard Mecking (CEBAF). L'excellente ambiance de la visite se lit sur tous ces souriants visages.

collègues de Septembre. On leur souhaite les mêmes choses (ce n'est pas une NDLR). Claudine Fuentès est mutée au SEI et Denis Mougeot est muté au STCM. Trois recrutements, ce mois : Valérie Lapoux au SPhN, Raphaël Garcia Bustinduy au SAP, et Laurent Schoeffel au SPP. La plus cordiale bienvenue à toutes et à tous.

Pan ! sur le Becquerel

Suite à de multiples demandes angoissées, la réponse est : « Non ! Le sous titre de l'édition n° 39 de *ScintillationS* (Le glas des déchets longs) n'est pas une NDLR. » Le coupable, qui a commis une lourde faute professionnelle en ne le signalant pas, ne sera pas condamné à subir le glas d'une tempête mais devra vibrer un glas long dans sa campagne. On rappelle le n° de téléphone de « S. O. S. NDLR » : 2 73 88.

Le jeu du « Kiksékadi à Keravel ? »
1- Catherine Césarsky, 2- Yves Lemoigne
3- Jean-Louis Faure, 4- André Brabic,
5- Luciano Moscoso, 6- Bruno Rougier

CEA - DIRECTION DES SCIENCES DE LA MATIÈRE
DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Joël FELTESSE
COMITÉ ÉDITORIAL : Joël MARTIN (porte-parole),
Claire ANTOINE, Pierre BORGESAUD, François
BUGEON, Rémi CHIPAUX, Nathalie COLOMBEL,
Thierry FOGLEZZO, Elizabeth LOCCI, Marc PEY-
ROT, Franck QUATREHOMME, Yves SACQUIN,
Angèle SÉNÉ, Thierry STOLARCZYK,
Christian VEYSSIÈRES
SECRÉTAIRE DE RÉDACTION : Maryline BESSON
MAQUETTE ET MISE EN PAGE : Christine MARTEAU

Dépôt légal décembre 1998

12 !