

Question d'Europe
n°647
14 novembre 2022

Energie : un grand espoir pour le XXI^e siècle

Jean-Luc ALEXANDRE

L'aube d'une nouvelle ère énergétique se lève sur le monde. D'ici quelques années, plus rien ne sera jamais comme avant. Non seulement nous pourrons vaincre la pénurie mais la planète sera en cours de dépollution, dans le même temps où la souveraineté énergétique de la France et de l'Europe deviendra une réalité.

Contrairement aux conclusions hâtives de certains, ou au réflexe malthusien d'autres, la capacité innovatrice de l'esprit humain est sans bornes : une nouvelle génération d'énergies, notamment nucléaires, permet d'envisager l'avenir sans tomber dans un optimisme béat. Une révolution économique et sociétale est désormais à portée de main.

Historiquement, il existe peu de domaines ayant structuré autour d'eux un très grand nombre de secteurs économiques. Parmi les plus marquants depuis plus de deux siècles, trois se dégagent nettement : l'automobile, l'aviation et le numérique. Quoique des Français se soient trouvés à l'origine de chacun d'eux, les chocs d'offre qu'ils ont enclenchés proviennent tous des Etats-Unis^[1]. Aujourd'hui, l'Europe peut, à son tour, provoquer un tel choc.

De la même manière que les ordinateurs portables ont révolutionné le travail en rendant simultanément l'individu plus autonome et mieux relié au monde qui l'entoure, la mise à disposition décentralisée d'un service d'accès à une énergie sécurisée, bon marché, sûre, abondante et responsable écologiquement constituera l'apport fondamental de l'Europe à une prospérité sereine. A condition que celle-ci se mobilise pour ce qui relève désormais de bien plus que de l'énergie : sa liberté. Elle pourrait ainsi combiner une vision d'ensemble à l'échelle de son territoire et

le soutien aux nombreuses collectivités locales qui constituent le tissu communautaire.

Pour juger de ces assertions, qui peuvent paraître inspirées par un aveuglement impardonnable, il faut tout à la fois mesurer les difficultés de la situation actuelle, exposer les raisons technologiques pour lesquelles elle peut être surmontée, voir enfin quel chemin suivre pour y parvenir.

LE NŒUD ACTUEL

Dans l'ordre économique, trois verbes peuvent résumer l'activité humaine depuis la nuit des temps : extraire, transformer, rejeter.

Depuis la Révolution industrielle en Grande-Bretagne à la fin du XVIII^e siècle, nos sociétés ont porté à l'incandescence ce modèle historique. Au point de le remettre en cause au nom d'une triple prise de conscience : l'extraction toujours croissante d'éléments fossiles (charbon, pétrole, gaz) conduit au tarissement des ressources terrestres ; la transformation des matières premières en biens de toutes natures accélère le mouvement ; les déchets détériorent tragiquement la planète (gaz à effet de serre, CO₂, pollution de l'air, composés plastiques, destruction de la biodiversité). Dans la foulée des mises en garde du Club de Rome au cours des années 1960 et de son cri alarmiste (*Halte à la croissance*), les critiques n'ont cessé de s'intensifier à l'égard des phases 1 (extraire) et 3 (rejeter), au point de conduire certains à remettre en cause la deuxième (transformer), siège de la croissance, et à plaider pour une décroissance qui, dans les faits, presque invisiblement, se manifeste déjà.

[1] La première voiture est celle de Nicolas Joseph Cugnot, le premier avion celui de Clément Ader, le premier système télématique le fait de Bernard Marti, sans compter la première photo par Nicéphore Niepce, le premier film des frères Auguste et Louis Lumière, la première carte à puce celle de Roland Moreno ou la mise au point de l'ARN messenger pour créer un vaccin anti-Covid sous la direction de Stéphane Bancel

Cette situation, qui semble sans issue, a nourri une inquiétude croissante chez les jeunes comme chez leurs aînés jusqu'à provoquer une sorte d'angoisse civilisationnelle. Comment conserver le niveau de vie atteint par les pays avancés tout en luttant pour que les plus démunis échappent à la pauvreté ? Dans un monde ouvert où l'information circule à la vitesse de la lumière, comment éviter des conflits entre ceux qui possèdent et ceux qui n'ont rien ? Il en va du quotidien de milliards d'individus. Au premier tiers du XIX^e siècle, Chateaubriand n'écrivait-il pas : « Essayez de persuader au pauvre [...] lorsqu'il possédera la même instruction que vous, essayez de le persuader qu'il doit se soumettre à toutes les privations, tandis que son voisin possède mille fois le superflu : pour dernière ressource il vous le faudra tuer[2] » .

Brossé à grands traits, ce tableau paraît bien sombre, dans la mesure où l'énergie n'est pas seulement le nerf de la guerre mais, aussi et surtout, le carburant de la paix. La seule solution pour éviter la régression et les affrontements consiste à en augmenter l'offre. C'est la raison pour laquelle se sont développées depuis quelques décennies les énergies renouvelables (éolien, solaire, hydraulique) à côté des trois premières générations du nucléaire, afin de satisfaire une demande mondiale en électricité régulièrement croissante (multiplication entre 2 et 4 d'ici à 2050, atteignant alors plus de 100 000 térawattheures par an), due notamment à l'essor du numérique, à la pression démographique (près de 10 milliards d'individus en 2050 contre 8 en 2022) et à la transition énergétique (zéro émission nette, [Net Zéro 2050](#)).

Les deux grandes sources que sont les renouvelables et le nucléaire, sans parler du charbon, du pétrole et du gaz, ne répondent malheureusement pas très bien aux exigences contemporaines, telles qu'exprimées par le Conseil mondial de l'énergie, lequel estime que « promouvoir l'approvisionnement et l'utilisation durable de l'énergie pour le plus grand bénéfice de tous » n'est pas un objectif seulement raisonnable mais indispensable. A cette fin, cet organisme a posé les termes d'un trilemme (par analogie avec un dilemme) à résoudre : *sécurité énergétique, équité énergétique, durabilité environnementale*. Le premier recommande une alimentation régulière, assurant l'indépendance ; le deuxième préconise des prix abordables permettant l'accès de tous ; le troisième prône la propreté au nom du respect de la nature.

A cette aune, aucune des énergies actuellement disponibles ne satisfait totalement aux trois critères. Le fossile est polluant, le renouvelable intermittent, le nucléaire conventionnel, massif dans sa forme actuelle, produit des matières usagées inutilisées.

Autrement dit, l'augmentation des sources énergétiques connues ne résout pas le trilemme. Doit-on en conclure que nous sommes dans une impasse ? Ce serait oublier que l'innovation est la force essentielle qui a permis à l'humanité de passer de la traction animale et de l'esclavage à la surpuissance énergétique.

UNE RÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE

Afin de présenter en quoi le XXI^e siècle peut répondre à un grand espoir, il faut au préalable se livrer à une remarque décisive concernant le nucléaire. Elle permet de penser *out of the box*, comme disent nos amis anglo-saxons.

Dans l'état actuel des choses et de la pensée, cette technologie suscite de la crainte. Certes, remarquable en cela qu'elle ne libère pas de CO₂, contrairement aux énergies d'origine fossile, elle nécessite toutefois des implantations coûteuses et longues à construire, un traitement et un stockage sur le long terme de ses déchets.

Cependant, comme pour les gaz, dont certains sont mortels (le monoxyde de carbone, par exemple) et d'autres essentiels à la vie (comme l'oxygène), il existe plusieurs types de nucléaires. Si nous appelons C le nucléaire conventionnel, nous pouvons baptiser V – pour Vert – celui qui s'y ajoute. Ce dernier ne produit plus de déchets radioactifs de vie longue et de haute activité, ou à un niveau extrêmement faible, tout en étant aussi énergétique que son cousin C.

Supposons donc qu'une technologie nouvelle emploie du nucléaire V. Supposons aussi que cette technologie soit capable de produire de l'électricité en grande quantité, à un coût très faible. Supposons encore qu'à cette fin elle utilise comme combustible les déchets qui proviennent du nucléaire C. Autrement dit, qu'elle puisse contribuer à dépolluer la planète. Et supposons pour finir que cette technologie ne demande pas des décennies pour entrer en vigueur mais seulement quelques années.

[2] Mémoires d'Outre-Tombe.

Contrairement à l'incrédulité que peuvent provoquer ces suppositions, une telle technologie existe bel et bien. Elle fait partie de ce que les spécialistes appellent la quatrième génération de réacteurs. Elle s'appuie sur ceux intitulés AMR[3], parmi lesquels existent six variantes, dont l'une d'entre elles utilise les sels fondus, et sur ceux que l'on appelle des SMR[4]. Ces derniers désignent une catégorie définie par leur puissance (en-dessous de 400 mégawatts en général), en opposition aux réacteurs conventionnels (entre 900 et 1 600 mégawatts).

Par rapport à ces derniers, les SMR/AMR sont flexibles, ils peuvent être démultipliés ou réduits en nombre ; adaptables notamment à des espaces géographiques incompatibles avec les grands réacteurs : petits marchés électriques, zones isolées, sites où l'accès à l'eau est limité ; simples car fabriqués en usine en grande série puis expédiés sur place, donc moins coûteux à construire : sûrs avec une utilisation de plus petites quantités de combustible et une réduction drastique des risques.

Conscients des besoins exponentiels en matière de production d'électricité, des pays comme les Etats-Unis, le Canada, la Russie, la Chine, l'Inde se sont lancés dans des investissements parfois considérables touchant à cette technologie et s'emploient sans relâche à la rendre opérationnelle.

En Europe, la France n'est pas en reste, loin de là. Parmi ceux qui se sont lancés dans la course à l'obtention d'une énergie nucléaire verte, NAAREA[5] représente une avancée majeure, et originale. A la différence des projets d'envergure de la Chine ou des Etats-Unis, cette jeune entreprise spécialisée dans les SMR/AMR propose un très petit réacteur modulaire appelé XSMR[6] ou encore XAMR[7], dont l'architecture permet de générer des gammes de quelques dizaines de mégawatt en toute sécurité, à partir de matières radioactives usagées, déjà disponibles et en quantité.

L'invention portée par NAAREA est un réacteur de fission nucléaire à sels fondus et neutrons rapides. En son sein, la réaction s'auto-régule, garantissant une sûreté passive contre les excursions de réactivité, le tout intégré dans un tout petit volume. Compte tenu des évolutions tendancielles de la demande et des besoins du marché, elle privilégie une approche qui se veut au plus près des consommateurs

d'énergie électrique ou thermique, (quelques dizaines de mégawatts), aussi bien en France qu'à l'étranger, offrant ainsi une alternative aux groupes électrogènes, ainsi qu'une autonomie énergétique pérenne. Cela permettra d'ici peu de produire une énergie abondante, décarbonée, décentralisée, non-intermittente, grâce à un dispositif autonome, pour un prix du kWh inférieur à celui du charbon ou des autres combustibles fossiles comme le pétrole et le gaz. Avec les matières radioactives usagées entreposées sur le territoire de l'Hexagone, il est ainsi possible de disposer d'une réserve de combustible pour plusieurs centaines d'années au moins[8].

En résumé, NAAREA répond aux trois exigences du trilemme. L'énergie produite par ses microgénérateurs sera soit consommée par les utilisateurs locaux, soit réinjectée sur le réseau de distribution. Elle peut donc être tout à la fois complémentaire du nucléaire conventionnel et favoriser l'autonomie locale. Pour la première fois, du nucléaire compétitif et sécurisé pourra être raccordé directement et tout près du point de consommation. Pour la première fois également, une source d'énergie sera indépendante d'un réseau de transport d'énergie électrique, d'un pipeline, ou d'un point d'eau. Dans sa conception même, NAAREA supprime la question de l'acheminement et du stockage.

Ainsi se mettra en place une approche radicalement nouvelle de l'offre énergétique : l'accès à une électricité décarbonée, décentralisée, non intermittente, reposant sur l'utilisation de combustibles usagés, grâce à l'implantation de centrales de poche, c'est-à-dire très petites et implantables facilement, capables d'alimenter n'importe quelle zone géographique tout autant que les secteurs économiques et les populations non reliées à un réseau. Ni les Chinois, ni les Russes ni les Américains ne travaillent à une telle échelle.

Les domaines d'applications immédiates des microréacteurs NAAREA, outre l'évidente complémentarité avec l'énergie nucléaire conventionnelle, sont multiples. Elles concernent des activités dont toute remise en cause entraînerait de graves dommages et diminuerait considérablement le niveau de vie des populations[9].

LE CHEMIN DE L'ESPOIR

L'espoir n'est pas rejeté dans un avenir lointain. Il ne s'agit pas d'une espérance de nature utopique, ou fondée

[3] Advanced Modular Reactor.

[4] Small Modular Reactor.

[5] NAAREA compte déjà une soixantaine d'ingénieurs, développe son jumeau numérique et fonctionne sur fonds privés. L'entreprise a passé des accords avec les grands acteurs de la filière d'excellence nucléaire tels que CEA, CNRS, Orano, Framatome, Assystem, Dassault Systèmes

[6] Extra Small Modular Reactor

[7] Extra Advanced Modular Reactor

[8] Ce microréacteur est à neutrons rapides comme les projets Phénix, Superphénix et Astrid. Ce type de réacteur ne ralentit pas les neutrons éjectés après chaque fission, « brûlant » tous les noyaux lourds présents dans le combustible. Ils permettent également de « surgénérer » de la matière fertile (c'est-à-dire des noyaux lourds dont la composition neutronique interdit la fission) en matière fissile par capture de neutrons. Ensemble, ces deux caractéristiques ouvrent la voie à une utilisation du combustible à près de 98%, contre 0,7% dans les réacteurs actuels.

[9] Extraction de ressources minérales, la production d'ammoniaque, la production d'hydrogène, la propulsion navale, le dessalement d'eau de mer ou d'eaux saumâtres, la production de chaleur industrielle, l'appui aux énergies renouvelables intermittentes, l'agriculture, la santé, l'eau et l'assainissement, les bâtiments, l'accès à l'économie numérique partout, etc.

Energie : un grand espoir pour le XXIe siècle

sur des considérations abstraites, mais d'un avenir pour ainsi dire immédiat. Quelques années tout au plus, mais déterminantes.

Si elle est nécessaire, la technologie n'est toutefois pas suffisante. Il faut encore deux conditions pour qu'un basculement d'une ampleur insoupçonnée se réalise : la prise de conscience et la prise de position. Nous touchons à la première : le sentiment d'une urgence est présent. Même si peu encore imaginent le changement radical que nous allons connaître, il faut déjà s'y préparer. Il concerne notre bien-être, la sécurité, la paix.

Si la mobilisation des esprits constitue la première condition de la réussite, la prise de position est non moins importante. Elle est même décisive. Si une ferme volonté se fait jour, appuyée sur les constats auxquels nous nous sommes livrés ici, elle doit impliquer l'Europe tout entière. Dès lors qu'existent les moyens de nous libérer du trilemme évoqué plus haut, ne pas s'appliquer à les exploiter systématiquement serait une faute historique. D'autant que la France, par son savoir-faire dans le domaine nucléaire, représente un atout exceptionnel. Capitaliser sur son expérience en développant des technologies nouvelles et complémentaires du nucléaire conventionnelle constitue, pour l'Europe, une véritable chance.

Puisque la question d'une énergie abondante, abordable et responsable - ce qui signifie de l'énergie pour tous - est en passe d'être réglée, il reste, après les esprits, à mobiliser les moyens de mettre en œuvre sa production. C'est là une affaire d'investissements, à condition de prendre ce terme dans ses deux sens les plus puissants : s'y consacrer sans relâche et affecter les fonds nécessaires à la concrétisation de l'espoir. Des fonds privés européens conséquents contribuent déjà au lancement des premiers développements industriels, créant les conditions d'un puissant partenariat public-privé au service du grand espoir suscité. Si la France et l'Europe s'y adonnent, tous les autres suivront. Il serait regrettable qu'une ambition française, au service de l'Europe, se fasse damer le pion et finisse par échapper à ces territoires.

Dans le nouveau monde qui pointe, comme un soleil levant, il sera enfin possible de se concentrer sur ce qui l'emporte sur toute autre considération pour chacune et chacun des habitants de cette planète, les moyens de poursuivre le bonheur. A condition que le bon sens triomphe !

Jean-Luc Alexandre

Président Directeur général, NAAREA

Retrouvez l'ensemble de nos publications sur notre site :
www.robert-schuman.eu

Directeur de la publication : Pascale JOANNIN

LA FONDATION ROBERT SCHUMAN, créée en 1991 et reconnue d'utilité publique, est le principal centre de recherches français sur l'Europe. Elle développe des études sur l'Union européenne et ses politiques et en promeut le contenu en France, en Europe et à l'étranger. Elle provoque, enrichit et stimule le débat européen par ses recherches, ses publications et l'organisation de conférences. La Fondation est présidée par M. Jean-Dominique GIULIANI.