

# Un entretien avec André Brahic

Amis depuis vingt ans, nos activités respectives font que nos rencontres sont rares. La première remonte à 1977 ; c'était à la première école d'été d'astronomie, à Lanslebourg ; on ne parlait pas encore du CLEA ou des CAHIERS CLAIRAUT, on inaugurerait, ou plutôt on inventait, ce climat studieux et convivial qui allait devenir la marque des réunions du futur CLEA. Comment, alors, ne pas être enthousiasmé par le cours délivré par un André plein de fougue ! Il y avait "Les forces dans l'Univers", le sujet traité, et la façon de l'exposer, l'homme.

J'ai souvenir de ses premières conférences à l'occasion des prouesses des sondes VOYAGER en particulier. A chaque rencontre, c'est le même étonnement pour son ardeur exubérante et la difficulté de plus en plus grande pour le vieux prof retraité de suivre son discours abondant et rapide. Le hasard fait que nos logis sont voisins - de mes fenêtres je vois les siennes. Mais il va vite, très vite, et je m'essouffle .

Je ne suis pourtant pas peu fier d'avoir réussi à capter cet André tout feu tout flamme entre un voyage à Cap Canaveral - pour la réunion de l'équipe qui a conçu la mission CASSINI et qui lui a permis d'assister au lancement de la sonde (le 15 octobre 1997) - et ses heures de cours. Réussirai-je, dans la suite de cet article, à rendre compte, pour les vingt ans des CAHIERS CLAIRAUT, de la vie actuelle de la recherche astronomique ? A écouter André on la sent vivre - je dirai même palpiter - Excusez, Amis lecteurs, que ma plume soit inévitablement plus froide, plus lente même si elle s'efforce de vous transmettre la jubilation qu'André sait communiquer à ses auditeurs.

*Gilbert Walusinski : André, avant tout, raconte-nous ce lancement réussi, je crois que tu en brûles d'envie.*

**André Brahic :** Il est vrai que ce fut pour moi un événement qui restera un souvenir exceptionnel. J'avais déjà assisté au lancement d'une fusée Ariane dont les moteurs sont à combustible liquide. Dans le cas du lancement de la sonde Cassini-Huygens, la fusée porteuse américaine Titan possède des boosters à poudre dont l'explosion donne au départ un spectacle extraordinaire d'illumination, surtout, comme ce fut le cas, pour un lancement de nuit. Et puis, je me sentais vraiment concerné par la réussite de cette mission vers Saturne et Titan avec toutes les données attendues sur un sujet qui me tient particulièrement à cœur, qui seront recueillies en 2004, juste avant ma retraite...

Quelques mots sur les circonstances du lancement. Pour la NASA, c'est un événement à répercussion médiatique ; il lui faut donc penser aux influences politiques qui ont eu, ont ou auront à intervenir dans les votes des budgets. Pour les invitations au lancement, la NASA avait donc eu plus d'attention pour ces milieux d'influence que pour les centaines ou milliers de personnes, dont environ 240 scientifiques, qui travaillaient depuis des années à la réalisation du projet. Après quelques discussions, nous avons tout de même été nombreux à assister au spectacle.

Par ailleurs, la presse américaine donnait un certain écho à une campagne de certains écologistes qui prétendaient que la sonde Cassini représentait un danger mortel pour l'humanité en raison de la présence à bord de la sonde d'une centrale au plutonium. Campagne injustifiée, le blindage de la centrale a été étudié et vérifié pour résister même en cas d'explosion du lanceur ; d'autre part, si en repassant au voisinage de la Terre, la sonde rencontrait un météorite, ce qui est hautement improbable, les débris ne tomberaient pas sur la Terre, entraînés qu'ils seraient à poursuivre le mouvement prévu, conformément au principe d'inertie. Aucune argumentation raisonnable ne semblait toucher ces

écologistes qui jusqu'à la dernière minute eurent recours à des manoeuvres juridiques pour empêcher ou retarder le lancement. Ce dernier obstacle fut enfin levé, le lancement pouvait avoir lieu.

Prévu pour le 13 octobre, il dut être remis en raison d'un vent défavorable. Au contraire, le 15 octobre, à 4 h 43 temps local, tout s'est déroulé à la minute près, dans un ciel parfaitement dégagé, la Lune presque pleine, on pouvait voir Saturne se lever.

Dans la nuit, ce fut l'illumination comme en plein jour pour les spectateurs au milieu desquels je me trouvais à 10 km du pas de tir. La fusée s'élève ; juste un petit nuage, elle y pénètre, l'éclaire par l'intérieur, - c'était superbe -, en sort très vite, on voit la séparation des boosters. Immense soulagement de constater le lancement réussi, la grande mission Cassini commence.

On disposait d'une fenêtre de lancement de 140 minutes à partir de 4 h 43 (fenêtre de même ouverture le lendemain s'il avait fallu remettre, à six minutes près pour le départ). La sonde se dirige d'abord vers Vénus qu'elle frôlera à 300 km, ce qui l'accélélera et lui permettra de recommencer cette opération de relance en juin 1999, cette fois à 1530 km de la planète. Elle repassera alors à 800 km de la Terre le 17 août 1999 ce qui la relancera vers Jupiter. Le 30 décembre 2000, à 9 655 000 km de la planète, la sonde subira sa dernière relance vers Saturne qu'elle atteindra en juillet 2004. Ce savant billard avec Vénus, Terre, et Jupiter aura eu l'avantage d'économiser l'énergie. Il est prévu que deux ans avant l'arrivée vers Saturne, les instruments du bord seront remis en marche et la récolte des données commencera. A l'arrivée dans le système de Saturne, des fusées devront freiner la sonde pour en faire un satellite de la planète. La sonde Huygens, restée en sommeil ne sera réveillée que six mois avant son lâcher sur Titan le 6 novembre 2004. Cassini restera autour de Saturne jusqu'en 2008, voire même 2010, en parcourant des orbites qui lui permettront de frôler la plupart des satellites de Saturne et récolter, par conséquent de précieuses données.

Les liaisons avec la sonde sont assurées par le réseau de la NASA dont les relais sont installés en Californie, en Espagne et en Australie. Le Jet Propulsion Laboratory de Pasadena centralise les informations relatives à la sonde Cassini, alors que celles de Huygens sont centralisées à Darmstadt en Allemagne.

Il faut saluer cette entreprise internationale, groupant des équipes européennes et américaines pour une mission qui aura coûté 3,5 milliards de dollars, sans doute la plus chère de toutes celles qui ont été engagées (75% des frais assurés par la NASA, 25% par l'ESA dont le tiers de ces 25% par la France). On comprend l'appréhension au moment du départ et l'attente impatiente des résultats ... en 2004, c'est demain.

*G.W. : Je comprends, cher André, ton enthousiasme. Mais il n'y a pas que la mission Cassini-Huygens. Il y a dix ans tu reconnaissais que le grand élan de la recherche en astronomie datait des années soixante et qu'il restait bien vif en 1987. Est-ce encore le cas en 1997 ?*

**A.B. :** Certainement et c'est toujours sensible dans tous les domaines de l'astronomie avec, bien sûr, des pointes d'activité extrême sur des sujets nouveaux ou sur des sujets anciens complètement renouvelés par le perfectionnement des moyens d'observation ou d'analyse des données. J'essaierai d'en donner une bonne idée par quelques précisions sur certains sujets. Avec cette réserve, que personne, pas plus moi qu'un autre, ne peut être assuré de ne pas négliger telle ou telle recherche encore embryonnaire mais peut-être prometteuse.

**L'exploration du système solaire** avait été marquée par les progrès décisifs obtenus grâce aux données recueillies par les sondes, les VOYAGER en particulier. Il y a eu multiplication, diversification et prolongement des missions, si bien que l'exploration a continué fructueusement :

- On connaît maintenant la surface de la Lune avec une précision supérieure aux données des cartes routières Michelin ; on a repéré des volcans éteints ...
- Sur Mars, on ne doute plus qu'il y ait eu, antérieurement présence de l'eau et phénomènes de ravinement.
- La sonde Galileo a permis une étude in-situ de l'atmosphère de Jupiter.
- On a travaillé sur Neptune et l'extraordinaire Triton.
- Sur les comètes, nous avons eu le passage de la comète de Halley, la chute des fragments de la comète Shoemaker sur Jupiter, ...
- La sonde CASSINI-HUYGENS qui a été lancée le 15 octobre nous apportera, à partir de 2004 de précieux renseignements sur l'atmosphère de Titan.
- J'insisterai sur le problème posé par la découverte des anneaux autour des grosses planètes et, particulièrement, par les arcs d'anneaux autour de Neptune. La gravitation newtonienne et les lois de Kepler expliquent bien la formation d'anneaux. Mais alors, pourquoi des arcs alors qu'en raison des lois de Kepler un tel arc devrait s'étaler en un temps de quelques semaines ? On a là peut-être un exemple de phénomènes qui ont pu jouer un rôle dans la formation du système solaire : l'action conjuguée de la gravitation, des collisions et des phénomènes de résonance peuvent conduire au confinement de la matière. Des chercheurs travaillent sur la question en particulier par des simulations.

**Sur l'intérieur des étoiles**, et sur le milieu interstellaire au sein duquel se forment les étoiles, les lecteurs de ce Cahier ont l'information à la meilleure source avec l'article de Evry Schatzman. Je dirai seulement que nos connaissances sur le milieu interstellaire se sont étendues grâce à l'observation devenue réalisable selon toutes les longueurs d'onde du spectre. On découvre de plus en plus de nouveaux objets dans cet espace que longtemps on a cru vide.

Retenir aussi que le problème de la formation des étoiles est exemplaire du point de vue de la méthode : l'observation d'abord, l'observation à la base accumule des données qui permettent de construire des modèles théoriques ; à partir de ceux-ci on réalise des simulations qui renvoient à l'observation pour être confirmés ou infirmés et le cycle observation-théorie-observation continue. Exemple de cette démarche quand on veut comprendre comment s'effectue la contraction d'un nuage de gaz : la contraction est associée à la formation d'un disque de matière en rotation (par conservation du moment cinétique). Mais on observe simultanément des jets de gaz à partir des pôles de l'étoile. Alors que jusqu'à présent les modèles de formation d'étoiles étaient imaginés à partir de la seule contraction, nous prenons conscience que contraction, présence d'un disque et expulsion de matière sont indissociables, qu'il faut les trois ensemble. Il y a aussi le problème de la matière invisible (communément appelée matière "noire") ; on estime que plus de 90% de la masse d'une galaxie échappe à nos moyens d'investigation. On n'insistera jamais assez sur l'importance de la recherche des nouveaux moyens de détection.

**Sur le perfectionnement des moyens d'observation** : Ils entraînent une profonde évolution des méthodes dans tous les domaines de l'astronomie. Exemple : les excellentes données sur la position et l'éclat des étoiles recueillies par HIPPARCOS ont justifié un nouveau recalibrage des céphéides qui sont le premier outil des mesures de distances extragalactiques. Il en est résulté une correction de la valeur de la constante de Hubble avec toutes les conséquences que l'on imagine en cosmologie. L'objet le plus lointain qui ait été repéré serait ainsi à quelques douze milliards d'années de lumière.

Aussi bien pour les visées à partir du télescope spatial Hubble qu'à partir d'observatoires terrestres, on obtient aujourd'hui une haute résolution angulaire très supérieure à tout ce qui a jamais été mesuré depuis les premières mesures de distances terrestres réalisées par Thalès. Meilleures mesures de distances, finesse accrue des détails décelés : on a réalisé aussi bien aux longueurs d'onde de la lumière visible qu'aux longueurs d'onde de la radio une image de l'étoile Bételgeuse sur laquelle on décèle des éruptions du même type que ce qu'on observe sur le Soleil.

**Dans le domaine des galaxies**, il y a cette information surprenante que notre Galaxie qu'on a toujours vue comme typiquement spirale serait une spirale barrée.

Les galaxies à noyaux actifs sont les lieux de sursauts gamma, les GRB (Gamma-Ray-Bursts) dont Lucette nous a parlé dans le Cahier 79.

Les mirages gravitationnels nous offrent un nouveau moyen d'explorer l'Univers lointain ou si l'on veut, l'Univers jeune, tel qu'il était bien avant la formation du système solaire.

Une branche nouvelle de l'astronomie s'est ouverte, celle des **astro-particules**. L'Univers vu en gamma est très riche, certainement beaucoup plus que nous pouvons l'imaginer actuellement. Sans doute sera-ce le grand sujet de l'astronomie au siècle prochain. Sur Terre, les physiciens pour pénétrer la structure fine de la matière ont construit de grands accélérateurs de particules. Ils sont parvenus à la limite des réalisations possibles, compte tenu des moyens matériels et financiers que ces grandes machines requièrent. Au contraire, l'observation astronomique fournit aux physiciens, à moindre coût, des protons à  $10^{20}$  e.V ce qui est loin des possibilités des machines terrestres.

Découverte imprévue, celle des **micro quasars**, des sortes de trous noirs de masse stellaire desquels partent des jets de matière à très grande vitesse. On en connaît déjà deux spécimens dans la Galaxie.

Les médias ont donné beaucoup d'éclat à la découverte de planètes extrasolaires. Il faut aussi mettre en garde le public trop sensible à ce fantasme que planète extrasolaire équivaut à découverte potentielle d'autres mondes habités par des êtres vivants. Peut-être, mais il ne faut pas s'emballer. On peut confondre une grosse planète proche d'une étoile avec un couple d'étoile double dont une composante est très faible.

Au cours de cette vision rapide des recherches vivantes, je n'ai pas la prétention d'avoir signalé tout ce qui mérite de l'être ni d'avoir observé une hiérarchie des potentialités de développement. Ce qui me paraît évident, c'est la vitalité de ces recherches, les missions se multiplient, CASSINI vers Saturne, FIRST pour l'exploration en infra rouge, AXAF et XMM pour l'exploration en X, INTEGRAL et GLAST pour l'exploration en gamma. Et cela continuera sûrement, rendez-vous en 2007 pour le N° 120 des CAHIERS CLAIRAUT.

*G.W. : Tu nous a certainement convaincus, l'astronomie est bien vivante. Mais cette vitalité, et l'importance de ces recherches sont-elles bien comprises par le public ?*

**A.B. :** Il y aura toujours plus à faire dans ce domaine de la communication entre chercheurs et public. En fin de compte, c'est un problème d'orientation générale de l'éducation : ou bien celle-ci est dominée par la formation professionnelle - et il y a le très grand risque de former des techniciens pour des techniques qui deviennent rapidement obsolètes - ou bien on se préoccupe avant tout de former des esprits libres, donc capables de s'adapter aux techniques nouvelles, d'apprendre des sciences nouvelles. Conséquence, former les jeunes à bien comprendre les sciences, cela ne peut consister à

leur faire mémoriser des résultats mais surtout leur faire saisir l'importance des principes, la valeur des méthodes, la mémorisation des lois viendra ensuite, par surcroît via les travaux pratiques.

De ce point de vue, l'astronomie est merveilleusement placée, une véritable science de culture bénéficiant des avancées et des réflexions de toutes les autres disciplines. C'est pourquoi il faut que l'astronomie soit enseignée à tous les niveaux, de la Maternelle à l'Université. Et pas par des professeurs spécialisés mais par des enseignants volontaires de toutes les disciplines, bien motivés et bien formés comme ceux qui suivent les stages du CLEA. Des professeurs spécialistes ne devraient intervenir qu'au niveau de la formation des enseignants et des chercheurs en astronomie.

L'effort fourni au niveau de l'enseignement général devra être très important et poursuivi avec continuité. C'est à ce prix qu'il aura son bon effet sur le public et corrigera donc les dégâts ou méfaits dus aux excès de certains médias qui attachent trop de prix au sensationnel ou au spectaculaire sans analyser vraiment ce que signifient les recherches entreprises.

Au niveau de l'enseignement supérieur, là où la formation professionnelle des futurs chercheurs est évidemment la charge de spécialistes, il faudrait que le recrutement des jeunes chercheurs se fasse de façon régulière, qu'on évite ces à-coups qui raréfient une année les postes disponibles pour les libérer une année suivante. Il faudrait aussi empêcher que se développe un climat malsain de compétition à outrance là où devrait régner un sens naturel de la coopération. On juge trop souvent les qualités d'un postulant au nombre de ses publications ; ne vaudrait-il pas mieux prendre en considération le contenu plutôt que le nombre de pages ?

*G.W. : En 1987, tu déplorais, cher André, que dans nos sociétés "la distraction superficielle prenne le pas sur la culture qui fait réfléchir ". Dix ans, plus tard, estimes-tu qu'il y a un progrès, un frémissement de progrès ?*

**A.B. :** Comme tout le monde, je répondrai oui un jour et non le lendemain. Oui comme le jour où j'ai appris que la démonstration du théorème de Fermat était trouvée et non le lendemain après lecture dans la grande presse de commentaires stupides sur le coût de la recherche scientifique. Mais les jours OUI comme les jours NON, je crois que nous devons continuer au CLEA notre travail avec confiance, le temps des jours OUI fréquents viendra. ■