

La chimie : entre médiation scientifique et éducation à l'environnement (2)

Dans notre précédente chronique, nous décrivions deux réseaux majeurs contribuant à l'éducation populaire et à la sensibilisation aux sciences et à l'environnement : l'AST (*Animation Scientifique et Technique*) et l'ERE (*Éducation Relative à l'Environnement*). Évoquant les rôles respectifs que la chimie pouvait prétendre y jouer, nous suggérions qu'elle pouvait à la fois servir leur rapprochement et bénéficier de cette place privilégiée pour se montrer plus responsable.

Réexaminons les schémas que nous proposons alors (figure 1, en vert). Côté ERE-DD, les intersections bilatérales des disques conduisent à différents types de développement, mais aucun des trois disques ne mentionne la science et la technologie, alors que le nœud des problèmes environnementaux est souvent lié à ces dernières. Il est par suite impossible d'y faire figurer les deux courants extrêmes que nous identifions alors : ceux des *alternatifs alarmistes* et des *optimistes progressistes*.

Côté AST-progrès, le schéma directeur est un peu différent : la science et la technique disent aux industriels et aux responsables politiques ce qu'il est possible de faire. Le marché dit, quant à lui, ce qui est souhaité, ce qui est attendu. Pendant très longtemps, le dialogue s'est déroulé exclusivement entre ces deux composantes mais, fort heureusement, ces vingt dernières années est apparu un troisième acteur : la société, qui s'exprime sur ce qu'il lui semble acceptable de réaliser. Pourtant, là non plus, le rapport à la nature n'apparaît pas, alors que la science prétend en expliciter les lois et que la technologie l'influence et la modifie constamment. Les deux courants extrêmes de l'AST, ceux des *positivistes scientifiques* et des *relativistes prudents*, n'y sont donc pas plus visibles que ceux de l'ERE.

La solution est pourtant évidente : c'est conjointement que les schémas doivent être lus. Sur la délicate question du rapport nature-science-société, ils se complètent pour conduire à une représentation qui tient cette fois compte de tous les aspects et nous montre comment, de manière très schématique, AST et ERE communiquent à travers leurs rapports à l'économie et la société, et directement entre science et nature (figure 1).

En matière d'éducation scientifique et de sensibilisation au développement

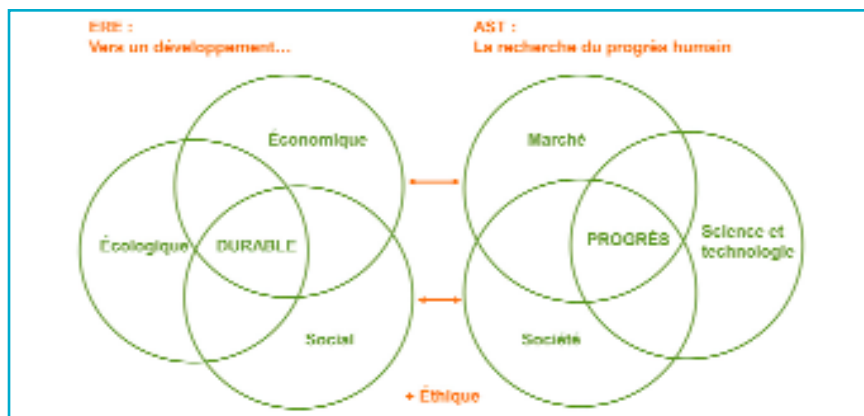


Figure 1 - Schémas fondateurs (en vert) et rapprochement (en orange) de l'ERE et de l'AST.

durable, serait-il alors possible de penser des actions inscrites à la fois dans une ASTRE (*Animation scientifique et technique relative à l'environnement*) et une EREST (*Éducation relative à l'environnement pour un bon usage de la science et de la technologie*) (figure 2) ? C'est ce dont pourrait bien bénéficier le champ scientifique complexe de la chimie.

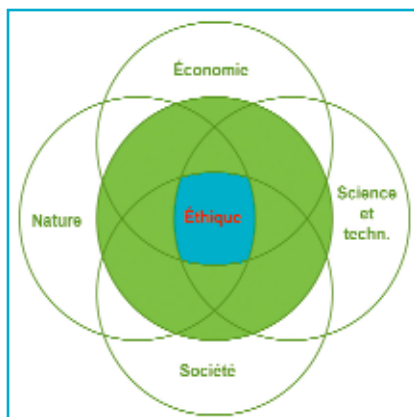


Figure 2 - La fusion des deux schémas : vers une EREST et une ASTRE.

L'exemple de la chimie...

Si les chimistes ont bien compris l'intérêt d'appliquer leurs connaissances au traitement des questions environnementales, découvrant intuitivement l'intérêt de l'ASTRE, le concept d'EREST est plus difficile à faire accepter. Adapter une attitude plus responsable dans la communication de la chimie en favorisant son autocritique et sa désacralisation ne semble en effet pas exprimé par leurs gènes ; à cette idée, ils auraient même plutôt tendance à exprimer leur gêne...

Ce rapprochement que nous appelons de nos vœux n'est certes pas facile à aménager. La chimie est une discipline ancienne qui s'est de tous temps avérée fondamentale, de sorte qu'elle a gagné une véritable dimension

patrimoniale. Sa communauté est structurée, concernée et corporatiste. À la fois discipline scientifique et industrie lourde, elle a subi des changements conceptuels majeurs au XX^e siècle, accompagnés de bouleversements économiques liés à la structure de son industrie. Forcée à s'adapter aux évolutions de la demande sociétale, elle a su aménager ou accepter des évolutions salutaires telles que la chimie verte, la chimie durable, la procédure REACH... Pourtant, de multiples problèmes subsistent au niveau de l'ensemble des quatre pôles mis en correspondance dans la figure 2 :

- Très appliquée, très liée à l'économie, elle trouve sa concrétisation dans la mise sur le marché de produits nouveaux, ce qui lui permet mal de s'en démarquer, de s'en autonomiser.
- Son rapport à la nature est extrêmement fort et, sans jeu de mot, il est ainsi presque dans sa nature de s'y opposer, de la copier, de la supplanter, de se l'approprier même ; ce qui n'est pas sans heurter nombre de valeurs actuelles fortes et prégantes.
- Son rapport à la société est compliqué : développant la nostalgie d'un âge d'or où elle constituait une discipline scientifique reine, elle a des difficultés à admettre les accidents et les dérives, se focalisant plus sur son image que sur le dialogue avec la société. De fortes contradictions structurelles (telles que l'application de la procédure REACH face au développement de l'expérimentation animale qu'elle nécessite en retour) ne facilitent pas cette prise de recul et l'empêchent d'intégrer la question des valeurs dans les activités de médiation, comme le montre la très mauvaise réception qu'eut l'*Appel de Paris* auprès des chimistes.
- Sur le plan éthique, enfin, la chimie

constitue une discipline tellement multipolaire, regroupant une telle multitude d'acteurs aux activités et aux intérêts si différents, qu'il est difficile d'apporter des réponses concrètes communes aux enjeux de société qu'elle soulève. Par suite, et l'observation le confirme, on est encore loin en ce domaine de l'application de l'EREST évoquée plus haut, même si des efforts manifestes accompagnés de résultats encourageants commencent à poindre dans les milieux de la culture scientifique et technique.

L'exemple des Atomes Crochus

Association fondée en 2002 par trois universitaires spécialisés en chimie et en sciences de l'éducation, *Les Atomes Crochus* ont commencé à développer des actions d'ERE et d'AST indépendamment les unes des autres. La promotion du développement durable (DD) et la sensibilisation à l'environnement d'une part étaient assurées par des ateliers pour enfants, des contes et des conférences. La promotion de la culture scientifique et technique, d'autre part, était mise en œuvre à travers des activités originales telles que les clowns de science (figure 3), les conférences expérimentales interactives ou les défis d'expériences contre-intuitives.

Puis, progressivement, les deux démarches commencèrent à s'interpénétrer. Le volet ERE fut peu à peu nourri par les approches scientifiques des problématiques du développement durable avec des conférences du type : « *Est-ce que lorsque je respire, je pollue ?* ».



Figure 3 - Les Atomes Crochus.

À l'inverse, des questions jusque là traitées selon des approches scientifiques exclusives nécessitent le recours à des outils empruntés à l'ERE : « *Peut-on vraiment comparer les impacts environnementaux des déchets nucléaires et du CO₂ ?* » ou « *Les arguments scientifiques ne sont-ils pas bien souvent incomplets s'ils ne sont pas mis en regard avec l'expression des valeurs ou des représentations ?* »

Des projets naquirent alors peu à peu à l'interface entre les deux volets de l'association. Avec les ateliers-débats « *Au-delà des étoiles* » et « *Frankenstein* », avec l'exposition photographique « *Recréer la vie ?* » ou

les concours d'écriture de contes scientifiques sur le développement durable, les connaissances scientifiques se mêlent à la discussion des enjeux politico-économiques du développement de la technologie, à la clarification des valeurs, laïques ou religieuses, et aux réflexions éthiques sur le rapport au vivant de la recherche scientifique et des brevets. Aussi est-il désormais difficile de dire auquel des deux réseaux l'association appartient. Aux deux probablement, alors que l'objectif ne réside plus dans un strict apport de connaissances scientifiques ou environnementales. Ce dernier devient un simple besoin dans le cadre d'activités de réflexion plus larges, plus participatives. Une évolution des pratiques est donc possible ; ce mouvement est tout juste entamé et les bases d'une EREST et d'une ASTRE, brièvement posées ici, méritent toutefois d'être consolidées. Du haut de son histoire et de son impact sur le monde actuel, la chimie y aurait sans aucun doute un immense rôle à jouer.

Richard-Emmanuel Eastes,
le 5 mars 2010

Pour aller plus loin :
www.groupe-traces.eu, www.atomes-crochus.org,
www.parlezvouschimie.org



Photo : S. Querbes

Richard-Emmanuel Eastes est agrégé de chimie, responsable du programme Communication-Éducation-Valorisation-Éthique du Département d'Études cognitives à l'École normale supérieure, Président de l'association Les Atomes Crochus et membre du Bureau de la Commission Chimie et Société.

Polémiques

Faudra-t-il retourner au charbon ?

L'actualité énergétique du mois de décembre 2009 a été particulièrement riche en annonces inquiétantes. On nous a tout d'abord annoncé la difficulté pour EDF de fournir la puissance suffisante pour absorber les pics de consommation lors des (très) froides soirées d'hiver à cause du nombre important de centrales nucléaires en arrêt ou en révision. Le relais fut pris par RTE qui avouait des craintes d'acheminement de la fée électricité vers (et c'est paradoxal !) la Bretagne (le pays des fées) et la Côte d'Azur qui – oh scandale ! – ne produisent pas localement ce qu'ils consomment, laissant à nous autres le soin de vivre près des centrales, entourés de toiles d'araignées des lignes à haute tension. Un dernier coup au moral nous fut asséné par les critiques sévères des

autorités de sûreté européenne et de la perfide Albion sur la sécurité de l'EPR, déjà handicapé par les délais de construction à rallonges et les dépassements de crédits. Nous fûmes enfin achevés par l'échec français à Abu Dhabi où les émirats accordaient leur préférence aux Sud-coréens qui cassaient les prix plutôt qu'à l'EPR français.

Après ce rude mois de décembre et ce très froid mois de janvier, on ne put s'empêcher de penser à la relative fragilité de la politique énergétique française. Même si avec 80 % d'électricité d'origine nucléaire nous sommes les champions européens des plus faibles émissions de CO₂, il devenait clair qu'avec l'annonce dans les prochaines années du démantèlement des anciennes centrales dont Fessenheim devrait essayer les plâtres et les

retards probables des implantations des EPR chargés du relais, la diversification des sources d'énergie électrique dans les vingt prochaines années s'imposerait. Les sources renouvelables autre que l'hydraulique – c'est-à-dire l'éolien et le photovoltaïque, même en fortes augmentations – resteront limitées. Devant le prix du gaz et du pétrole, leurs contraintes politiques et leur durée limitée – 60 ans pour le gaz et 45 pour le pétrole –, le regard des nations se tourne vers le charbon, moins cher, et dont les réserves mondiales sont estimées à plus de 900 Md de tonnes bien réparties géopolitiquement et avec 150 ans d'exploitation possible.

Ce revirement est intéressant du point de vue historique de l'exploitation et

de la consommation des combustibles minéraux solides. Les pays européens, et notamment le Royaume-Uni et la France, ont au XIX^e siècle et la France, ont au XIX^e siècle et une bonne partie du XX^e basé leur économie industrielle sur l'exploitation massive de leurs réserves de charbon. En France, la production est passée par un maximum de 57 millions de tonnes (Mt) en 1960 pour baisser en dessous de 3 Mt dans les années 2000 et s'arrêter définitivement après la fermeture du dernier puits de La Houvre en Lorraine en 2004, conformément au pacte charbonnier signé en 1994, l'exploitation de la houille française n'étant plus compétitive. Parallèlement, la consommation dans l'hexagone a été plus que divisée par deux entre 1973 (46 Mt) et 2008 (19 Mt), dont 35 % pour la sidérurgie et 45 % pour l'électricité thermique qui représente encore 6,9 GW fournis par dix centrales thermiques au charbon réparties sur tout le territoire national. Nous sommes évidemment de faibles consommateurs face aux deux géants que sont la Chine (2 300 Mt) et les États-Unis (1 125 Mt). L'essentiel de nos importations vient d'Australie, des États-Unis et de l'Afrique du Sud. Le prix spot de la tonne, qui avait suivi l'envolée 2006-2008 des ressources fossiles, aggravée d'une tension très forte sur la logistique due au manque de bateaux charbonniers, avait atteint un record de 140 €/t puis est retombé aux alentours de 50 €/t, ce qui fait donc du charbon une ressource énergétique plutôt bon marché face au pétrole et au gaz, avec de plus une large répartition géographique des gisements dans des régions et états politiquement stables, qui contraste avec celle des gisements pétroliers et gaziers plus concentrée dans un nombre réduit de régions.

Le point noir réside cependant dans la réputation du charbon « sale », eu égard à ses émissions de gaz à effet de serre (voir *tableau*), CO₂ bien sûr, mais aussi SO₂ et N₂O. Et pourtant, la production mondiale de charbon a plus que doublé depuis 1973 et atteint près de 4 200 Mt.

Les pays signataires du protocole de Kyoto et des intentions de Copenhague se sont engagés à limiter, voire diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre et ont donc scrupules à relancer de nouvelles centrales d'électricité au charbon. Scrupules que ne peuvent avoir les pays émergents ou en plein développement confrontés à des nécessités plus immédiates, comme la Chine ou l'Inde, surtout s'ils peuvent exploiter leurs propres et importantes réserves.

Pour les pays européens, les situations de l'Allemagne, du Royaume-Uni et de la France sont très différentes :

- L'Allemagne a une production forte et un « mix » électrique/charbon fort.
- Le Royaume-Uni importe plus de charbon qu'il n'en extrait, et alors qu'il était autosuffisant en énergie grâce au pétrole et au gaz de la mer du Nord, l'épuisement de ces ressources lui impose de trouver des solutions de remplacement. La mine de charbon de Hatfield fermée en 2004 est en train de renaître et sa production annuelle de 2,5 Mt doit permettre une mise en service de l'ordre de 40 ans.
- Pour la France, il est apparu un projet minier dans la Nièvre, projet déposé par la SEREN (Société d'exploitation des ressources énergétiques du Nivernais), suite à la découverte par le BRGM d'un gisement évalué à 300 Mt au sud-est de Nevers. Le gouvernement qui, suivant le code minier, doit décider de son exploitation, balance entre d'une part la création d'emplois et l'accès à une ressource énergétique nationale peu coûteuse, et d'autre part la protection du climat après les engagements du Grenelle et les atteintes environnementales à un site plutôt agricole.

On estime que le charbon représente actuellement 40 % de la production mondiale d'électricité. D'ici 2030, le développement des pays en émergence, et notamment la Chine et l'Inde, augmentera la production de 32 % et le charbon en représentera alors 60 %. Le rythme d'implantation de centrales thermiques dans ces deux pays est impressionnant, de même que les risques pris dans l'exploitation minière. Si l'on pense pouvoir respecter les engagements de Kyoto ou les bonnes intentions de Copenhague, l'avenir passe par le « charbon propre ». Dans un premier temps, c'est l'amélioration du rendement des centrales thermiques qui permettra moins d'émissions pour la même quantité d'électricité produite. De 1950 à 1970, on est passé de 30 à 35 %. En 2009, avec les meilleures technologies telles que la combustion du charbon pulvérisé en lit fluidisé avec cycle de vapeur supercritique ou un cycle combiné gaz-vapeur avec gazéification du charbon, on atteint des

Combustible	kg CO ₂ par tep
Charbon	4 000
Lignite	4 400
Fuel domestique	3 000
Fuel lourd	2 970
Gaz	2 350

Comparaison des émissions de CO₂.
tep : tonne d'équivalent pétrole.

rendements de l'ordre de 45 %. Des recherches sur les futures technologies avec cycles combinés (IGCC, PPCC*) laissent espérer 55 %, mais elles n'ont pas encore montré leur rentabilité économique et doivent encore résoudre les problèmes du traitement des gaz de combustion et la résistance à haute température des pales de turbine.

La solution ultime est bien sûr le captage et le stockage géologique du CO₂ dans des nappes profondes d'eau saumâtre, des gisements épuisés de pétrole et de gaz ou encore des cavités géologiques. Le captage et la séparation du CO₂ dans les fumées qui contiennent aussi SO₂, H₂O, N₂O et N₂ est une étape assez coûteuse (70 % du surcoût). Les méthodes d'oxycombustion (à l'oxygène pur) permettraient de sauter cette étape, mais il reste la compression et le transport vers la réserve géologique, qui n'est pas forcément proche de la centrale thermique. Le prix additionnel total est estimé de 60 à 100 € par tonne de carbone séquestré. Si l'on en croit les demandes des associations du Sud-Ouest près du site expérimental de Total, reste aussi à convaincre les populations environnantes de l'acceptabilité du procédé... Le développement d'une chimie du CO₂ paraît aussi indispensable, malgré les exigences en hautes températures et peut-être en hydrogène.

Des études économiques et environnementales sont en cours ; il est clair que les recherches et le développement industriel de ces nouvelles technologies sur un « vieux » combustible seront une alternative aux permis d'émissions qui devraient alors être mondiaux et pas seulement européens, et probablement plus contraignants pour inciter aux investissements innovants.

Entre deux affirmations extrêmes – « le charbon ennemi de l'environnement » et « le charbon propre avenir de l'énergie » –, préférons « le charbon n'est pas un problème, c'est une partie de la solution énergétique. »

Jean-Claude Bernier,
le 11 février 2010

* IGCC : « integrated gasification combined cycle » ; PPCC : « pressurized pulverized coal combustion ».



Jean-Claude Bernier
est vice-président
de la SCF.