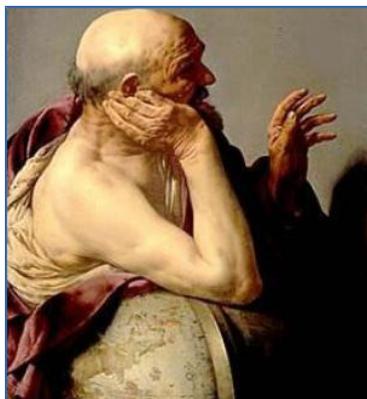


Transition écologique

Nuances de « vert » et nucléaire

Jean-Luc Salanave



Préambule

Au matin de la philosophie, dans la Grèce antique, deux visions du monde s'affrontaient déjà: l'une, celle d'Héraclite qui disait que l'on ne se baigne pas deux fois dans le même fleuve et que le monde est en perpétuelle évolution ; l'autre, celle de Parménide, auteur d'un poème intitulé « De la Nature », qui affirmait qu'une seule vérité existe, celle immuable de l'Être et de la Nature.

L'écologie moderne semble ne pas échapper à cette opposition Héraclite-Parménide. L'opinion écologique s'est opposée longtemps à l'énergie nucléaire, lui préférant le soleil et le vent, selon le principe que « vert » signifie avant tout « naturel ». Et si nous proposons ci-dessous de donner raison à Héraclite, ce n'est pas sans admettre une part de Parménide en chacun de nous ni sans accepter que notre vision soit remise en cause par le lecteur, tant le dialogue et le respect des points de vue sont pour nous essentiels.

Sans nous prendre pour Platon, nous proposons donc de nous essayer ci-dessous à la dialectique. Après avoir établi ce qui, selon nous, constitue les racines de la vision écologique et précisé ce que le public entend communément par « vert », nous proposerons notre définition de ce qu'est en train de devenir l'écologie, de ce que doit être une « action verte » ; à l'heure du succès historique de l'accord de la COP 21 sur le climat, nous tirerons les conséquences qui découlent de cette définition, en particulier pour l'énergie nucléaire.

Historiquement et communément, « vert » signifie naturel

L'écologie plonge ses racines dans la recherche du paradis perdu et voit dans le libéralisme, et dans l'anthropocentrisme auquel il conduit, le déclin de l'occident. Dès la fin de la seconde guerre mondiale apparaît cet idéalisme écologique qui propose une autre voie que l'insatisfaction consumériste qui prive les individus de tout idéal. Il se démocratise vraiment après mai 68 et le "retour à la nature" des "bobos" puis avec les combats du Larzac pour une agriculture durable et raisonnée. C'est à partir de là que l'écologie est associée à la couleur verte comme un rappel de la couleur de la végétation et des plantes de notre planète Terre.

Aujourd'hui on peut associer la définition usuelle de l'écologie à deux prédicats:

- Tout d'abord, une vision de l'avenir inspirée par le passé et le retour à la nature, considérés comme le paradis perdu, vision qui tout en rassurant la part de Parménide qui est en chacun de nous assimile « vert » à naturel.
- La vision qui précède est complétée par une certaine méfiance envers le progrès scientifique et technique : tout comme la peur des premiers chemins de fer jadis, la méfiance vis-à-vis de l'industrie nucléaire civile a été alimentée, d'une part, par sa complexité et son manque de transparence (ressenti ou réel), et, d'autre part, par le soupçon que l'importance de ses enjeux stratégiques et nationaux (voire militaires à l'origine) ait pu la placer hier au-dessus des lois et des contrôles réglementaires et démocratiques avant que la transparence et l'excellence environnementale ne lui soient clairement imposées aujourd'hui.

C'est sur ces bases que le terme « vert » est utilisé en France pour nommer en août 2015 la loi intitulée « de transition énergétique pour une croissance **verte** ». Quelles énergies se cachent derrière le mot « vert » ?

Quand il s'agit de citer des énergies « vertes », le solaire ou l'éolien sont souvent les premiers cités, en oubliant d'ailleurs que la biomasse et l'hydraulique les devancent très largement dans la production d'énergie primaire verte, en France comme dans le monde.

Mais si le soleil et le vent sont incontestablement « verts », les capteurs photovoltaïques et les éoliennes qui « fleurissent » dans nos paysages, eux, sont tout sauf naturels. On entrevoit donc que la définition historique « **vert = naturel** » n'est pas suffisante pour guider les choix de notre transition écologico-énergétique.

Avant de proposer plus loin une nouvelle définition, notons tout de même que si hier les mouvements de retour à la nature appelaient « vertes » les énergies naturelles, ils ont feint d'y omettre l'énergie **nucléaire**, pourtant **naturelle** sans conteste. Si naturelle qu'elle est même la plus répandue dans l'univers. C'est elle qui, avec l'aide de la gravitation, fait briller les étoiles et notre soleil. Nous lui devons la synthèse des éléments chimiques qui nous constituent et nous entourent et à qui nous devons la vie. Bien sûr, si l'énergie nucléaire est bien « verte » au sens de naturelle, nos très sophistiqués réacteurs nucléaires ne sont pas plus naturels que les capteurs photovoltaïques et les éoliennes.

Néanmoins dans notre analyse comparative des nuances de « vert » des différentes énergies, on peut aussi rappeler une autre particularité naturelle méconnue: des **réacteurs nucléaires naturels** ont existé sur Terre bien avant les éoliennes et les capteurs photovoltaïques, bien avant même qu'Homo Sapiens n'allume le 1er feu de bois ; comme à Oklo (Gabon) ils ont produit de l'énergie nucléaire naturelle de fission il y a 2 milliards d'années; la nature en a même géré les déchets radioactifs toute seule, et sans conséquence pour l'humanité d'aujourd'hui (ce qui, incidemment, nous rend optimistes quant à notre capacité à faire encore mieux qu'elle avec notre très sécurisé projet de site géologique profond de CIGEO).

Soit mais chacun sent bien que ce qui est naturel n'est pas toujours si « vert ». En témoignent les catastrophes naturelles comme la canicule de 2003 qui a fait 15000 victimes en France, ou le séisme du Fukushima qui a fait 18000 morts (et dont on parle moins, 4 ans après, que du grave accident nucléaire qu'il a provoqué et dont la radioactivité n'a pas encore fait, elle, de victimes).

Si le risque est naturel, il est aussi inhérent à toutes les activités humaines sans exception : l'industrie charbonnière provoque 4000 décès tous les ans en Allemagne et plus de 500000 dans le monde, l'industrie chimique a fait plus de 8000 morts à Bhopal, et nos activités domestiques sont responsables tous les ans de 10000 accidents mortels dans notre pays. Selon l'académie de médecine « la filière nucléaire s'avère avoir le plus faible impact sur la santé, par kWh produit, par rapport aux filières utilisant des combustibles fossiles, les biomasses ou l'incinération des déchets », au même niveau d'excellence que l'éolien et le photovoltaïque.

Dans l'opinion, tout ceci n'a pas empêché le nucléaire d'être tenu à l'écart de la liste des énergies vertes que sont les énergies hydraulique, éolienne, solaire, géothermique et la biomasse. Mais, de la même façon qu'on ne se baigne jamais deux fois dans le même fleuve, l'écologie évolue. La vaguelette « verte » déclenchée par les lanceurs d'alerte d'hier s'est considérablement élargie, pour devenir une ample vague qui embarque désormais sur sa gauche comme sur sa droite une majorité de citoyens qui ont choisi de penser et d'agir « vert » un peu plus chaque jour. Au point que les partis « verts » d'hier sont désormais dépassés par cette vague, si on en croit les urnes où, paradoxalement, ils ne font pas recette. Heureusement cette désaffection des citoyens vis-à-vis des partis « verts » n'est pas un signe de désaffection de l'écologie, mais bien au contraire un signe que l'écologie prend désormais une toute autre place. **Elle n'est plus ni politicienne, ni de droite ou de gauche, mais bel et bien un nouvel enjeu de l'humanité, à la fois culturel, politique, économique et sociétal.** La vague « verte » est désormais chevauchée par tous ceux

qui, face aux risques de changement climatique, d'injustice sociale¹ et d'épuisement des ressources naturelles, n'ont pour seule ambition que de contribuer à remettre l'ère de l'*anthropocène* sur les rails d'un avenir durable.

Au regard de cette évolution, nous pensons qu'il est temps reformuler notre définition de l'écologie. Contrairement à la précédente définition tournée vers le passé, et sans toutefois renier que souvent « vert = naturel », nous pensons qu'il convient de déplacer cette définition et d'associer sans crainte et sans hypocrisie l'écologie au progrès technique dans un monde en évolution, aux ressources limitées, à la démographie en pleine expansion et face à des risques nouveaux (économiques, sociaux, géopolitiques et environnementaux).

Quels sont aujourd'hui les critères de l'action « verte » ? Dans quelle nuance de vert se situe le nucléaire ?

Nous proposons d'appeler « **vertes** », non pas les actions empreintes de nostalgie envers un monde que nous pouvons, certes, en vain regretter, mais les actions permettant de créer le **meilleur compromis écologique et énergétique** en vue de prolonger la vie de l'humanité sur terre dans les **meilleures conditions** (conditions dont biodiversité, beauté, nature font évidemment partie).

Certes, ce « meilleur compromis » et ces « meilleures conditions » subjectivent notre nouvelle définition et imposent une éthique (mondiale) de responsabilité pour guider les choix (économiques, sociétaux et environnementaux) et pour accepter de remettre en cause nos convictions d'hier. Quant à l'avenir, cette définition suppose aussi une certaine humilité car elle admet sa part d'incertitude. En effet, les évolutions du monde qui nous entoure incitent à donner raison à Héraclite et à reconnaître qu'on « ne se baigne jamais dans le même fleuve » : il nous faut donc accepter que le « meilleur compromis » et les « meilleures conditions » d'aujourd'hui puissent être perçus différemment par les générations qui se baigneront dans le fleuve après nous.

Déjà, des éco-modernes et une partie de la jeune génération partagent avec de nombreux citoyens, certes discrets, l'idée que **écologie rime aussi avec nucléaire** et que la peur du nucléaire est non seulement au-dessus de nos moyens mais aussi mauvaise conseillère pour créer le futur paysage énergétique durable, propre et équitable que nous devons laisser à nos petits-enfants.

Sur quels critères doit s'appuyer la raison? En voici quelques-uns.

N'est pas jugé très « **vert** » ce qui **envahit l'environnement** ou « pollue » le paysage. Or, parmi les sources d'énergie, force est de reconnaître que l'énergie nucléaire est de loin **la plus compacte** dont on puisse rêver. Des éoliennes ou des cellules photovoltaïques **occuperaient 30 à 50 fois plus de kilomètres carrés** pour produire annuellement la même énergie que nos 19 centrales nucléaires. Même le barrage hydroélectrique le plus moderne du monde, celui des Trois Gorges en Chine, **utilise 100 fois plus de kilomètres carrés que les 14 réacteurs nucléaires** qui produiraient annuellement la même énergie électrique. Les 1600 km² de terres qu'il a inondées ont nécessité l'évacuation de 1,2 millions de personnes (153 villes et 1350 villages ont été submergés).

Est « **vert** » pour nous ce qui est **durable vis-à-vis de la consommation des ressources naturelles**. A ce titre, le solaire, l'éolien, la géothermie et l'hydraulique sont parmi les ENR « vertes ». Néanmoins, si le soleil et le vent sont des ressources naturelles durables illimitées à l'échelle humaine, les capteurs solaires et des éoliennes le sont moins tant ils nécessitent de matériaux, de terres rares, de métaux, de béton dans leurs socles, voire même, pour les cellules photovoltaïques, d'importantes quantités d'énergie (souvent charbon) pour leur fabrication. **Quid**

1 Comme le rappelle l'encyclique *Laudato'si* du pape



Cristaux verts d'uranium naturel

cuprosklovdovskite, un des 400 cristaux d'uranium

du nucléaire ? Son « combustible », l'uranium naturel, est **abondant** et se trouve **partout dans la croûte terrestre** (en moyenne 3 grammes d'uranium dans chaque tonne de sol, et quatre fois plus pour le thorium, autre combustible nucléaire potentiel de demain). Même un petit pays comme la France a exploité sur son sol pas moins de 170 mines d'uranium, avant de préférer s'approvisionner sur le marché mondial, moins cher, ouvert, abondant et sûr. Rien que les océans contiennent suffisamment d'uranium dissous pour **des milliers d'années de besoin de nos réacteurs** présents et futurs. Selon ce critère, le nucléaire est donc une source d'énergie **verte**, car

ses ressources abondantes et réparties apportent de la durabilité et, ce qui ne nuit pas, une répartition géopolitique équitable garante des indépendances énergétiques des pays.

N'oublions pas le critère des déchets ! Une activité "**verte**" doit être **durable** vis à vis des **déchets** qu'elle génère et leur gestion doit être **respectueuse de l'environnement**. Le nucléaire génère une quantité de déchets plus faible que la plupart des autres technologies électrogènes, éolienne et photovoltaïque incluses. Un exemple : l'EPR, fleuron de nos réacteurs de génération III, qui se construit en Finlande, en Chine et en France, ne nécessite « que » 460.000 m³ de béton, **10 fois moins** que les socles des 3000 éoliennes de 2MW qui produiraient annuellement la même énergie, et même **30 fois moins** si on ramène ce béton à l'électricité produite sur la durée de vie (25 ans pour les éoliennes, 80 ans pour l'EPR).

Oui, mais, objection, certains **déchets nucléaires** sont **radioactifs**. Certes, et alors ! **Les déchets ne sont pas un inconvénient mais plutôt une qualité du nucléaire comparé aux autres sources d'énergie** : d'une part par leur très faible volume, d'autre part par l'excellence et la rigueur de leur gestion. Ce sujet des déchets nucléaires est certes très déformé par le prisme médiatique qui ne parle que de « problèmes » sans montrer les solutions, bien plus nombreuses que les premiers. Plus de 90% de ces déchets sont de faible radioactivité et sont depuis plusieurs décennies traités selon des procédés durables, hyper-contrôlés et éprouvés, sans impact radiologique sur les populations. Et les déchets nucléaires de haute activité, direz-vous, ceux qui concentrent 98% de la radioactivité dans 0,2% des volumes de déchets ? Eux non plus n'ont jamais fait l'objet d'aucun accident de transport ni de traitement avec le moindre impact sur le public de ce pays. La totalité de ces produits de fission hautement radioactifs, générés par les 75% d'électricité nucléaire de notre pays, représente moins d'1 gramme par personne et par an ! Tout le monde en parle, mais très rares sont ceux qui ont la chance de les avoir vus. Ils sont vitrifiés et encapsulés, et, afin que les générations futures n'aient pas la contrainte injuste (ce sont nos déchets, pas les leurs !) et inutile de les surveiller en surface, ils doivent être placés dans le site géologique profond CIGEO qui, après 30 ans d'études et de vérifications, est enfin sur le point d'être autorisé par les pouvoirs publics. Dans 500 ans leur radioactivité y aura décliné au niveau de celle d'un simple minerai d'uranium naturel. Cette réussite exemplaire de la gestion des déchets nucléaires ne peut nous rendre que confiants dans notre capacité à trouver, le moment venu, des solutions aussi respectueuses de l'environnement pour les déchets et poisons chimiques issus du photovoltaïque, de l'éolien et de leurs millions de batteries de stockage d'électricité. En tout cas, il faut reconnaître que **les déchets nucléaires, par leurs faibles volumes et leur gestion exemplaire, ne rendent pas le nucléaire moins « vert »** que la plupart des autres sources d'énergie, les fossiles comme les renouvelables.

Un autre déchet est aujourd'hui sous les projecteurs de l'humanité, le **CO₂**, objet du point suivant. Avant de nous y pencher, une remarque générale s'impose. A la différence des effets climatiques planétaires causés par le CO₂, les déchets nucléaires, à part qu'ils nécessitent comme tous les autres déchets une gestion scrupuleuse, ces déchets ne perturbent pas les équilibres géologiques planétaires naturels, la Terre étant par nature des millions de fois plus radioactive que toute la radioactivité artificielle que l'homme pourrait créer ; **radioactivité artificielle qui n'est d'ailleurs**

pas différente, par sa nature et ses effets, de la radioactivité naturelle (à laquelle nous sommes tous 58 fois plus exposés²) ou de la radioactivité médicale (à laquelle nous sommes 41 fois plus exposés²).

Comme 195 pays du monde viennent de le décider à l'issue de la COP21 en ce mois de décembre 2015 à Paris, **la réduction de notre impact carbone atmosphérique** devient une priorité mondiale. Une faible empreinte CO2 est le premier critère d'une activité humaine « **verte** », du moins pour la problématique climatique. **L'électricité nucléaire, l'hydraulique et l'éolien sont les meilleures énergies « bas carbone »**, rejetant 30 à 50 fois moins de CO2 par kWh que le lignite ou le charbon, et 10 fois moins que le solaire photovoltaïque. L'importante quantité d'énergie nécessaire à la fabrication des cellules solaires PV explique en effet ce triste paradoxe qu'il faut entre 19 et 35 ans de fonctionnement à une telle cellule installée en France pour faire simplement économiser le CO2 qui a servi à sa fabrication³. Pour notre empreinte CO2 le nucléaire est donc bien plus vertueux que le solaire photovoltaïque, même sans parler de la compensation de l'intermittence par du gaz. Certes le nucléaire civil, compte tenu de ses nombreuses qualités intrinsèques, n'a pas eu besoin de cet avantage carbone ni du réchauffement climatique pour s'imposer et se développer au siècle dernier, mais cet **atout CO2 très « vert » du nucléaire, reconnu internationalement, est affiché comme une des principales motivations par tous les pays qui ont, depuis et malgré Fukushima, porté à 70 le nombre de réacteurs en cours de construction sur la planète, un record depuis 25 ans selon l'AIE.**

« **Vert** » dans notre conscience écologique populaire qualifie souvent ce qui est **recyclable** ? L'énergie nucléaire est quasiment la **seule à avoir fait la preuve industrielle de la recyclabilité** de 25% (dès aujourd'hui) et de 96% (demain) de ses combustibles « brûlés » pour en refaire du combustible neuf, ne laissant que 4% de produits de fissions comme déchets ultimes non-recyclables ! 40% de la flotte de réacteurs EDF recycle déjà la quasi-totalité du plutonium issu du retraitement des combustibles usés du parc français, sous forme de combustible MOX (Mixed Oxide). Cette **qualité du nucléaire** en fait aujourd'hui un **champion de l'économie circulaire** moderne, au point que le club des pays à cycle nucléaire dit « fermé », dont la France est le leader mondial, ne cesse de grandir.



Enfin, pour clore cette liste de « **nuances de vert** », la plus verte d'entre elles est de tous les avis associée au critère « **renouvelable** ». Le vent, l'énergie solaire, hydraulique, géothermique, la biomasse sont renouvelables (même si les éoliennes, les capteurs, les barrages et les centrales ne le sont pas et que la biomasse n'est renouvelable que si elle est replantée et renouvelée après avoir été brûlée). Mais qu'en est-il du nucléaire ? Connaissez-vous le **nucléaire renouvelable** des réacteurs nucléaires de génération IV ? Appelés surgénérateurs, ils sont capables de produire autant voire **plus de combustible fissile qu'ils n'en consomment** (n'est-ce pas la définition de renouvelable ?). Ces **réacteurs ne sont pas un rêve**. De tels réacteurs ont produit de l'électricité dès le début de l'histoire du nucléaire en 1951. Plus récemment, des prototypes industriels ont même produit plusieurs térawattheures (milliards de kWh) en France et dans plusieurs pays. Jugés moins compétitifs que les réacteurs actuels de génération II ils n'ont pas encore été généralisés industriellement. Mais les coûts élevés des kWh éoliens, photovoltaïques et surtout du stockage de

2 Selon l'IRSN, sur les 4,1 milli-sieverts de radiations reçues chaque année par un français moyen **58% sont d'origine naturelle, 41% d'origine nucléaire médicale et moins de 1% proviennent des activités industrielles nucléaires** (incluant déchets, rejets, y compris retombées de Tchernobyl, de Fukushima et résidus des anciens essais nucléaires militaires)

3 Si les cellules PV sont comme aujourd'hui fabriquées en Asie ou en Allemagne (à partir d'énergie charbon)

leur électricité rend désormais inévitable le retour économique des réacteurs surgénérateurs sur le devant de la scène énergétique. **Leur ré-industrialisation est déjà engagée dans tous les grands pays nucléarisés. Le nucléaire de 2050 sera donc « vert » aussi parce qu'il sera quasi-renouvelable, en tout cas durable pour des millénaires** (et cela même en n'utilisant que les combustibles usés du XXème siècle pour alimenter ce nouveau nucléaire).....**Quelques millénaires, c'est bien plus qu'il n'en faut pour attendre le nucléaire de fusion et ses ressources quasi infinies**Mais ça c'est plutôt pour la fin de notre XXIème siècle.

Conclusion/résumé

Nous pensons que la loi française de 2015 de « transition énergétique pour la croissance verte » qui prévoit de réduire la part du nucléaire dans notre électricité de 75% à 50% en 2025, ou de plafonner la puissance électronucléaire à 63 gigawatts, ou encore de gaspiller une électricité parmi les moins chères, les plus sûres et les moins carbonées du monde par l'arrêt prématuré de Fessenheim, nous pensons que cette loi est un épisode « Parménidien » de notre transition énergétique et un retour inutile vers le passé. Mais, si on en croit Héraclite, rien n'est immuable, pas même une loi et l'accord historique de la COP 21 pourrait très bien modifier le cours du « fleuve » législatif de notre transition énergétique.

En résumé de notre promenade intellectuelle très monochrome, notre raison suggère que « vert » rime bien avec nucléaire, car l'énergie nucléaire est (1) naturelle, (2) compacte et discrète dans nos paysages, (3) économe en combustible naturel, (4) économe en ressources et matériaux consommés, (5) économe en volumes de déchets générés, (6) exemplaire dans sa gestion des déchets radioactifs, (7) son empreinte radioactive globale est négligeable comparée aux expositions radioactives médicales et naturelles, (8) c'est une énergie bas carbone et candidate majeure pour aider à tenir les engagements de la COP 21, (9) championne de l'économie circulaire et (10) quasi-renouvelable demain grâce aux réacteurs de génération IV.

Le dialogue est ouvert, la COP 21 qui s'achève va le relancer ...et les actions, opinions et contributions de chacun pour créer ce « meilleur compromis » écologique et garantir à l'humanité « les meilleures conditions » de son avenir sont devant nous.

JLS
7 janvier 2016