



EPIDOSIS

Regards croisés sur l'innovation

n° 46

Bimensuel

Juin 2015

L'innovation pédagogique pour une éducation à la curiosité

Entretien avec Madame la ministre Claudie Haigneré



D. Delion © armée de l'air

Née la même année que l'Europe et que *Sputnik*, Claudie Haigneré a consacré sa vie aux sciences et à l'espace. Après avoir poursuivi des études de médecine (rhumatologie et médecine aéronautique), elle est sélectionnée en 1985 par le Centre national d'études spatiales (CNES) pour être astronaute scientifique et passe une thèse de neurosciences en 1990. Chargée des programmes de physiologie et de médecine spatiale au CNES, elle se voit confier la coordination des expériences scientifiques à bord de la station spatiale soviétique *Mir*, puis part à l'entraînement à la Cité des Etoiles en Russie en 1992 et effectue ensuite deux vols orbitaux, l'un à bord de *Mir* en août 1996 et l'autre à bord de la station spatiale internationale *ISS* avec l'Agence spatiale européenne (ESA) en octobre 2001, devenant ainsi la première et encore la seule Française à être allée dans l'espace. Après avoir été appelée au gouvernement de 2002 à 2005 comme ministre déléguée à la Recherche et aux nouvelles technologies puis comme ministre déléguée aux Affaires européennes, elle prend en 2010 la présidence d'Universcience, organisme né du rapprochement de la Cité des sciences et de l'industrie avec le Palais de la découverte. En avril 2015, elle rejoint l'ESA. Coauteur avec Luc Ferry et Xavier Darcos d'un livre intitulé *Lettre à tous ceux qui aiment l'école* en 2003, Claudie Haigneré a publié *Plaidoyer pour réconcilier les sciences et la culture* en 2010.

Elle a accepté de répondre aux questions de la rédaction d'*Epidosis*.

La technologie n'a jamais été autant présente dans notre quotidien. Pourtant, les enquêtes PISA menées par l'OCDE ont paradoxalement conclu à la baisse des résultats scolaires en mathématiques et à la désaffection des élèves envers les filières scientifiques¹. Comment analysez-vous cela et en quoi est-ce préoccupant ?

EPIDOSIS

Dans la littérature grecque, le terme *επίδοσις*, issu du verbe *επιδίδωμι*, est employé pour exprimer le don volontaire, l'engagement personnel. Par extension, notamment chez Isocrate, le terme prend le sens du progrès effectué, de l'innovation. Don de soi et innovation, deux valeurs que l'armée de l'air porte en ses gènes.

Cette publication du CESA a pour vocation de susciter des échanges, de croiser les regards entre les aviateurs, le personnel de la Défense et les décideurs publics et privés.

www.cesa.air.defense.gouv.fr

Les acquis en mathématiques et la culture scientifique sont des sujets sur lesquels nos enfants ne sont pas très performants. Or, donner des connaissances et faire comprendre la démarche scientifique sont essentiels pour structurer un esprit dès le plus jeune âge. A l'école, il faut acquérir des connaissances et apprendre à être rigoureux en posant des hypothèses, en les validant par l'expérimentation, après des essais et des erreurs pour essayer de répondre à la question posée. Mais il faut aussi apprendre à travailler ensemble et se familiariser avec la démarche d'ingénieur qui consiste à apporter une solution à un problème concret par des éléments techniques avec une démarche d'efficacité et de qualité. L'école ne prépare pas suffisamment au développement des savoir-faire et de la créativité, essentiels à l'éclosion des talents et de la confiance.

Les sciences et les techniques sont une importante partie des solutions aux enjeux socio-économiques de notre planète : elles doivent redevenir constitutives de notre culture et de notre socle d'appréhension de la réalité du monde. Les réduire à une simple acquisition de savoirs, c'est se priver d'une partie des outils et des potentiels de nos intelligences. L'éducation est un sujet essentiel du XXI^e siècle qui doit préparer à la vie, inspirer, libérer la curiosité, l'envie, l'audace, et développer l'esprit critique et la maîtrise des risques, et déclencher des vocations. Cette éducation se déroule en partie à l'école, mais

1. Cf. les enquêtes *Program for international student assessment* de 2003, 2006, 2009 et 2012.

« L'éducation est un sujet essentiel du XXI^e siècle qui doit préparer à la vie. »

il existe de multiples autres lieux et d'occasions pour une éducation informelle en famille, dans les centres de science comme Universcience, par la télévision, les livres, internet. **S'auto-enfermer dans une catégorie non scientifique nous enlève une part de liberté et de capacité d'influence.** Oublier la part du sensible dans une culture trop rationnelle bride la créativité. Participer au progrès de façon informée, raisonnée et responsable est la meilleure façon de ne pas subir avec fatalité, désillusion et défiance. **Dans les débats scientifiques actuels autour du nucléaire, du climat, des OGM, du gaz de schiste, des nanotechnologies...**, on est dans de la controverse stérile, s'abritant derrière un principe de précaution et ses illusions du risque zéro. Rien à voir avec un dialogue constructif laissant la place à des propositions innovantes. J'étais ministre lors du débat sur le principe de précaution en 2005. L'utilisation qui en est faite aujourd'hui est dévoyée car c'est aussi dans « la lettre » un principe d'action et non pas un frein. Car apporter aujourd'hui la preuve d'innocuité d'une avancée scientifique, sans recherche, est une impossible promesse et bloque tout progrès. L'introduction d'un principe d'innovation dans le Code de la Recherche à l'examen de la Loi Macron est une bonne chose de même que la mise en place d'un référent « innovation » au sein des institutions publiques, au même titre qu'il y a un référent innovation sur chaque base aérienne de l'armée de l'air. C'est un état d'esprit, une culture du risque maîtrisé sur laquelle il faut être déterminé, même si elle remet parfois en question nos certitudes précautionneuses.

Il y a un siècle, Marie Curie écrivait qu'elle avait « parfois l'impression qu'il vaudrait mieux noyer les enfants que de les enfermer dans les écoles actuelles »². Entre 1907 et 1908, notre double lauréate du prix Nobel donne des cours de physique expérimentale à des enfants de 10 ans ! En 1995, Georges Charpak, lui aussi prix Nobel, initie « La main à la pâte ». En matière de pédagogie aujourd'hui, peut-on encore innover pour redonner aux jeunes le goût des sciences et susciter des vocations ?

La démarche promue par Georges Charpak et « La main à la pâte » concerne l'enseignement des sciences dans une logique d'investigation et de projet expérimental. Elle s'introduit lentement à l'école dont le cadre n'est pas toujours propice à l'innovation pédagogique, pour cause de formation des professeurs, d'infrastructures, de temps, de champs disciplinaires stricts et de programmes à respecter. **L'éducation du XXI^e siècle est un vrai défi qui va au-delà d'un toilettage de programmes ou de l'apport d'une tablette à chaque élève.** Elle ébranle les rapports de l'individu au savoir, à ceux qui le détiennent et le partagent. Expérimenter des pédagogies innovantes, évaluer leur impact et les diffuser quand elles sont validées et transformatrices, requiert des complémentarités des lieux éducatifs et des synergies de formateurs d'horizon divers, donnant encore plus de noblesse et d'attrait au métier de professeur. En matière d'innovation pédagogique, j'aime la notion « d'empowerment » qui signifie améliorer ses capacités d'action, ses aptitudes, grâce aux connaissances acquises et intégrées. C'est aussi pour l'élève une reconnaissance particulière de ses talents au-delà de sa seule capacité à restituer sans faute. **En allant au-delà de la transmission, on extrait du savoir et du savoir-faire, un savoir-être et une force de caractère pour se préparer à la vie.** Défi passionnant mais bouleversant ! La recherche en « sciences de l'apprendre » et les recherches en sciences cognitives viennent interpellier les sciences de l'éducation classiques. Quant à la sensibilisation des plus jeunes pour la science, je ne pense pas qu'il y ait un réel désamour mais plutôt une désaffection car la science est perçue comme compliquée, exigeante, pas assez en prise avec le quotidien et ne donnant pas accès à des métiers suffisamment rémunérateurs de l'effort nécessaire. Oubliant la passion de ces métiers, les jeunes d'aujourd'hui ont une fausse représentation, ils ne connaissent pas ce qu'il y a derrière le métier d'ingénieur : **il faut donc que les ingénieurs viennent parler à l'école et notamment aux jeunes filles qui ne représentent que 21 % des ingénieurs.** Un ingénieur, c'est quelqu'un qui replace une réalisation technique dans son contexte sociétal. Cette dimension humaine et citoyenne responsable est rarement présentée dans les cursus d'ingénieur. Permettez-moi d'insister auprès des jeunes filles sur le plein épanouissement personnel et professionnel de telles carrières !

« La recherche en “sciences de l'apprendre” et les recherches en sciences cognitives viennent interpellier les sciences de l'éducation classiques. »

La recherche est un domaine stratégique pour la Nation. Quels défis avez-vous dû relever lorsque vous étiez ministre déléguée à la Recherche et aux nouvelles technologies ? Quels sont les enjeux actuels et à venir ?

Lors des deux années passées au ministère de la Recherche entre 2002 et 2004, je me suis engagée pour porter un élan au service de la Recherche, **une conviction que le système en place dans les laboratoires publics devait évoluer vers plus d'ouverture, de souplesse, d'autonomie, de responsabilisation, de synergies, de projets.** Evaluation, compétition, collaboration, excellence, transfert, valorisation... : des concepts entendus mais des résistances au changement et surtout un budget insuffisant par rapport à l'ambition à mettre en œuvre. Donc une période compliquée et frustrante de ne pas pouvoir trouver les leviers d'une vraie reconnaissance comme priorité du

« Le “vouloir” avec conviction n'est pas le seul ingrédient du “pouvoir”. »

2. Cf. l'article « Une expérience inédite de Marie Curie » de Corinne Bensimon publié le 19 juin 2003 sur www.liberation.fr.

Gouvernement. Je découvre sans doute à ce moment que le « vouloir » avec conviction n'est pas le seul ingrédient du « pouvoir ». Le politique, c'est aussi la réactivité et la mobilisation de tout un écosystème pour faire face à des difficultés, par exemple, en décembre 2002 avec l'accident du vol 517 d'*Ariane 5*. Mettre chacun en face de ses responsabilités, institutionnels français et européens, et industriels, de façon à remettre sur pied une filière compétitive et sûre, avec au total un succès commercial du lanceur européen qui, plus de dix ans après, doit maintenant se projeter sur une nouvelle version *Ariane 6* avec de considérables défis. **Le politique, c'est aussi penser le très long terme, et porter avec conviction l'exploration de pistes innovantes** dont la démonstration potentielle n'advient qu'après que bien des gouvernements se seront succédés. Cela a été tout le sens de mon engagement sur la construction du réacteur de fusion nucléaire ITER³, projet international de recherche de la maîtrise d'une nouvelle forme d'énergie implanté à Cadarache lors de négociations délicates mais exaltantes. Nous l'avons vécu comme un défi mobilisateur où l'ensemble de l'équipe ministérielle, les services et le conseil ministériel européen ont été tendus vers le projet comme un seul « équipage ».

« Les enjeux à venir seront ceux de l'excellence et de l'impact des recherches dans les “mystères” des laboratoires scientifiques et de R&D. »

Pour moi, les enjeux à venir seront ceux de l'excellence et de l'impact des recherches dans les « mystères » des laboratoires scientifiques et de R&D, mais aussi mis en grande visibilité sur des projets mobilisateurs pour entraîner l'adhésion publique et les vocations de nos jeunes intelligences. **Médecine, énergie, transport, ère digitale... sont nos défis d'aujourd'hui et de demain.** Science, technologie, innovation, éducation sont une grande partie des solutions que les politiques doivent proposer. A l'Agence spatiale européenne, l'ESA, je traite de ce qu'on appelle la *big science* qui se fait au sein de grosses infrastructures de recherche comme l'ESA, le CERN, l'EMBL⁴ et d'autres qui disposent de moyens importants et d'équipes internationales nombreuses. **L'Europe dispose de ressources très attractives pour explorer « de l'infiniment petit à l'infiniment grand » mais on ne les met pas assez en valeur.** La performance récente de la sonde *Rosetta* de l'ESA et de l'atterrisseur *Philae* du CNES a permis de faire prendre conscience à l'opinion publique qu'il s'agissait d'une mission européenne. L'Europe doit promouvoir ces grands projets qui inspirent les jeunes !

Je m'intéresse aussi à la problématique du *big data* et du défi que doit relever l'Europe en matière de maîtrise des données. **On parle beaucoup des GAFAs américains et des BAT chinois⁵ mais qu'avons-nous à proposer en Europe pour assurer une souveraineté numérique qui fera de nous un partenaire respecté ?** Que ce soit des données scientifiques ou des données desquelles on va tirer des usages et des services, il faut qu'elles soient récoltées, stockées, maîtrisées et exploitées. Et j'aime à penser que notre culture européenne doit s'exprimer dans cette âpre compétition, pour sa valeur et pour ses valeurs. C'est un enjeu de souveraineté européenne et de culture !

Justement, l'arrivée d'Internet à la fin des années 1990 et l'avènement du Web 2.0 en 2003 consacrent le XXI^e siècle comme le siècle du numérique. Quel impact peut avoir le défi numérique sur notre « humanité », aussi bien en matière d'éducation qu'en matière d'intelligence artificielle ?

« S'agissant de l'intelligence artificielle, mon esprit de médecin formé à “l'homme réparé” et de chercheur en neurosciences est ébranlé. »

A la tête d'Univscience, j'ai évalué l'impact du numérique dans l'éducation de nos enfants. Les nouvelles technologies de l'information bousculent les rapports hiérarchiques entre le maître qui a la connaissance et l'élève qui a accès à de multiples informations grâce à Internet et aux réseaux. **Passer de l'information aux savoirs puis à la connaissance est un défi renouvelé de l'éducation aujourd'hui.** L'analyse critique des flux d'informations, des nouvelles formes d'écriture ou de lecture, l'utilisation d'outils nouveaux pour interpréter ou faire, nous plonge dans une « culture numérique » qui va bien au-delà de la seule problématique de l'« accès à ». La fracture est potentiellement culturelle même plus que technologique. S'agissant de l'intelligence artificielle, mon esprit de médecin formé à « l'homme réparé » et de chercheur en neurosciences est ébranlé. Séduite, passionnée, mais ayant besoin de prendre de la distance par rapport à la place de l'humain et au devenir de l'humanité dans ces développements exponentiels. J'ai même replongé récemment dans la lecture d'Isaac Asimov, avec son cycle des robots, et dans celle de nos racines philosophiques grecques. Ces sujets nous obligent à changer notre regard afin de savoir comment garder l'humain au cœur de ces développements complexes et accélérés, de manière à ne pas lâcher prise et rester maître de notre destin. **Au-delà de l'être humain et de la préservation de notre environnement, c'est une réflexion qui concerne notre humanité.** C'est aussi pourquoi j'ai accepté depuis quelques mois de présider le conseil scientifique de la Chaire « L'humain au défi du numérique » du Collège des Bernardins. Ce travail permet, au-delà d'expertises classiques, de prendre de la hauteur pour mener des réflexions anthropologiques, éthiques et théologiques en rapport à ces sujets encore trop analysés sur les seuls plans scientifique et économique. Comment ne pas se réjouir que la recherche soit une véritable et si belle aventure humaine ! Et songeons que la plus belle conquête de l'Espace est sans doute cette conscience de notre planète et de notre humanité.

3. International thermonuclear experimental reactor.

4. Conseil européen pour la recherche nucléaire ; Institut multidisciplinaire de biochimie des lipides.

5. Google, Amazon, Facebook et Apple ; Baidu, Alibaba et Tencent.

« Il faut aussi se poser la question : “Quels enfants allons-nous laisser à notre planète ?” . »

En voyant la Terre depuis l'espace à travers un hublot, on a forcément un regard plus aigu, plus attaché à la vie sur cette planète et sur la maîtrise de ses ressources. Qui en porte la responsabilité si ce n'est l'équipage de Terriens que nous sommes ? **J'ai certes confiance en l'humain mais il a besoin d'être instruit et guidé, d'où ma volonté à élever l'Education au rang de priorité du XXI^e siècle.** Tout le monde se pose la question de savoir quelle planète nous allons laisser à nos enfants. Je crois qu'il faut aussi se poser la question : « Quels enfants allons-nous laisser à notre planète ? ». Et je les sais si pleins de créativité et d'imagination que cela me rend optimiste. Mais rien n'arrive par hasard, et à ce titre, je vous avoue être très heureuse que la COP 21⁶ ait lieu à la fin de l'année à Paris pour bénéficier d'une mobilisation partagée et d'une dynamique constructive et non pas isolationniste.

Depuis l'épopée des premiers vols dans l'espace (Youri Gagarine le 12 avril 1961) et des premiers pas sur la Lune (Neil Armstrong le 20 juillet 1969), la conquête de l'espace a connu un fort ralentissement. En quoi les vols spatiaux habités peuvent-ils encore contribuer au progrès scientifique et se révéler moteur d'innovation ?

Une station spatiale est un laboratoire en microgravité, condition expérimentale qui n'est pas reproductible sur Terre. C'est le seul laboratoire où l'on puisse travailler sur l'impact du facteur « gravité » dans des processus biologiques, de physique des fluides et des matériaux... Nous abordons dans ISS une phase d'exploitation scientifique pour les dix ans qui viennent, allégée des contraintes de construction de cette immense infrastructure, souvent perturbatrices pour la recherche de laboratoire. Cette recherche fondamentale, tout autant que la recherche appliquée transférée à nos problématiques au sol, et tout autant que la recherche qui nous permettra de lever les freins de l'exploration habitée au-delà de l'orbite basse, seront moteur d'innovation et contribueront au progrès scientifique. Et **loin de moi l'idée de dénier le pouvoir inspirant de l'exploration, si humain et si mobilisateur.** J'ai aussi le sentiment, dans les conférences que je suis amenée à faire, de réussir à réveiller dans le public « l'âme d'enfant » et l'appétit d'explorer la vie. C'est aussi une façon de se réconcilier avec l'avenir.

Je m'adresse maintenant à la spationaute : quel est le souvenir le plus émouvant de vos vols autour de la Terre ? Qu'avez-vous ressenti en revenant sur le plancher des vaches ?

« L'esprit d'équipage dédié sans alternative à la réussite d'une mission complexe a été une éclairante leçon de vie. »

Mon regard est différent et le regard des autres m'a aussi changée : transmission, engagement, pour **rendre une partie de l'immense privilège d'avoir été parmi les quelque 570 êtres humains extra-terrestres.** J'ai évidemment immensément goûté le plaisir du corps libre en microgravité, sans poids et en 3D, et ai été stupéfaite des potentiels d'adaptation de notre corps et de notre cerveau que révèle l'environnement inhabituel. J'ai beaucoup apprécié l'enrichissement lié à cette aventure humaine dans la diversité de nos cultures et de nos nationalités d'astronautes, la réelle collaboration qui fait de la station spatiale un des beaux exemples d'une diplomatie mondiale. Et j'avoue que l'esprit d'équipage dédié sans alternative à la réussite d'une mission complexe a été une éclairante leçon de vie. Une leçon que je privilégie comme tous mes amis et collègues de l'armée de l'air. **C'est ce qu'il faudrait reproduire partout, dans toute entreprise, voire pour l'ensemble de l'humanité confrontée à des problèmes globaux.** Cependant, c'est plus facile lorsque l'on est à six dans une petite capsule que sept milliards d'habitants sur la planète...

Vous avez été tour à tour médecin, astronaute, ministre, présidente d'organisme scientifique... : quels sont les nouveaux projets dans lesquels vous auriez envie de vous investir, les nouvelles aventures que vous aimeriez vivre ?

Quand on a été privilégié par la vie, on a la mission de transmettre en retour. J'aimerais me pencher sur des formats de sensibilisation à la science qui sortent du strict langage scientifique. Ça m'intéresserait d'écrire, de faire des émissions de radio, de faire du théâtre scientifique, en somme de trouver d'autres outils d'un langage pour partager. La culture c'est important, la culture scientifique en fait intégralement partie. **Les différents milieux, politiques, scientifiques, militaires... parlent leur propre langage, et le dialogue est souvent difficile,** aboutissant trop fréquemment à des controverses stérilisantes. Pratiquer et promouvoir la conversation pour rendre l'avenir possible. C'est un peu paraphraser Saint Exupéry : « L'avenir, tu n'as point à le prévoir mais à le permettre ». Aventure utopique que d'être un passeur d'avenir ?

Propos recueillis par le Colonel Bruno Mignot et le Capitaine Aurélien Poilbout
le 12 mai 2015



Epidosis

Une publication du CESA

Directeur de publication :
colonel Bruno Mignot

Contact :
bruno.mignot@intradef.gouv.fr
Tél : 01 44 42 83 95

**Centre d'études
stratégiques aérospatiales**
1, place Joffre
75700 Paris SP 07

www.cesa.air.defense.gouv.fr

6. La Conférence des Nations unies sur le climat doit se tenir à Paris du 30 novembre au 11 décembre 2015.