

Presque totalement ignorant des aspects scientifiques qui doivent être débattus ce soir la thématique de notre réunion m'a simplement inspiré deux types de réflexions sans aucun rapport entre elles et qui n'ont aucune autre prétention que d'introduire éventuellement certains aspects du débat.

Les premières portent sur la nature d'un programme de recherches et les secondes sur la notion d'ordre de grandeur.

### PROGRAMMES DE RECHERCHE

L'expression « programme de recherche » m'a toujours troublé. **Quand on cherche, c'est qu'on ne sait pas , et quand on établit un programme, c'est que l'on sait ce qu'il faut faire.** L'idée que la recherche puisse maintenant fonctionner exclusivement sur la base de programmes ne me convaint pas . On connaît la plaisanterie classique selon laquelle ce n'est pas en programmant des recherches sur la bougie qu'on peut découvrir l'ampoule électrique. Une programmation systématique de la recherche stériliserait à mon sens les effets bénéfiques du hasard, du fourmillement et de la turbulence des idées. Ceci ne signifie évidemment pas qu'aucun fourmillement n'existe au sein d'un programme...

**La première question c'est donc : faut-il programmer des recherches et si oui, lesquelles et à partir de quels critères ?** Une réponse pourrait être : oui, on peut programmer une recherche dès lors que –certes- l'on ne sait pas, mais que l'on sait comment faire pour savoir

Maintenant, si l'on sait ce qu'il faudrait faire mais qu'on ne sait exactement **pas comment** le faire ni même **si l'on peut le faire**, on tombe dans le domaine d'une recherche technique ou technologique, dans la recherche **d'un savoir faire**. L'acquisition de ce savoir faire pourra (ou non) se révéler rentable et contrairement au cas des recherches dites « fondamentales », une discussion **d'ordre économique** peut s'instaurer, notamment sur le rapport des investissements aux bénéfices. Ce n'est pas le cas par exemple du télescope spatial Hubble qui est censé -je cite- « scruter l'univers à la recherche de nos origines » ni ceux des programmes de recherche en préhistoire, en archéologie ou en linguistique

araméenne. Là, les éléments d'une discussion seraient plutôt **d'ordre humaniste** et porteraient sur le savoir humain.

**Malgré le caractère schématique, arbitraire et désagréable de cette distinction, la deuxième question est donc : s'agit-il d'un programme de recherches dites fondamentales ou de recherches d'ordre technologique ?** Les modes d'évaluation en sont en effet fondamentalement différents.

Face à l'indispensable liberté de la recherche, on est quand même contraints et limités par la force des choses –ou plus précisément par la force des sous- pour ce qui touche à ce qu'il est convenu d'appeler les « grands équipements » : satellites, station spatiale, accélérateurs de particules, LHC du CERN, flottes océanographiques etc... Là, les scientifiques ont besoin d'équipements que seule une association internationale est à même de financer, sur la base de choix et d'accords scientifiques, certes, mais aussi et parfois surtout **politiques ou géopolitiques**. Deux types de situations peuvent alors se présenter : celle dans laquelle une démarche proposée par des scientifiques est suivie (ou subie) par ceux qu'il est convenu d'appeler les décideurs et celle dans laquelle un choix unilatéral des dits décideurs est suivi (ou subi) par les scientifiques.

Un exemple du premier cas pourrait être celui du satellite altimétrique franco-américain « Jason ». Là les choses se passent comme on l'imagine : fortes de l'expérience du précédent satellite « Topex-Poseidon », des équipes internationales de chercheurs et d'ingénieurs définissent les nouvelles performances recherchés ; les programmes d'exploitation sont clairement définis et les aspects économiques sont examinés **par la suite**, auprès de ces fameux décideurs.

Toutes proportions financières gardées, un exemple du deuxième cas pourrait être celui de l'ancienne Bouée Laboratoire BORHA II de l'ex-CNEXO, devenu IFREMER : pour des raisons qu'il ne m'appartient pas d'élucider, des décideurs décident de construire une bouée océanographique habitée, long cigare métallique vertical de 90 mètres de long surmonté d'un tête habitée de trois étages culminant à 27 mètres au dessus de la mer. L'engin est remorqué et installé au début des années 1970 à 150 kilomètres au large de Toulon, retenu par trois ancrages par 2800 mètres de profondeur. Puis **-et ensuite seulement-** on se demande à qui et à quoi pourrait servir ce « moyen lourd ». J'en sais quelque chose pour avoir été à

l'époque chargé par le CNRS de faire le tour de France des laboratoires susceptibles d'utiliser cette bouée. Il n'y en eût quasiment aucun... La tête de la bouée, démantelée deux ans plus tard, sert maintenant d'hôtel d'accueil sur un quai de La Seyne sur Mer.

**La troisième question est donc ; quelle est l'origine du programme, et vat-il du politique au scientifique ou l'inverse ? Le devenir « aval » du projet est il assuré ?**

Il est vrai que ce dernier point -aval du projet- peut n'être parfois assuré que par des « retombées » ou autres « produits dérivés ». Dans le domaine technologique, ce fut en partie le cas du programme spatial américain. Emploi, formation, infrastructures etc... peuvent être intégrés dans ces aspects.

Il arrive enfin que certains « **programmes scientifiques** » ne soient en fait que des mots d'ordre ou des slogans, des sortes de modes (au sens de défilé de mode). C'est ainsi qu'au cours de ma carrière d'océanographe, j'ai vu se succéder d'importants soutiens financiers, c'est à dire des programmes, chronologiquement répartis sous les termes « pollution marine », « exploitation des nodules polymétalliques », « interactions air-mer », « modélisation numérique », « traitement des données spatiales ». le grand jeu du chercheur était alors de tordre et d'étirer sur le papier ses propres préoccupations sans les modifier d'un iota pour qu'elles puissent figurer sous l'un au moins de ces intitulés programmatiques et lui assurer de la sorte un certain financement... Ne serait-ce pas aujourd'hui le cas des mots « climat », « biodiversité », « développement durable »?

**La quatrième et, pour moi, dernière question est donc la suivante : comment, dans un programme à très long terme, faire la part des effets de mode, souvent soumis à l'idéologie d'un seul moment ?**

### ORDRES DE GRANDEUR

L'expérience dont je prétends disposer en matière d'enseignement public me suggère que les ordres de grandeur sont en général très mal perçus du grand public : on imagine mal que le débit du Gulf-Stream soit environ 35 000 fois (190 x 190) supérieur au débit moyen de

la Seine à Paris (400 m<sup>3</sup> par seconde). On imagine mal que l'évaporation annuelle de l'eau des océans (environ un mètre par an sur l'ensemble de l'océan mondial) représente le travail de vingt millions de réacteurs nucléaires de 1500 Mégawatts... J'ai souvent constaté en suivant les divers débats qui agitent la société qu'il en était de même vis-à-vis des énergies.

Il y a en France, en 2006, près de 60 millions d'habitants qui consomment annuellement 114 500 Mégawatts. 80% de cette puissance est fournie par 59 réacteurs nucléaires à fission d'environ 1500 Mégawatts chacun.

1500 Mégawatts, ce que fournit l'un seul un de ces réacteurs, c'est à peu près de quoi réchauffer la Seine –toujours elle- d'un degré Celsius. Pour faire le même travail, il faudrait 2500 éoliennes de 600 KiloWatts (rotor de 50 mètres) fonctionnant en continu. Il faudrait de même 150 Km<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques. C'est un carré de 12 Km sur 12 Km.

On pourrait alimenter entièrement la France en énergie à partir de la Seine toute seule si celle-ci présentait une température supérieure de 76 ° Celsius à sa valeur actuelle. Si l'on voulait fournir toute la France en énergie éolienne, il faudrait environ 200 000 hélices de 50 mètres de diamètre fonctionnant en continu ou 11 450 Km<sup>2</sup> de cellules photovoltaïques. C'est un carré de 107 Kilomètres de côté.

Il y a aujourd'hui sur Terre près de 6 milliards d'individus, soit 100 fois plus qu'en France. Beaucoup sont dans un état de **sous-développement durable**, mais lorsque tous consommeront autant d'énergie que nous, comme ils en ont le droit imprescriptible, il faudra alors, pour toute l'humanité :

- 8000 centrales de 1500 Mégawatts
- 20 millions d'éoliennes
- deux fois la superficie de la France couverte de cellules photovoltaïques.

Le nombre d'êtres humains devrait doubler dit-on d'ici la fin du siècle.

**Peut on et doit on penser alors, comme il me semble que le fait Georges Charpak et comme ces chiffres le suggèrent que les énergies dites renouvelables sont une aimable**

**gentillesse et que l'avenir énergétique de l'humanité est en fait entre les mains des physiciens ?**

Voici tout simplement quelques questions qui m'intriguent.

Maxence Revault d'Allonnes  
Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle