

Alain BERTHOZ

Entretien avec Michel Pottier en 2005

Alain Berthoz et sa boussole.

« Boussole intérieure », c'est une expression qu'utilise Schopenhauer pour dire que, dans chaque individu, il y a un sens inné pour aller vers un certain but en utilisant toutes les circonstances de la vie.

Cette idée me semble s'appliquer particulièrement bien à Alain Berthoz.

Quand j'ai fait sa connaissance, il passait à travers le laminoir d'une classe prépa d'un grand lycée parisien, seule voie, mais voie royale pour intégrer une « Grande Ecole ». Pour lui, ce fut l'ENSMIM (Ecole des Mines de Nancy) au début des années 60. Cette époque était une époque de grands changements sur bien des plans. Aux Mines de Nancy, ce fut l'arrivée d'un jeune directeur Bertrand Schwartz qui avait pris conscience que les mines et la sidérurgie, cibles officielles de l'école, ne représentaient plus l'avenir et que les futurs managers devaient mieux s'ouvrir au monde réel. Alain Berthoz comprend que la réforme de l'école avec la liberté qu'elle invite à prendre est une occasion unique pour suivre sa propre « boussole ». Il prend contact avec des chercheurs, jeunes alors, qui s'intéressent au travail humain à la fois sur le plan physiologique et psychologique : Jacques Leplat et Alain Wisner qui vont bientôt prendre la direction de labos de recherche, l'un aux Hautes Etudes, l'autre au CNAM. Heureuse époque où la recommandation de quelques professeurs suffisait pour être engagé au CNRS ! Mais Alain Berthoz comprend plus tôt que d'autres que la recherche scientifique va être de plus en plus compétitive et que, seule, la recherche pure permet de gagner les galons universitaires. Alors il accélère : thèse soutenue, il part aux Etats-Unis en postdoc dans des laboratoires prestigieux : Carlo Terzuolo, Rodolfo Llinas dont les thèmes de recherche sont les bases neurophysiologiques du mouvement et de l'action.

Il revient à Paris au début des années 70 plein de connaissances et de projets de recherche. Il prend la direction d'une section du Laboratoire de Physiologie du Travail du CNAM puis devient directeur d'un labo propre du CNRS où l'on travaille en parallèle sur l'animal et sur l'homme. Il trouve des locaux à l'ancienne Ecole de Médecine et y attire d'autres chercheurs français et étrangers de premier plan : américain, japonais, russe et aide en parallèle au développement d'autres recherches, en particulier dans la physiologie spatiale parce que celle-ci offre un champ expérimental unique à sa propre problématique. Sa boussole ne l'a pas trompé. Il est promu professeur au Collège de France (1993) et y installe son laboratoire dont les axes de recherche sont la perception et la préparation de l'action et cela jusque dans les années 2010.

Jean Foret

MP – Quelle est ton activité professionnelle actuelle ?

AB – Je suis professeur au Collège de France depuis 1993. J'y dirige une équipe de physiologistes. Je travaille sur la perception et l'action. Ma carrière a commencé comme physiologiste du travail rue Gay-Lussac au laboratoire de physiologie du travail du CNRS que dirigeait Jean Scherrer.

MP : Peux-tu me parler de tes origines familiales, sociales, géographiques voire de ton cursus universitaire, enfin essayer d'envisager les facteurs qui permettent dans une certaine mesure d'expliquer cette première orientation vers la physiologie du travail voire vers l'ergonomie.

AB : J'appartiens à une famille qui s'est toujours intéressée aux grandes causes de l'humanité puisque mon oncle était René Cassin, Prix Nobel de la Paix qui a rédigé la déclaration des droits de l'Homme. Cela a influencé le petit garçon que j'étais alors de côtoyer quelqu'un qui s'est battu pendant 80 ans pour la justice contre le sectarisme.

Je suis aussi un enfant de la guerre. En 47, quand des membres de ma famille ont été exterminés ou sont morts dans les camps d'extermination nazis, cela m'a donné envie de m'intéresser à la santé et au bien-être des gens.

Et puis, comme beaucoup de jeunes de ma génération, j'ai été intéressé par les mouvements politiques qui laissaient penser qu'on pouvait créer des sociétés plus justes par des moyens pas forcément révolutionnaires. Je suis par exemple parti à 17 ans en Afrique pour supprimer l'Apartheid, rien que ça ! En fait, je suis parti en Afrique du Sud mais j'ai atterri en Côte d'Ivoire parce que je n'ai pas eu de billet pour Le Cap. J'ai travaillé là-bas pendant un été.

Je voulais être médecin, c'était ma vocation, je voulais soigner les malheurs du monde ce que font beaucoup de jeunes. Je suis allé voir deux conseillers de ma famille :

- Alexandre Minkovsky grand pédiatre et mon parrain virtuel puisque mes parents dans la résistance avaient confié à Alexandre le soin de s'occuper de moi s'ils ne revenaient pas des maquis de la Drôme. Il m'a dit «Ecoute ne fais pas la médecine. Fais une grande école d'ingénieur, tu pourras faire n'importe ce que tu veux dans ta vie».
- Bertrand Schwartz, directeur de l'école des mines de Nancy m'a dit : «Oui, faites une grande école, même si vous n'êtes pas très bon en maths, essayez».

Et donc j'ai fais « taupe » et « hypotaupe » et je suis entré à l'Ecole des mines de Nancy.

Bertrand Schwartz, son Directeur, vidait l'école pendant quatre mois l'hiver et il envoyait les promotions faire successivement un stage ouvrier la première année, contremaître la deuxième année et ingénieur la troisième année.

J'ai fait mon stage ouvrier en 3x8 dans l'usine Péchiney de sidérurgie sur les cuves d'aluminium.. C'était très dur, on travaillait toute la nuit pour casser la croûte de l'aluminium. C'était une expérience extraordinaire. Les ouvriers étaient des protestants qui avaient été persécutés et qui étaient à la fois des paysans et des ouvriers employés par Péchiney. Cela m'a tellement intéressé qu'au lieu de rédiger mon rapport sur l'aluminium comme j'aurais dû le faire en bon ingénieur, j'ai fait mon rapport sur «le pâtre ouvrier ». Cela m'a ouvert les yeux sur des bien des réalités de la condition ouvrière.

Ensuite, j'ai fait mon stage de contremaître chez Férambal où j'ai travaillé sur les chaînes qui produisaient des boîtes de conserves. C'était autre chose, l'industrie de précision. Là aussi j'ai compris, parce que j'ai été ouvrier, que les médecins du travail étaient les suppôts du patronat comme on disait à l'époque. Je m'explique : les médecins du travail étaient dans l'entreprise et ne laissaient passer que les maladies qu'ils voulaient bien. J'ai pris conscience à quel point la santé des travailleurs dans l'entreprise, les conditions de travail étaient une chose, mais ce qui est filtré en dehors de l'entreprise était autre chose.

J'ai pris également conscience, comme quelques années plus tard chez Wisner quand nous sommes allés faire des mesures chez Usinor, que le médecin à l'hôpital ne recevait le travailleur que quand il

était un malade et qu'il y avait une sorte de l'entreprise et la médecine du malade à l'hôpital. la physiopathologie.

rupture entre la médecine du travail dans C'est donc à cette époque que j'ai été tenté par

Bertrand Schwartz était l'homme qui a fait la réforme des grandes écoles et du contenu de l'enseignement et qui a permis aux élèves de faire un peu ce qu'ils voulaient. Parallèlement à l'école des mines, j'ai passé une licence de psychologie et cela m'a donné l'occasion de fréquenter l'hôpital psychiatrique de Nancy. Là j'ai pu voir la raison qui déraisonne.

Pendant cette licence, j'ai eu des maîtres de très haut niveau, François Bresson en psychologie, Raymond Ruyer en philosophie et bien d'autres. L'un des professeurs de l'Ecole m'a dit « il faut que vous fassiez de l'ergonomie, de la physiologie du travail ou de la psychologie du travail, c'est votre truc visiblement. Vous vous intéressez à l'homme, à vous, à la vie, aux rapports avec le monde ». Lors de la dernière année à l'école des mines il m'a dit « allez faire un stage chez Jacques Leplat ». Je suis allé faire un stage de 15 jours chez ce grand psychologue du travail où j'ai entendu parler du laboratoire de Physiologie du Travail du CNRS avait pour patron le neurologue Jean Scherrer.

Je voulais être médecin, je voulais soigner. J'ai été traîné mes bottes chez Alain Wisner qui dirigeait ce Laboratoire et j'ai été reçu par Jean Scherrer. A cette époque rue Gay Lussac, il y avait également Michel Pottier, Hugues Monod, Suzanne Pacaud, Françoise Lille. Il y avait également l'orientation professionnelle et la psychologie de l'enfant avec René Zazo.

Avec Jean Scherrer, j'ai le souvenir d'avoir eu des conversations sur le lien entre la médecine et la psychologie. J'ai beaucoup apprécié son ouverture d'esprit envers les jeunes, pour savoir ce qu'ils souhaitaient.

Par exemple, dès mon entrée au CNRS, Scherrer m'a conseillé de lire un livre de biologie de base sur l'animal, en me disant « écoutez Berthoz, vous êtes ingénieur, vous allez faire de la biologie du travail, lisez quelques lignes de biologie parce qu'après vous ne lirez plus rien mais au moins vous ne serez pas complètement ignorant en biologie ».

Jean Scherrer avait le regard du médecin qui croyait en la science, et Alain Wisner, celui du médecin scientifique qui croyait en la médecine et la science et qui voulait améliorer les conditions de travail.

Ils m'ont fait entrer au CNRS comme stagiaire et m'ont proposé un poste de chercheur dans la section de physiologie ou siégeait aussi Bernard Metz et Jean Scherrer. Ils m'ont proposé de préparer une thèse de docteur-ingénieur.

Je voudrais souligner qu'il y a eu un moment dans l'histoire de l'ergonomie où de grands physiologistes et neurophysiologistes étaient présents et ont l'ont fondée.

MP : Quand tu es venu rue Gay-Lussac, Wisner t'avait mis sur un sujet d'étude qui s'intitulait « le corps humain considéré comme un système de masses suspendues ». C'était de la biomécanique. Et alors ton tour de force a été de le transformer en une étude neurophysiologique. Ingénieur, psychologue et d'un seul coup tu te retrouvais devant des problèmes de neurophysiologie. Quel a été ton cheminement, tes premiers contacts avec les neurophysiologistes ?

AB : Alain Wisner m'a dit : « le corps humain, ce sont des masses suspendues. Vous êtes ingénieur, il y a des problèmes sur les tracteurs, etc. il faut étudier le problème de cette façon ». Il m'a donné une table vibrante qu'il venait de recevoir comme outil de travail. J'ai dû participer à son installation, équipé cette table pour en faire un instrument de mesure et résolu les problèmes de calcul de la

fréquence avec des photomètres. Le problème était de mesurer des accélérations, des mouvements.

À l'époque, j'ai fait le tour des sociétés. La société ACB fabriquait les premiers accéléromètres pour mesurer les accélérations des avions. J'ai adapté ces systèmes au corps humain. En fait, j'ai commencé à l'époque ce que j'ai fait ensuite toute ma vie et que je continue à faire : trouver de nouvelles techniques de mesure. Cela m'amusait. Donc on a eu cet instrument là et j'ai commencé à faire simplement des mesures.

En parallèle, Wisner m'a fait passer des contrats avec l'armée pour mesurer les vibrations, les secousses. Et nanti de cet instrument de mesure portable, nous sommes allés l'appliquer sur les pelleuses de l'armée à Satory pour mesurer les oscillations et pour voir quels étaient les mouvements naturels afin de les reproduire au laboratoire. C'était un modèle d'étude de la biomécanique dans des conditions réelles pour réaliser un modèle de laboratoire de réponse du corps humain considéré comme des masses suspendues. J'ai été potassé les bouquins de maths sur les vibrations et j'ai vu qu'il y avait des oscillations en résonance. Pour le corps humain, il y avait des masses élastico-visqueuses qui pouvaient résonner ; le thorax se mettait à bouger, la tête aussi mais à des fréquences différentes. Mais l'amplitude de ces oscillations m'ont étonnées et je me suis demandé si le système nerveux ne pouvait pas contribuer à leur amplification.

Par exemple je savais que pour les maladies neurologiques, il y avait aussi des tremblements. Entre la partie purement mécanique (masses ressorts) et les tremblements, le muscle n'était pas seulement un système visqueux mais une boucle de régulation. Je me suis donc plongé dans la neurophysiologie des systèmes sensori-moteurs.

Mon mémoire de DEA a porté sur le réflexe myotatique. Il y avait ces trois pôles : la partie purement mécanique avec les résonances, la boucle et ces tremblements pathologiques.

A cette époque, j'ai fait deux rencontres cruciales pour moi par l'intermédiaire de Jean Scherrer : les neurologues Stéphane Métral, et Henri Korn, qui siège à l'académie des sciences avec moi maintenant. Henri Korn travaillait sur les athétoses, les mouvements anormaux. Il voulait les mesurer. Scherrer lui a dit un jour, « allez rue Gay-Lussac, où se trouve un ingénieur qui travaille sur les accélérations pour lui donner des conseils ». Il m'a beaucoup conseillé par la suite

Grâce à des échanges avec Stéphane Métral nous avons monté plusieurs manip expérimentales m'initiant à l'électromyographie. J'ai franchit une nouvelle étape et je me suis intéressé aux mécanismes physiologiques. Alain Wisner, grâce à son ouverture d'esprit, a accepté ma dérive vers le fondamental.

Il ne fallait pas seulement explorer le corps tout entier. J'avais besoin d'une technique de stimulation mécanique oscillatoire en créant des forces. Dans ce but, j'ai fabriqué le fameux « coupleur à poudre », une technologie grâce à laquelle deux moteurs couplés entre eux permettent de développer une force proportionnelle à l'intensité du courant.

Poursuivant ma quête des mécanismes neuronaux des oscillations j'ai abouti chez le neurophysiologiste Pierre Buser à la faculté des sciences de Paris VI. J'ai fait la connaissance de Claude Perret ce dernier travaillait sur les bases neurales de la locomotion chez l'animal. Avec lui, grâce à mon coupleur à poudre, nous avons montré le rôle des fibres gamma des fuseaux neuro-musculaires dans les propriétés dynamiques de régulation de la marche.

Finalement, je n'ai pas résolu le problème des effets des résonances mais j'ai appris la physiologie, une espèce de virus de la neurophysiologie de base en quelque sorte.

Mon passage de l'étude du travail aux neurosciences s'est fait aussi sur un deuxième créneau. C'est un autre chapitre important car c'est une grande partie de ma vie scientifique future ; c'est-à-dire la biomécanique de la tête et le contrôle de la posture.

J'ai découvert chez Alain Wisner, un livre d'un symposium sur le système vestibulaire car j'essayais le comprendre le contrôle du mouvement de la tête par les capteurs vestibulaires situés dans l'oreille interne.

De plus un rapport de la NASA sur *vestibular system* rendait compte des problèmes rencontrés par les spationautes américains lors des vols Apollo. Ils avaient le mal de l'espace alors que dans les premiers vols, ils n'étaient pas malades tant qu'ils restaient immobiles.

En 68, j'avais donc connaissance des travaux sur l'existence du système vestibulaire et son rôle dans le contrôle postural. Mais, je n'avais pas d'interlocuteur en France et j'ai donc décidé, à titre privé, d'aller à des congrès de neuroscience, comme celui d'Edimbourg. Puis toujours à titre privé, je suis allé aux Etats-Unis, au congrès international de physiologie à Atlantic City. J'ai rencontré Brookhart, éditeur du *Journal of Neurophysiology* et visité son laboratoire à Portland. Je suis aussi allé à Pensacola, le grand center de la Navy, et visité cinq autres laboratoires dont celui de Carlo Terzuolo à Minneapolis, et celui de Rodolfo Llinas à Chicago et enfin Larry Young à MIT Boston. Ces visites ont décidé de mon passage de l'ergonomie militante de la rue Gay-Lussac à la neurophysiologie.

INT : justement, et l'ergonomie dans tout ça ?

AB : Pendant mon séjour chez Wisner j'ai travaillé sur de nombreux problèmes appliqués au travail. J'ai conseillé des industries (RENAULT) pour la confection des sièges de tracteurs et de camions. Wisner et son équipe, poursuivaient une recherche ergonomique à USINOR Dunkerque sur le travail au marteau piqueur et ses effets pathologiques. J'ai également participé avec des militants de la CGT, à des voyages dans le Paris-Orléans, à des vitesses avoisinant le 300 Km à l'heure car certains conducteurs présentaient des crises cardiaques éventuellement dues aux secousses ; en fait, c'était le stress. J'ai travaillé pendant plusieurs années avec l'ONSER à Lyon (Jean Leroy) sur les accidents de voiture et la conception de mannequins. J'ai participé pendant deux ans à une étude de l'Institut de recherche de transport sur les accidents de route et avec le laboratoire d'ergonomie de Renault sur la conception de sièges etc...

En résumé, je dois vraiment beaucoup à Wisner et Scherrer, chacun avec son profil. Wisner pour avoir toujours alimenté les idées à partir du terrain et du contexte. Scherrer pour certains moments cruciaux de ma vie de chercheur de laboratoire.

A cette époque, Wisner s'intéressait surtout aux aspects cognitifs avec Jacques Theureau et Leonardo Pinsky. De mon côté, je me suis tourné vers l'aspect perceptif, cognitif en plus du sensori-moteur, mais aussi sur la vection, la perception du mouvement et les conflits sensoriels.

INT : Quel a été le plus de l'équipe du CNAM selon toi ?

AB : L'équipe d'Alain Wisner m'a permis de poser les problèmes scientifiques à partir du terrain. C'était aussi la volonté de Scherrer, de Metz et de Leplat. La rencontre avec des gens comme toi m'a aussi beaucoup encouragé à aborder des problèmes de neurologie

Mais le lien entre problèmes concrets du travail et recherche fondamentale n'est pas facile. On ne peut pas vraiment faire des avancées sur l'aspect fondamental dans la compétition internationale et être à la fois sur le terrain. Les gens ont cru qu'on pouvait faire les deux, or la compétition internationale fondamentale est telle que c'était et c'est encore difficile.

INT : Est-ce qu'il y aurait pu avoir une autre articulation entre le fait d'enseigner et de pratiquer d'un côté et le fait d'aller vers la recherche ?

AB : A l'époque, la chance des chercheurs était qu'ils n'étaient pas obligés d'enseigner. Faire à la fois une recherche sur le terrain et une recherche fondamentale était impossible voire incompatible, ne serait-ce que parce qu'il fallait passer par les modèles animaux.

C'est pourquoi, avec la complicité et l'accord de Wisner, j'ai créé un laboratoire de neurobiologie où on a fait les premiers enregistrements intracellulaires français du système oculomoteur et vestibulaire.

C'est dans ces conditions qu'est né mon premier laboratoire d'électrophysiologie rue Gay Lussac. J'y ai fait venir des américains qui sont aujourd'hui des chercheurs en neurobiologie, comme Rodolfo Llinas et Robert Baker et des japonais comme Kaoru Yoshida. C'était très loin de l'ergonomie parce qu'on montrait, par exemple, qu'il y avait des ions chlore qui passaient dans les motoneurons oculaires !! Je ne me suis pas seulement distancié de l'ergonomie, j'étais complètement aux antipodes parce que menant, en parallèle, des études de biologie et celles liées au travail. Alain Wisner m'a laissé le faire et le CNRS m'a aidé.

INT : Ce que tu veux dire, c'est que l'activité de travail peut fournir des scénarios intéressants pour la recherche ?

AB : Oui. Je l'ai fait et je continue à le faire. Je suis convaincu que d'être proche des vraies questions posées sur le terrain par les industriels, par les médecins, etc. est une source indispensable pour alimenter la pensée de la recherche fondamentale. C'est pourquoi je travaille avec des médecins mais l'orientation du laboratoire reste ancrée dans son rapport avec le travail.

INT : Est-ce que tu penses qu'on peut mener de front pendant longtemps à l'échelle de l'individu des études de terrain et des études fondamentales, même si elles sont posées par des études de terrain ?

AB : La réponse est non, très clairement non. Je pense qu'on ne peut pas et on le peut de moins en moins car il y a trois volets : l'aspect clinique, l'aspect recherche fondamentale et l'aspect de terrain, d'ergonomie.

Le problème est la coupure entre ces trois mondes, celui de la physiologie dure, fondamentale en amont, celui de l'ergonomie de terrain et celui de la clinique, c'est-à-dire soigner le malade. Par exemple, ce sont les pathologies liées aux vibrations qui m'ont conduit vers des études très en amont, très interdisciplinaires mêlant à la fois la mécanique, la biologie cardio-vasculaire et la neurologie. Cela supposait aussi des études de terrain afin de mieux caractériser les vibrations, leurs fréquences, etc.

INT : Comment es-tu passé de la rue Gay-Lussac aux Cordeliers ?

AB : Il y a eu un moment crucial, après un examen du laboratoire de physiologie du travail du CNRS par le directeur des sciences de la vie. Ce laboratoire comportait des maîtres de conférences et sur l'organigramme figurait des chercheurs de différentes disciplines ainsi qu'un petit noyau de quatre « zozos » qui faisaient du bon travail. Le CNRS a décidé de créer un laboratoire propre, le laboratoire de physiologie neurosensorielle avec ces quatre « zozos ».

Grâce à Michel Imbert qui était à la direction au CNRS on nous a proposé les locaux aux Cordeliers à l'ancienne faculté de médecine. Le problème était de situer ce laboratoire par rapport à l'ergonomie, à la physiologie du travail et à la neurologie.

J'ai gardé actuellement ma tradition d'ergonomie dans les études du laboratoire : les conflits sensoriels, les stratégies adaptatives, l'anticipation, etc.

La période de recherche 70-80, a été pour nous particulièrement intense, une création complète de ce secteur en psychophysiologie de l'homme et neurophysiologie chez l'animal. De plus, je faisais une physiologie originale, multi sensorielle.

INT : L'originalité de la physiologie du travail pour la physiologie, c'est d'avoir introduit l'étude de l'homme en activité qui était jadis celle de l'homme au repos. En retour, on peut dire que la physiologie doit beaucoup à l'ergonomie. Cependant, on a l'impression que la physiologie disparaît progressivement dans les problématiques. Comment peux-tu l'expliquer ?

AB : C'est la raison pour laquelle j'ai perdu le contact. Je ne suis pas resté non plus avec la communauté des médecins qui s'occupaient des effets vibratoires. Nous sommes restés en rapport avec les secteurs traditionnels qui sont l'automobile parce que j'ai continué à travailler avec l'INRETS.

De même, nous avons eu des relations avec de nouveaux partenaires, avec l'aviation autour des thèmes de l'orientation spatiale.

J'ai remplacé d'une certaine façon l'interface avec le monde du travail et les ergonomes par une interface avec les ORL, les ophtalmos, les neurologues et maintenant les psychiatres. Tout cela s'est développé à l'occasion de notre départ de la rue Gay-Lussac.

INT : A l'époque, quelles ont été tes relations avec la physiologie spatiale ?

AB : C'est l'une des raisons pour lesquelles j'ai abandonné ou dérivé par rapport à l'ergonomie plus classique, au sol, dans les usines...L'aventure spatiale a commencé avec Stéphane Métral qui a été contacté par le CNES, vers 78-80. Mes premières recherches sur la problématique du vol spatial, c'est 83-85. C'était l'époque effectivement où l'Europe se lançait dans l'aventure spatiale, les vols habités, la station spatiale internationale et la station spatiale MIR.

A l'époque du rideau de fer, c'était un moment intéressant pour la France qui avait la possibilité de jouer sur les deux tableaux. D'un côté, il y avait des rapports privilégiés avec l'URSS, leurs astronomes et astrophysiciens qui menaient depuis longtemps des expériences spatiales. D'un autre côté, il y avait des liens privilégiés avec la NASA aux États-Unis. Ceci constituait une double ouverture de collaborations. Dans les deux cas, il s'agissait des problèmes posés par l'homme dans l'espace et son adaptation aux conditions extrêmes ; on ne savait pas finalement très bien si des hommes allaient survivre surtout dans des vols de longue durée.

René Bost responsable de ces études dans l'espace avait compris que nous étions sur des créneaux éventuellement intéressants : le mal de l'espace, l'interaction multisensorielle, les problèmes de postures, de gestes, de mouvements, la gravité. Il a investi et nous a impliqués dans les vols spatiaux.

En particulier, je me suis intéressé au rôle de la gravité dans la perception aux plans vestibulaire, postural, équilibration et désorientation. Le problème de la chute était un problème important en médecine du travail, pas seulement pour les personnes âgées mais aussi sur les conditions de travail sur les toits des couvreurs.

En réalité, ce n'est pas l'ergonomie spatiale qui m'intéressait mais c'est de trouver un modèle intéressant de désafférentation non lésionnelle quand on est exposé à la gravité. Les problèmes d'ergonomie spatiale ressemblaient beaucoup aux problèmes qui se posaient au sol.

Nous avons été des pionniers à partir du premier vol qui a été fait par les cosmonautes : c'était le vol

Space Lab en 1983 dans la navette américaine. Puis, des membres de l'équipe ont volé avec des cosmonautes français : Patrick Baudry puis avec Jean-Loup Chrétien et Gille Clément sur la station MIR. Nous avons fait des expériences sur presque tous les vols des cosmonautes français sur la navette américaine la station Russe MIR et la station spatiale Internationale jusqu'à Claudie

INT : Que penses-tu de l'évolution de l'ergonomie aujourd'hui ?

AB : Je pense aujourd'hui qu'il n'existe plus de personnalités comme Leplat, Wisner, Scherrer et Metz. Par exemple, j'ai présidé le programme du ministre Allègre sur la cognition et les nouvelles frontières des sciences cognitives. On avait 120 millions de francs à dépenser en 4 ans. J'ai pensé que dans ces nouvelles frontières il devait venir de projets d'ergonomie cognitive. On a un peu réussi avec les neurologues et les psychiatres, mais la communauté des ergonomes n'a pas répondu.

Il y a peu de coopération entre les ergonomes et les neurosciences.

INT : Mais est-ce que ce n'était pas lié aussi à cette génération de l'après-guerre ... Ils ont été très pionniers quand même ...

AB : Aujourd'hui, c'est l'absence totale de politisation des jeunes. A notre époque, les jeunes avaient des repères idéologiques forts et c'était un peu dur... on était communiste, on était socialiste, on était fasciste, on était gaulliste... Par exemple, pour l'anecdote : la photocopieuse rue Gay-Lussac était beaucoup utilisée pour éditer des tracts.

Aujourd'hui, les jeunes qui ont des désirs humanistes, ne font pas de politique parce qu'ils n'ont pas beaucoup de possibilités. Ce serait peut être la chance d'une ergonomie renouvelée.

INT : Quel sont tes rapports actuels avec le travail et l'ergonomie aujourd'hui ?

AB : En 93, j'ai été élu au Collège de France sur une chaire de Physiologie de la Perception et de l'Action. On a monté un labo hybride sur le thème homme/animal, psychophysique et autre avec un ancrage très fort du laboratoire avec l'industrie.

Nous ne faisons pas d'ergonomie. Chaque fois que des gens viennent me voir pour passer des contrats, je rappelle que je ne suis pas un ergonome. Mais nous travaillons avec des départements de recherche en ergonomie d'EDF. Nous avons de nombreuses coopérations avec RENAULT etc. Mais quand ils nous demandent de mettre dans le contrat, des évaluations de postes de travail, des recommandations... je dis « attention, il faut que vous alliez voir nos collègues ergonomes ».

Aujourd'hui, nous coopérons avec les partenaires industriels qui veulent bien travailler avec nous : les secteurs de l'informatique, du graphique, de la réalité virtuelle, de la robotique, entre autres, dans des programmes européens. Donc je participe à l'ergonomie du futur, mais avec peu de contacts sans les ergonomes¹.

MP : Tu dis que la science du cerveau provoque une révolution complète de la vision de l'homme au travail, cela veut-il dire qu'il faudrait une refondation de toutes ces sciences du travail ?

AB : Oui je crois, ... Le premier ouvrage que j'ai écrit « Le sens du mouvement » comportait une part un peu autobiographique sur ce que j'avais fait, mais aussi sur les cours du Collège. J'avais une théorie sur le cerveau celle du cerveau projectif c'est-à-dire le contraire du cerveau qui traite les

¹ A.Berthoz a organisé au Collège de France un grand colloque sur « Travail, identité, métiers, quelles métamorphoses », avec Yves Clot Il est PODCASTE sur le site du Collège. Il a rassemblé près de 600 personnes et 40 orateurs

informations : c'est toute la théorie de l'anticipation.

Les découvertes actuelles sur le fonctionnement cérébral mériteraient d'être regardées de plus près pour savoir si les recherches sur le fonctionnement du cerveau dans les situations de travail sont encore valables, et de les confronter avec les avancées rapides des neurosciences aux frontières entre la psychologie, la neurologie et l'intelligence artificielle. C'est dans cet esprit, que nous travaillons avec les roboticiens à l'échelle mondiale.

Ces études pourraient aboutir à une conception du travail différente dans les chantiers, les ateliers....

MP : Tu as dit qu'une autre évolution c'est la réincarnation de la cognition, qu'entends-tu par là ?

AB : Je l'ai exposé en grande partie dans mon livre sur la décision. Le renouveau qu'on doit avoir aujourd'hui dans la façon dont on doit concevoir le cerveau cognitif qui prend des décisions, est de ne pas le considérer, comme on l'a dit trop souvent pendant 50 ans, comme des décisions cognitives de logique. Il faut prendre en compte les émotions, l'anticipation, etc. On prend des décisions avec ses tripes, mais ce ne sont pas les tripes qui sont importantes ; c'est le cerveau des émotions, le cerveau de la raison. Donc l'ancrage est que nous avons retrouvé le corps sensible et donc « réincarner » la cognition.

C'est en même temps, échapper à toutes les déviances de la psychanalyse, du formalisme en mathématique, de la domination de toutes les théories du langage et de l'interface. Peut-être est-ce applicable à l'ergonomie, dans les analyses du vécu de l'expertise : l'expert ne sent pas seulement avec sa tête, il doit sentir avec son corps.

On n'est plus dans une physiologie de l'effort musculaire mais on doit retrouver le corps y compris dans les aspects du stress, des fonctions cognitives, etc. C'est une frontière mouvante où l'on balbutie encore.

Le monde n'est pas tel qu'il est, il est défini par nous, par un cerveau qui a ses lois d'interprétation, par la culture. Mais ce n'est pas facile de changer ces paradigmes. Il faudrait le faire avec les gens qui travaillent.

Entretien réalisé par Michel Pottier le 27 juillet 2005

Livres de A. Berthoz

BAKER, R. & BERTHOZ, A. (1977): «Control of Gaze by Brain Stem neurones», Elsevier, pp.514.

BERTHOZ, A. & MELVILL JONES, G. (1985): «Adaptive Mechanisms Control of Gaze», Elsevier, pp.386.

AMBLARD, B., BERTHOZ, A. & CLARAC, F. (1988): «Posture and Gait», Elsevier, pp.360.

BERTHOZ, A., GRAF, W. & VIDAL, P.P. (1992): «The head neck sensory motor system», BERTHOZ, A., GRAF, W. & VIDAL, P.P., (eds), Oxford University Press, pp.748.

BERTHOZ, A. (1993): «Multisensory Control of Movement », Oxford University Press, Oxford, pp.507.

BERTHOZ, A. (1997) : «Le Sens du Mouvement», Odile Jacob, Paris, pp.345. BERTHOZ, A. (2000): «The brains sense of movement (Perspectives in cognitive Neuroscience)», Harvard University Press, pp.352.

BERTHOZ, A. (1999) : «Leçons sur le Cerveau, le Corps et l'Esprit», Odile Jacob, Paris, pp.502.

BERTHOZ, A. (2003) : «La décision», Odile Jacob, Paris, pp.391. BERTHOZ, A. (2006): "Emotion and reason: the cognitive neuroscience of decision making", trad. G.Weiss, Oxford University Press, pp.312.

- BERTHOZ, A., ANDRES, C., BARTHELEMY, C., MASSION, J. & ROGE, B. (2005) : «L'Autisme de la recherche à la pratique », Odile Jacob, Paris, pp.482.
- BERTHOZ, A., RECHT, R. (eds), (2005) : «Les espaces de l'homme», Odile Jacob, Paris, pp.394.
- BERTHOZ, A., JORLAND, G. (2005) : «L'empathie», Odile Jacob, Paris, pp.308.
- BERTHOZ, A., PETIT, J.-L. (2006) : « Physiologie de l'action et Phénoménologie », Odile Jacob, Paris, pp.368.
- BERTHOZ, A., VERCHER, J.-L. (2006) : « Le traité de la réalité virtuelle, volume 1 : L'homme et l'environnement virtuel », Les presses de l'Ecole des Mines de Paris, Collection Sciences Mathématiques et Informatique, pp.380.
- BERTHOZ, A. & PETIT, J.-L. (2008): "The Physiology and Phenomenology of Action", trad. C.MCCANN, Oxford University Press, pp.288.
- BERTHOZ, A. ET CHRISTEN Y. (2009): "Neurobiology of "Umwelt". *How Living Beings Perceive the World*" Series: *Research and Perspectives in Neurosciences*. Berthoz, A., Christen, Y. (Eds.), 2009, XII, 158 p. 22 illus.
- BERTHOZ, A. (2009) : « La simplicité »; Collection Science, O. Jacob, 2009, Paris, 256 p.**
- BERTHOZ A. (2011) La Simplicité. Ed. Codice
- BERTHOZ A. (2011) Simplicity . How to deal with a Complex world. Yale Univ. Press
- ANDRIEU, B., BERTHOZ, A. (EDS) (2009): « Le corps en acte. A l'occasion du centenaire de la naissance de Maurice Merleau-Ponty (1908-1961) », 2009, Nancy, PUN, Epistémologie du corps.
- BERTHOZ, A., OSSOLA C., STOCK, B. (DIR.)(2010) : « La pluralité interprétative » (« Conférences »), en ligne, mis en ligne le 24 juin 2010. URL : <http://conferences-cdf.revues.org/154>.
- BERTHOZ A. et CLOT Y. « Travail, Identité , métiers ; quelles métamorphoses ? » PODCAST d'un Colloque du Collège de France (2009)
- BERTHOZ A. La vicariance le cerveau créateur de mondes. O. Jacob 2013