

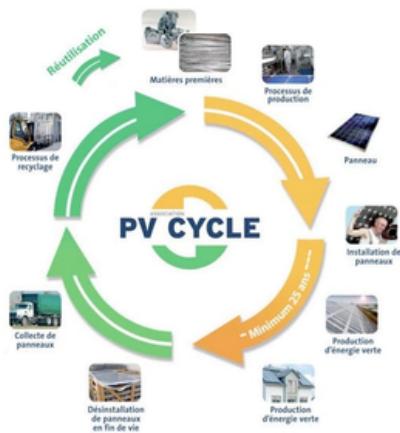
Les panneaux photovoltaïques : une énergie verte aux impacts environnementaux sous-estimés ?

Un risque est une éventualité d'un évènement qui peut causer un dommage.

Un impact est un ensemble de modifications de l'environnement engendrées par un projet.

L'énergie solaire est souvent présentée comme une solution écologique idéale pour la transition énergétique.

Toutefois, la production et la gestion des panneaux photovoltaïques soulèvent des défis environnementaux encore peu médiatisés. Si leur capacité à générer de l'électricité sans émissions directes de CO₂ est un atout indéniable, leur cycle de vie complet révèle des impacts notables sur les ressources naturelles, la pollution et la gestion des déchets.



Cycle de vie des panneaux photovoltaïques : un bilan environnemental à chaque étape

Les panneaux photovoltaïques sont souvent perçus comme une énergie propre et durable. Pourtant, leur cycle de vie complet, de la fabrication à la fin de vie, soulève des enjeux écologiques majeurs.

Une production riche en ressources naturelles

La principale composition des panneaux solaires est faite de silicium, de verre, de métaux rares (comme l'indium, le gallium et le tellure) et de plastiques. L'extraction de ces matériaux entraîne une forte empreinte écologique. Par exemple, l'exploitation des métaux rares est souvent accompagnée de la destruction d'écosystèmes locaux et de pollutions des sols et des eaux.

La fabrication des panneaux photovoltaïques est très dépendante de l'industrie chinoise, où l'électricité provient majoritairement du charbon. Selon certaines études, l'énergie grise d'un panneau solaire mettrait entre 1,5 et 4 ans à être compensée par la production d'électricité renouvelable.



La problématique d'un recyclage encore peu optimisé

La durée de vie moyenne des panneaux est de 25 à 30 ans, mais la question de leur fin de vie est un défi pour le recyclage. Actuellement, peu de pays sont en capacité totale de recycler ces équipements. Or, un panneau en fin de vie contient des matériaux potentiellement toxiques, comme le cadmium et le plomb, qui peuvent contaminer les sols et les nappes phréatiques s'ils ne sont pas traités correctement. Des initiatives commencent à se mettre en place, mais ces processus restent coûteux et nécessitent des infrastructures adaptées.

Un impact sur les écosystèmes et le paysage

L'installation importante de parcs solaires peut également avoir des conséquences sur l'environnement local. Les grandes centrales photovoltaïques nécessitent d'importantes surfaces au sol, ce qui conduit à la déforestation et la destruction de terres agricoles. Ainsi, les panneaux modifient les écosystèmes en créant des îlots de chaleur et en perturbant la faune.

Un bilan à nuancer

Malgré ces défis, l'énergie solaire reste l'une des solutions les plus prometteuses pour réduire notre dépendance aux énergies fossiles. Elle permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre et d'exploiter une ressource inépuisable : le soleil. Cependant, pour en maximiser les bénéfices, il est crucial d'améliorer les méthodes de production, de recyclage et de minimiser les impacts environnementaux liés aux grandes installations solaires. Face aux ambitions de transition énergétique, les gouvernements et les industries doivent investir dans des technologies plus durables. Une énergie réellement verte ne peut ignorer les questions écologiques qui accompagnent son développement.

Sciences & Avenir

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE : UNE ÉNERGIE "PROPRE", MAIS À QUEL PRIX ?

En 2020, M. Macron dit "Notre avenir énergétique et écologique passe par le nucléaire". En effet, le nucléaire semble être une très bonne méthode alternative pour produire de l'électricité, comparé aux méthodes plus classiques, comme le charbon ou le gaz naturel. Le nucléaire ne produit pas de gaz à effets de serre, parfait pour un pays en pleine transition écologique. Ceci est reflété par la composition de l'énergie française, plus de 85% vient de l'énergie nucléaire. Mais pourquoi seulement chanter les louanges du nucléaire et ne pas prévenir des risques liés à cette l'énergie et son impact sur nous ?

L'énergie nucléaire est souvent mise en avant comme une alternative aux énergies fossiles, car elle ne produit pas directement de CO₂. Pourtant, son impact environnemental commence bien avant la production d'électricité, dès l'extraction de l'uranium, un processus complexe et polluant, les terres mais aussi l'eau.

L'uranium, combustible essentiel des centrales nucléaires, est extrait dans des mines à ciel ouvert ou souterraines, principalement en Australie, au Canada et au Kazakhstan. Ce processus nécessite d'énormes quantités d'eau et de produits chimiques pour séparer l'uranium du minerai brut. Une fois extrait, l'uranium est transformé en une poudre concentrée appelée "yellowcake", qui doit ensuite être raffinée et enrichie avant d'être utilisée dans les réacteurs.

Mais cette extraction laisse derrière elle des montagnes de déchets radioactifs et des eaux contaminées. Dans certaines régions, ces pollutions ont déjà des effets visibles : en Chine, la région de Baotou, connue pour ses mines de terres rares utilisées dans l'industrie nucléaire, est entourée de lacs toxiques. Aux États-Unis et en Afrique, des villages proches de mines abandonnées subissent encore les conséquences de fuites radioactives, menaçant la santé des habitants et des écosystèmes.



Si l'énergie nucléaire est souvent qualifiée de "propre", elle repose donc sur un processus d'extraction destructeur et une gestion des déchets complexe. À l'heure où le nucléaire est présenté comme une solution d'avenir, il est essentiel de ne pas négliger ces réalités environnementales.

Les villages près de Baoutou ont une radioactivité mesurée de plus de 30 fois le niveau normal

D'autre part, les déchets radioactifs proviennent principalement de l'industrie électronucléaire (à environ 59% en volume) mais sont également produits dans le cadre d'autres activités : recherche (26%), défense (11%), médical (1%).

Les déchets radioactifs suivant leur durée de vie et l'intensité de leur durée de vie et l'intensité de leur radioactivité sont classés en deux catégories. Le becquerel caractérise

le nombre de désintégrations spontanées de noyaux d'atomes instables qui s'y produit par seconde. Tout d'abord ceux qui se désintègrent en moins de 3 ans ou ceux qui ne sont pas très radioactifs sont stockés dans des centres spéciaux sur terre. Cela constitue 90% des déchets radioactifs. Les déchets qui mettent plus de 3 ans à se désintégrer ou si ils sont très radioactifs sont enterrés à 500 mètres de profondeur dans des matériaux isolants comme l'argile. Cela permet de ne pas être exposées à ces radiations (alpha, bêta ou gamma) ainsi que d'éviter les risques pour les générations futures. Le stockage en profondeur des déchets avec une forte radioactivité pollue les sols parfois pendant des milliers, voire des millions d'années. Ces déchets nécessitent une gestion pour assurer leur confinement et leur isolation de l'environnement humain et naturel.

Certains de nos déchets radioactifs resteront actifs jusqu'à l'an 102025, voir beaucoup plus

L'énergie nucléaire malgré ses points positifs demeure une source d'énergie à



hauts risques. L'histoire l'a déjà prouvé deux fois avec les accidents de Tchernobyl et du Fukushima.

Tchernobyl est une erreur au conséquence immense. Le 26 avril 1986, en Ukraine, se produit la pire catastrophe nucléaire de l'histoire à la centrale de Tchernobyl. Un enchaînement d'erreurs et de problèmes a entraîné l'explosion du réacteur 4. Ceci a libéré un nuage radioactif qui s'est propagé sur une grande partie de l'Europe. Des milliers de personnes ont été exposés à des doses massives de radioactivité, provoquant des cancers, malformations, et la contamination des sols et des eaux.

Malgré les efforts pour contenir la catastrophe, l'humain n'a rien pu faire. Plus de 600 000 hommes ont été envoyés pour limiter les dégâts et cela a causé de nombreuses morts prématurées. Encore aujourd'hui la zone de Tchernobyl reste inhabitable.

A Fukushima, la nature a été plus forte que la technologie. Le 11 mars 2011, un séisme suivi d'un tsunami a détruit les systèmes de refroidissement de la centrale de Fukushima. Cela a engendré la surchauffe des réacteurs et a conduit à des explosions et à des fuites radioactives.

Face à l'ampleur du phénomène, la technologie et l'Homme sont restés impuissants. Les tentatives pour refroidir les réacteurs ont duré des semaines et des millions de litres d'eau contaminée ont dû être stockés puis rejetée dans l'océan. Aujourd'hui la région autour de Fukushima reste marquée par la radioactivité et le Japon doit encore gérer les conséquences de cet accident.

Le nucléaire ne propose donc pas que des avantages, et peut même être



plus dangereux que d'autres méthodes de production d'électricité. Mais, comme nous avons vu, ces risques peuvent être gérés, et les impacts évités. Par exemple, il y a des projets d'extraction écologique d'uranium en Namibie, le stockage de déchets nucléaire, et des systèmes pour éviter les explosions des réacteurs. Il semble que la question du nucléaire restera un débat, jusqu'à qu'on trouve une meilleure alternative.

Les risques et les impacts des énergies vertes

Dans un monde en pleine transition énergétique, l'énergie hydraulique prend de plus en plus de place dans les énergies renouvelables (hausse de 10% entre 2023 et 2024) en France. Mais quels sont les réels risques et impacts de ces énergies ?

I) Les Barrages et STEP

Il est essentiel, pour comprendre cet article, d'avoir en tête qu'un barrage est une structure construite à travers un cours d'eau. Il permet de réguler le débit et de stocker de l'eau. La force de l'eau entraîne une turbine qui fait fonctionner un alternateur : cela produit un courant électrique alternatif.

Une STEP (Station de Transfert Électrique par Pompage) est une centrale hydroélectrique. Elle adapte en temps réel la production d'électricité suivant le besoin grâce au stockage de l'électricité sous la forme d'eau.

La construction de barrages comporte plusieurs risques significatifs, tant sur le plan humain qu'environnemental. Les accidents de travail, inhérents aux chantiers, représentent un danger pour les ouvriers, tandis que la déforestation, la pollution des eaux et la modification des écosystèmes aquatiques sont des conséquences environnementales majeures.



"Le barrage de Roseland en Savoie"

En ce qui concerne la vie des populations, les ruptures de barrages peuvent avoir des conséquences dramatiques, telles que des inondations dévastatrices, comme en témoigne la catastrophe de Banqiao en Chine, où plus de 85 000 personnes ont perdu la vie et des millions de maisons ont été détruites. Ces ruptures peuvent être causées par des défauts de conception ou de fonctionnement, des événements naturels comme des séismes ou des crues.



"Hydroliennes Françaises à risques"

L'entretien des barrages présente également des risques importants. Les réparations sont souvent coûteuses et non écologiques, et peuvent compromettre l'intégrité de la structure. De plus, des défaillances dans l'entretien peuvent entraîner des accidents graves, comme des ruptures avec des centaines de victimes, à l'exemple du barrage des Trois Gorges en Chine, où plus de 100 travailleurs ont perdu la vie entre 1994 et 2009.

II) Marémotrice et hydrolienne

L'énergie marémotrice consiste à utiliser le marnage dans des zones littorales. L'objectif est de produire de l'électricité en exploitant la différence de hauteur entre deux bassins séparés par un barrage, selon la marée haute et la marée basse se succédant.

Les hydroliennes permettent de transformer l'énergie cinétique des courants marins en électricité. Ces courants marins font tourner des pales qui entraînent un générateur.

La construction d'un parc d'hydroliennes fluviales, comme celui situé à Caluire-et-Cuire, dans le Rhône près de Lyon, présente plusieurs risques. En effet, les travaux en milieu marin, notamment en raison des conditions spécifiques de l'environnement fluvial, peuvent entraîner des accidents graves. Ce parc a déjà enregistré 26 accidents, soulignant la complexité et les dangers inhérents à ce type de projet. En termes de biodiversité, les risques sont également notables : il existe des dangers de collisions entre les animaux marins et les hélices des hydroliennes, ainsi que des pollutions sonores susceptibles de perturber les mammifères marins et les poissons.

Pour l'entretien de ces installations, les risques sont similaires à ceux rencontrés lors de la phase de construction. Les travailleurs sont exposés aux mêmes dangers en raison des conditions de travail marines. De plus, l'entretien entraîne une pollution considérable, en particulier due aux engins de construction tels que les grues marines et les bouteilles d'oxygène, qui peuvent contribuer à la dégradation de l'environnement aquatique.

III) Les énergies houlomotrice et osmotique

L'énergie houlomotrice ou énergie des vagues désigne la production d'énergie électrique à partir de vagues.

L'énergie osmotique est l'énergie dégagée lors de la rencontre entre deux eaux avec des concentrations en sel différentes.



"Energie houlomotrice"

L'installation de dispositifs houlomoteurs peut entraîner la perturbation des écosystèmes marins. Les turbines et les structures bloquent les routes des animaux marins, ce qui a un impact sur leur reproduction et leur survie. Ces conséquences écologiques soulèvent plusieurs préoccupations concernant l'impact à long terme sur la biodiversité marine.

Si de tels dispositifs sont installés, ils pourront interférer avec les activités humaines telles que la pêche ou la navigation.

Par ailleurs, il existe des risques environnementaux : la pollution de l'eau avec les débris.

Une centrale osmotique peut aussi générer une pollution lumineuse et obstruer la vue d'un paysage.

La modification des habitats et de la végétation affectent également la faune aquatique. Les modifications de salinité et les rejets d'eau saumâtre de façon régulière et en quantité peuvent changer le mélange naturel d'eau de rivière et d'eau de mer.

Cependant, il est important de souligner que même si ces technologies présentent un grand potentiel, elles sont encore en phase de recherche et de démonstration à grande échelle. Les énergies houlomotrices et osmotiques sont des sources d'énergie renouvelables encore en développement, mais qui suscitent un grand intérêt en raison de leur potentiel à contribuer à la transition énergétique mondiale.

À ce jour, le rendement est très faible tandis que les coûts sont eux aussi très élevés.



"Rupture du barrage Banqiao, 1975 Chine "

En conclusion, les barrages, les stations de transfert par pompage (STEP), l'énergie marémotrice ou les hydroliennes, offrent en apparence de bonnes solutions de production d'électricité renouvelable.

Cependant, elles comportent également des risques considérables, tant sur le plan environnemental qu'humain.

La construction de ces infrastructures peut entraîner des perturbations écologiques importantes, comme la pollution des eaux et des impacts sur la faune aquatique. La gestion et l'entretien de ces installations nécessitent des investissements considérables et présentent des dangers pour les travailleurs, avec des risques de rupture, d'accidents ou de catastrophes naturelles.

Ainsi, bien que ces énergies renouvelables soient essentielles de nos jours, leur mise en œuvre exige une gestion responsable pour limiter les risques et les impacts environnementaux pour préserver l'équilibre écologique.



Energie.news

Sources:

- www.futura-sciences.com © coco, fotolia
- www.connaissance-des-energies.org
- fr.wikipedia.org
- selectra.info

Rédacteurs :
Elea Monni
Louis Meffre
Léo-Paul Carré
Mallorie Bailly

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

QUELS SONT LES RISQUES ET LES IMPACTS ?

Découvert en 1938 par Otto Hahn et Lise Meitner, la fission nucléaire a révolutionné le monde de l'énergie permettant de produire une grande quantité d'énergie tout en utilisant très peu de ressources. En France, nos 57 réacteurs nucléaires fournissent à eux seuls 65 % de notre production d'électricité faisant de nous le pays le plus dépendant de cette forme d'énergie. Au cours de cette lecture, nous vous proposons une aventure où vous découvrirez tous les risques et les impacts du nucléaire sur notre environnement.



Lors de sa construction

Les premiers impacts d'une centrale nucléaire sur l'environnement apparaissent dès la construction. Le choix du site perturbe la faune et la flore, principalement par le défrichement qui détruit la végétation et les habitats d'espèces. Pour limiter ces effets, des déplacements d'espèces sont effectués, mais l'**artificialisation des sols** reste un problème majeur, affectant les fonctions écologiques du terrain.

La construction d'une centrale repose sur des matériaux comme le béton, l'acier et l'aluminium, chacun ayant un impact environnemental. Le béton est responsable de 4 à 8 % des émissions mondiales de CO₂, et l'acier émet 1,96 tonne de CO₂ par tonne produite, ce qui contribue significativement au réchauffement climatique.

Les impacts ne se limitent pas à l'environnement, mais affectent aussi les communautés locales. Le déplacement de populations, les nuisances sonores et visuelles, ainsi que la circulation de matériel lourd perturbent les riverains. De plus, les inquiétudes concernant la sécurité, notamment en cas d'accident nucléaire, sont courantes.

Bien que la construction génère des emplois, elle peut aussi perturber l'agriculture, le tourisme et d'autres secteurs, créant des tensions économiques et sociales. Les risques liés à la construction sont également à prendre en compte. Des accidents de chantier, comme des chutes ou des erreurs de construction, peuvent entraîner des conséquences graves. Par exemple, une cuve mal assemblée pourrait entraîner un risque majeur pour les populations alentour, semblable à celui de Tchernobyl, si des normes de sécurité ne sont pas strictement respectées. Il est séparé par un procédé chimique que l'on nomme **PUREX** qui est très dangereux car il favorise la prolifération nucléaire et la contamination radioactive. Le thorium, extrait du minerai **monazite**, apparaît comme une solution possible, du moins la question soulevée reste sur le risque de libération de gaz radon dans l'atmosphère car l'élément est radioactif. Le **californium**, quant à lui, est fabriqué en laboratoire, mais sa forte radioactivité le rend étonnamment dangereux. Tous ces matériaux posent des difficultés de gestion des déchets et des dangers liés à l'utilisation.



Lors de l'extraction

L'extraction de ces éléments nucléaires est une affaire complexe qui présente des enjeux environnementaux et de santé. L'**uranium** est principalement extrait de mines souterraines ou à ciel ouvert qui génèrent des déchets radioactifs et un danger de contamination des nappes phréatiques. La chimie permet d'obtenir du « **yellowcake** » (U₃O₈) qui sera ensuite enrichi pour l'étape de **production d'énergie**. Le **plutonium** est, par son côté artificiel, produit dans les réacteurs nucléaires et appartient à un cycle d'irradiation de l'uranium 238.

Le fonctionnement

Pour comprendre les différents impacts et risques liés aux centrales nucléaires, nous allons tout d'abord nous intéresser à son fonctionnement.

L'objectif d'une centrale nucléaire est plutôt simple : faire évaporer le plus d'eau possible pour faire fonctionner un alternateur qui produira de l'électricité.

Chaque centrale est composée de 3 circuits d'eau indépendants. Le premier est celui en contact avec le cœur du réacteur. Lorsque ce dernier se met à chauffer, il chauffe cette eau qui va ensuite être amenée au contact du second circuit. Ce deuxième circuit va récupérer la chaleur du premier circuit puis s'évaporer. Cette vapeur fera tourner une **turbine** reliée à un alternateur qui produira de l'électricité. Les vapeurs sont ensuite dirigées vers un **condenseur** qui transformera ces dernières en eau liquide.

Le surplus de vapeur sera évacué dans la **tour de refroidissement** où se trouve le dernier circuit qui a pour but de **refroidir ces vapeurs** afin de limiter la **pollution thermique**.

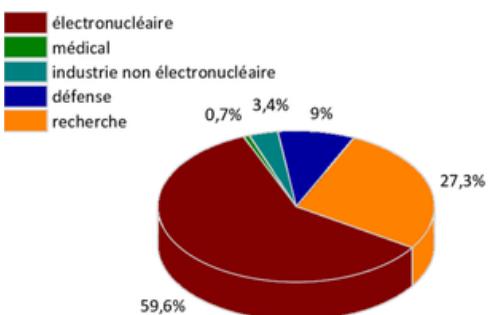
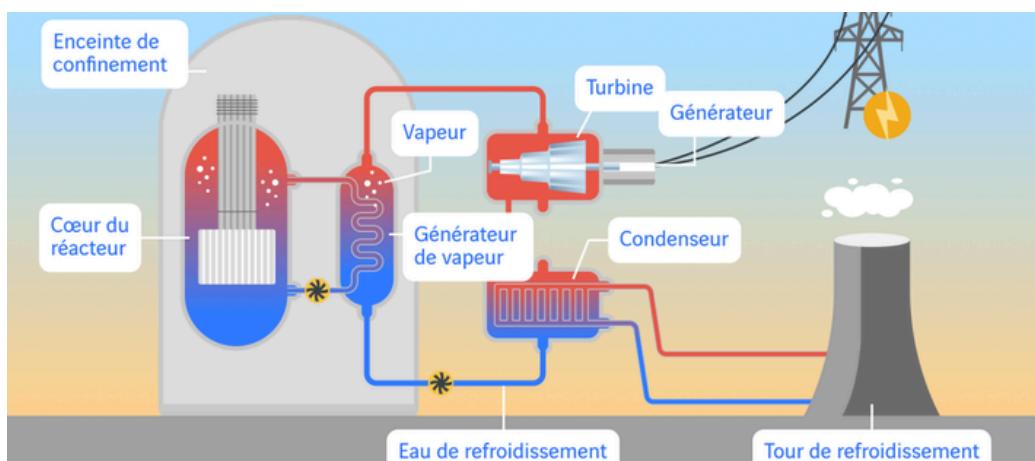
Le cœur du réacteur est quant à lui composé d'un **réactif lourd** et **instable** qui, suite au contact d'un neutron propulsé à grande vitesse, va **se scinder** en deux produits plus légers tout en libérant d'autres neutrons, créant ainsi une **réaction en chaîne**.

L'ensemble de ce processus reste contrôlé et sécurisé notamment grâce à des **barres de graphites** qui jouent le rôle de modérateur dans cette réaction en chaîne.

Les déchets à **vie longue** représentent 10 % du volume total et proviennent du traitement des combustibles usés. Une étape de séparation permet d'identifier les éléments recyclables. 95 % d'entre eux sont **réutilisés** sous forme de combustibles ou de matériaux valorisants. Les 5 % restants, dits **déchets ultimes**, ne peuvent être ni recyclés ni réutilisés. Ils sont transformés en déchets vitrifiés et stockés à La Hague. Leur radioactivité diminue sur une période supérieure à 31 ans, et certains restent actifs pendant plusieurs **siècles**, voire des **millénaires** pour les plus radioactifs.

Le 28 juin 2006, la loi-programme sur la gestion des matières et des déchets radioactifs a confirmé le principe du stockage souterrain comme solution de référence. Le projet Cigéo prévoit, à l'horizon 2027, la construction d'un stockage réversible à **500 mètres de profondeur** à Bure, dans une couche géologique stable. Par ailleurs, des recherches portent sur la transmutation nucléaire, un procédé visant à modifier la nature des éléments radioactifs pour réduire leur dangerosité et leur durée de vie. Cette technique repose sur **l'utilisation d'accélérateurs de particules** ou de réacteurs nucléaires expérimentaux.

Le stockage en profondeur est aujourd'hui la principale solution envisagée pour **la gestion des déchets à vie longue**.



Les déchets radioactifs

Les déchets radioactifs proviennent à 60 % des centrales nucléaires. Selon EDF, ils regroupent diverses matières contaminées comme des gravats, des outils, des gants, des combustibles usés ou des pièces usagées, pour lesquelles **aucune réutilisation** n'est envisagée. Ils sont issus de la production d'électricité, de la construction et du recyclage des combustibles usés.

L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) classe ces déchets en fonction de leur **durée de vie** et de leur **niveau de radioactivité**. 90 % sont des déchets à **vie courte**. Il s'agit principalement de pièces usagées, de gants ou d'outillages. Bien que nombreux, ils ne représentent que 0,01 % de la radioactivité totale. Après leur transport vers les centres de stockage de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA), ils sont confinés dans des cellules en béton. Leur radioactivité diminue de moitié en 31 ans, et ils sont considérés comme **inactifs** après **300 ans**.

Quatre principes fondamentaux encadrent la gestion des déchets radioactifs afin de limiter leur impact sur l'homme et l'environnement. La **limitation** des déchets à la source a permis de diviser par trois la quantité de déchets à vie courte depuis 1985. Un **tri sélectif** est effectué en fonction de leur niveau de radioactivité et de la durée de vie des déchets. Ces déchets sont conditionnés dans des **conteneurs** en béton, en acier ou en plomb, assurant leur confinement pour empêcher toute dispersion. Un **isolement** rigoureux est appliqué à chaque étape, du transport jusqu'au stockage final.



Alors qu'en penser ?

En somme, l'énergie nucléaire, malgré son rendement important, présente de nombreux risques pouvant aboutir à **des accidents** comme ce fut le cas à **Tchernobyl en 1986**, à **Fukushima en 2011** ou encore à **Three Mile Island** en 1979. Néanmoins, le nucléaire reste une source viable d'énergie, les innovations et les avancées scientifiques rendent cette source d'énergie de plus en plus sûre et diminuent la production de déchets radioactifs. De surcroît, de nouveaux projets tels que **le projet ITER** sont mis en place permettant de réduire la production de déchets **hautement radioactifs** à 0 grâce à la fusion nucléaire. Ainsi, **l'avenir du nucléaire** est assuré.

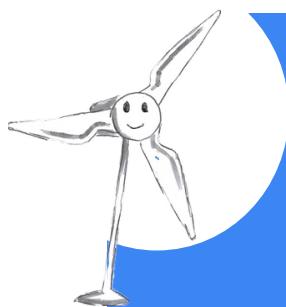
Un grand **merci** à nos lecteurs sans qui nous ne serions rien. Si ce journal vous a plu, vous risquez d'être **ébahis** par la suite. Rendez-vous la **semaine prochaine** pour un nouveau numéro du **Petit Science-éco**.

Sources :

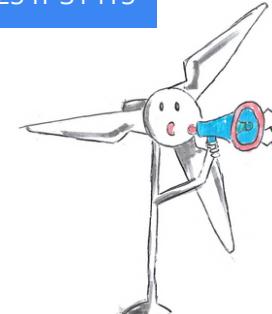
EDF ; ANDRA ; ASN ; IRSN ; Ministère des armées ; AIEA

Réalisé par :

Nahel Ahmad ; Matis BONNET ; Manon Depaepe ; Mikey Barsegian



L'éolienne, énergie de l'avenir ou problème environnemental ?



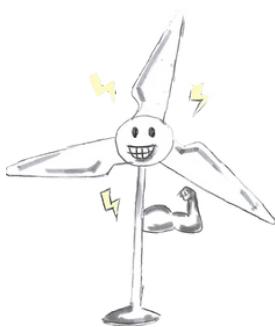
A l'heure de la transition écologique, beaucoup se demandent si les énergies vertes sont réellement viables pour l'avenir tel que les éoliennes. Une éolienne est un dispositif qui transforme l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique laquelle est la plus souvent convertie en énergie électrique. Dans cet article nous allons explorer les avantages de l'éolienne, ses défauts, ainsi que ses risques et impacts sur l'environnement.

L'énergie produite par une éolienne présente de nombreux avantages. L'énergie obtenue par une éolienne est à la fois verte et renouvelable, elle permet d'éviter de causer des émissions de carbone, cette source d'énergie est également inépuisable contrairement aux énergies fossiles. Pour l'éolienne terrestre, le taux d'émission est de 14,1 gCO₂eq/kWh et pour l'éolien en mer le taux d'émission est de 15,6 gCO₂eq/kWh contre environ 450 g pour une centrale à gaz et 1 000 g pour une centrale à charbon. Le rendement moyen d'une éolienne est situé entre 30% et 50%, au mieux il peut aller au-delà de 60% ce qui est de manière générale supérieure au rendement des centrales électriques à charbon et à gaz naturel qui varie entre 32 % et 42 %. On obtient donc un meilleur rendement pour moins de pollution. Selon la Commission de régulation de l'énergie (CRE), la production d'énergie éolienne a l'avantage de générer des recettes fiscales via les taxes dues par les exploitants des parcs éoliens. Une éolienne terrestre génère ainsi de 10 000 à 12 000 euros de recettes fiscales par an et par MW installé aux collectivités territoriales environnantes. Pour la production d'énergie renouvelable éolienne de nombreux emplois ont été créés: des bureaux d'études, aux fabricants de composants d'éoliennes, en passant par des entreprises chargées de l'assemblage, de l'installation (génie civil) et du raccordement de parcs éoliens, de l'exploitation et du démantèlement... En 2018, déjà 18 000 emplois directs et indirects sont liés à l'éolien sur le territoire français, l'utilisation de l'éolienne permet donc de créer de travail en France.

Bien que l'énergie éolienne soit incertaine quant à la régularité de production, elle fait face à des risques et des impacts environnementaux bien plus importants.

L'énergie éolienne a beau être verte, la construction d'une telle infrastructure ne l'est pas. En effet, environ la moitié de la production d'éoliennes est faite en Chine, pays connu pour avoir une industrie très polluante, concentrée principalement sur la quantité et non l'éco-responsabilité de la production. De plus, les minerais nécessaires à la création d'éoliennes sont essentiellement extraits dans des conditions peu éthiques, l'extraction du cobalt par exemple dont 64% est faite en RDC et est organisé dans des conditions dangereuses (mines illégales, travail d'enfants...). Dans ces mines les conditions écologiques ne sont également pas respectées menant à de la pollution des sols et des eaux (mercure, acide sulfurique) entraînant une destruction des écosystèmes ainsi que la dégradation de la santé des mineurs et des peuples vivant à proximité. Pour d'autres minerais nécessaires tels que les terres rares et le tungstène, celles-ci sont extraits à 84% en Chine pour le tungstène et 95% pour les terres rares. Or en Chine extraction rime avec pollution, ce qui à l'instar de la RDC détruit l'écosystème et affaiblit la santé des populations vivant autour.

Si l'extraction continue avec le même entrain, les ressources nécessaires à la production d'éoliennes s'épuisera d'ici 14 à 57 ans dans les cas les plus optimistes ce qui nous forcerait à changer de mode de production d'électricité.



Les éoliennes occasionnent des gênes pour la faune alentour, en effet les oiseaux ainsi que les chauves souris entrent en collision avec les pales provoquant désorientations, blessures voire la mort de ces animaux. De plus, celles-ci produisent des nuisances visuelles telles que des ombres mouvantes ainsi que sonores, 55db à son pied et 35db à 500 pouvant impacter la santé de la faune environnante.



Eolien offshore : un maillon fort de la transition énergétique

Pour pallier les désagréments occasionnés par les éoliennes sur la terre ferme, la pollution visuelle et sonore, les regards se tournent vers L'éolien offshore, qui semble avoir le vent en poupe. Dans le contexte de la transition énergétique, l'éolien offshore a en effet de nombreux atouts à offrir. Si son fonctionnement est identique à l'éolien terrestre, à savoir capter l'énergie du vent pour la transformer en électricité, il bénéficie des vents du large plus réguliers et plus intenses, ce qui permet un rendement plus intéressant en éliminant certains désavantages.



Le coût d' installation d'une éolienne est élevé entre 1 à 1.7M d'euros pour une éolienne de 1MWh et entretien de 40 Mille euros par an tandis que 1 MWh d'électricité au gaz coûte entre 35 et 45€ à produire et entre 20 et 25€ pour le charbon.

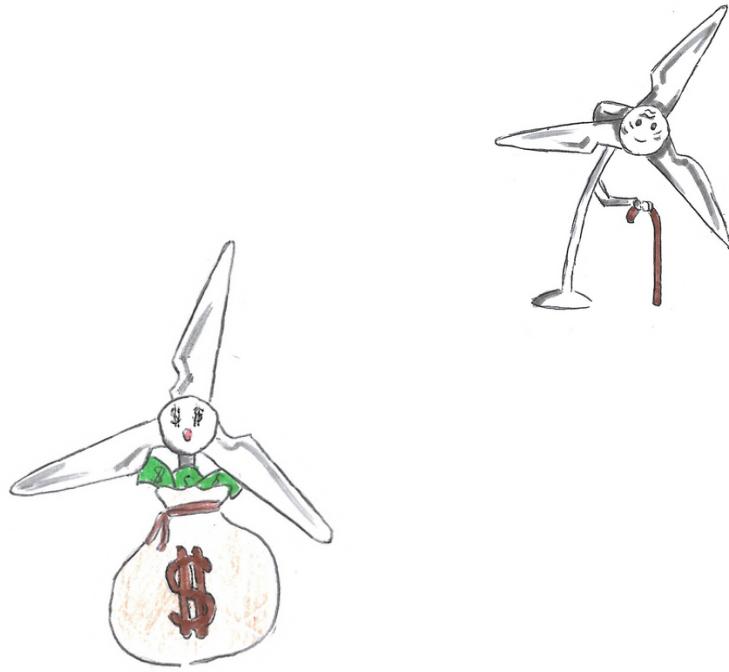
L'éolienne a une durée de vie de 15 à 25 ans, il se pose alors la question de la valorisation de celles- ci. Le recyclage des pales fait face à un gros problème, en effet celles-ci sont majoritairement composées de fibre de verre pour profiter le la légèreté. Or ce matériau n'a pas encore trouvé de circuit de revalorisation, ce qui en fait la seule partie non recyclable de l'éolienne. Les pales des éoliennes sont donc enfouies sous terre avec comme destin funeste de polluer le sol a jamais.



L'éolienne a une durée de vie de 15 à 25 ans, il se pose alors la question de la valorisation de celles- ci. Le recyclage des pales fait face à un gros problème, en effet celles-ci sont majoritairement composées de fibre de verre pour profiter le la légèreté. Or ce matériau n'a pas encore trouvé de circuit de revalorisation, ce qui en fait la seule partie non recyclable de l'éolienne. Les pales des éoliennes sont donc enfouies sous terre avec comme destin funeste de polluer le sol a jamais.

Tout au long de cet article, vous avez pu comprendre les rouages de l'énergie éolienne, cette nouvelle forme d'énergie souvent définie comme verte et sans impact sur l'environnement. Cependant, vous avez pu constater que bien qu'en façade, l'énergie éolienne semble parfaite, cette énergie verte n'est pas toute rose ! Elle comporte des risques, notamment de panne et à un impact plus considérable que ce qu'elle laisse paraître. Nous espérons qu'après avoir lu cet article, vous avez développé un regard plus critique sur les énergies et leur incidence sur l'environnement.

Cela nous invite à nous demander : Les énergies vertes sont-elles la solution pour la transition énergétique ?



Batteries, piles à hydrogène et supercondensateurs : l'épuisement des ressources, un défi majeur qui comporte des risques et des impacts

Qu'est ce que c'est ?

Les batteries, les supercondensateurs et les piles à hydrogène sont des technologies de stockage d'énergie qui jouent des rôles complémentaires : les batteries stockent l'énergie sous forme chimique pour la libérer lentement, idéales pour des usages prolongés comme les téléphones ou les voitures électriques ; les supercondensateurs emmagasinent l'énergie électrostatique et la relâchent très rapidement, ce qui les rend parfaites pour des besoins immédiats de puissance, comme dans les systèmes de freinage régénératif des véhicules ; et enfin, les piles à hydrogène génèrent de l'électricité en combinant l'hydrogène et l'oxygène, offrant ainsi une solution propre et efficace pour alimenter des véhicules ou des bâtiments.

L'essor des batteries, des piles à hydrogène et des supercondensateurs repose sur l'extraction massive de ressources naturelles. Or, ces matériaux sont en quantité illimitée sur Terre, et leur surexploitation menace l'équilibre environnemental et économique.



Le risque environnemental représente la possibilité qu'un événement, qu'il soit naturel ou causé par l'homme, ait des impacts négatifs sur l'environnement et les sociétés humaines.

L'impact environnemental est l'ensemble des changements qualitatifs, quantitatifs et fonctionnels de l'environnement engendrés par un projet, un processus, un procédé, un ou des organismes, ou un ou des produits, de sa conception à sa fin de vie.

Batteries : une demande exponentielle qui épuise les ressources



Le lithium : une ressource critique en tension

Le lithium est un élément clé des batteries rechargeables, notamment celles des véhicules électriques et des smartphones.

Sa demande a explosé ces dernières années, ce qui engendre plusieurs problèmes : Premièrement, sa concentration géographique. En effet, 85 % des réserves mondiales se trouvent en Bolivie, en Argentine et au Chili (le "Triangle du lithium"), créant une forte dépendance à ces régions. De plus si la consommation continue de croître au même rythme, les réserves exploitables pourraient être insuffisantes d'ici la fin du siècle engendrant un épuisement des stocks. Enfin, l'extraction du lithium nécessite d'énormes quantités d'eau, accélérant la désertification en Amérique du Sud.

Le cobalt, le nickel et le graphite sont des ressources sous pression : Le cobalt, indispensable aux batteries lithium-ion, est extrait à 70 % en République Démocratique du Congo, souvent dans des conditions de travail précaires.

Son épuisement est prévu à moyen terme (2050). Le nickel quant à lui est très polluant à extraire, est aussi en forte demande pour les batteries des véhicules électriques. Enfin, le graphite est essentiel pour les batteries lithium-ion, mais son extraction en Chine engendre une pollution atmosphérique importante.

"L'innovation dans les batteries est l'une des clés pour résoudre bon nombre de nos plus grands défis énergétiques." - Bill Gates

Piles à hydrogène : des métaux rares qui freinent le développement

Les piles à hydrogène utilisent des catalyseurs à base de platine et d'iridium, deux métaux extrêmement rares. Le platine, majoritairement extrait en Afrique du Sud et en Russie, est limité et très coûteux. L'iridium est encore plus rare, ce qui rend la production de piles à hydrogène difficilement scalable. L'épuisement de ces métaux freine la production massive de piles à hydrogène. Des alternatives, comme l'utilisation de nickel ou de fer, sont explorées, mais encore peu développées.

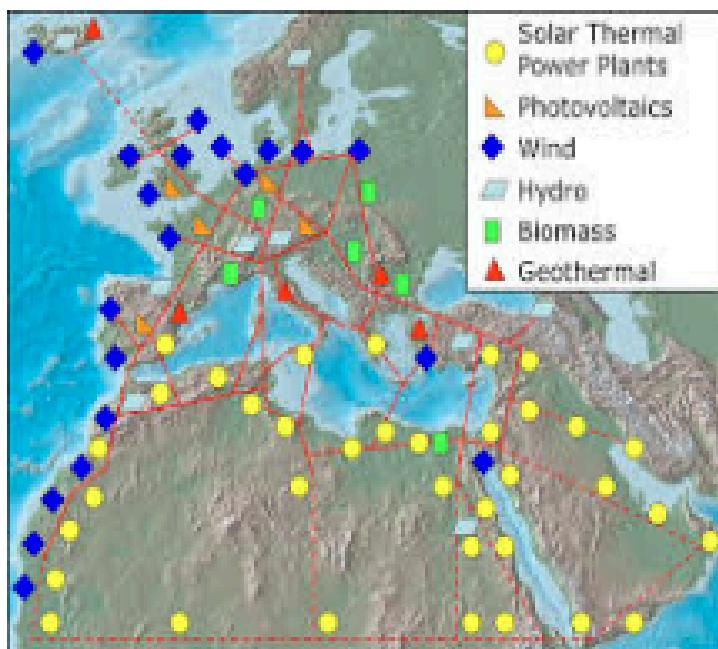


Schéma Théorique d'un réseau d'interconnexion

Supercondensateurs : une alternative prometteuse, mais dépendante du carbone

Les supercondensateurs utilisent du carbone activé et parfois du graphène, dont la production est énergivore. Le graphène, bien que prometteur, est encore difficile à produire à grande échelle. L'impact environnemental de l'extraction et du traitement des matériaux limite leur adoption. Malgré leur durée de vie élevée et leur rapidité de charge, les supercondensateurs ne stockent pas assez d'énergie pour remplacer les batteries. Leur développement nécessite donc des matériaux plus durables.

Vers quelles solutions ?

L'épuisement des ressources impose une réflexion sur de nouvelles approches :

Le recyclage et l'économie circulaire : Améliorer le recyclage des batteries pour récupérer le lithium, le cobalt et le nickel.

Le développement de nouvelles technologies : Explorer des batteries sodium-ion ou à base de fer, et des piles à hydrogène sans métaux rares.

L'optimisation des ressources : Concevoir des systèmes plus efficaces, nécessitant moins de matières premières



Thomas Moreau , Dupan
Nathan , Titouan Salot , Axel
Rebus

Risques et impacts des panneaux photovoltaïques sur l'environnement :



Risques sur l'environnement

L'énergie solaire est souvent considérée comme une solution de premier plan pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, comme toute filière industrielle, la chaîne de production et d'exploitation des panneaux photovoltaïques contient une multitude de risques environnementaux. Ces impacts s'évaluent tout au long du cycle de vie: de la phase de fabrication à la fin de vie, en passant par l'exploitation. De nos jours La majorité des panneaux photovoltaïques sont fabriqués à base de silicium cristallin, afin d'obtenir du silicium, on extrait du quartz, activité à l'origine de déforestation, d'érosion ou de perturbations d'habitats naturels. La production d'1 kilowatt-crête de panneaux en silicium cristallin émet en moyenne entre 1,5 et 2 tonnes d'équivalent CO₂.

L'utilisation intensive de produits chimiques et d'eau au cours de sa vie

Les fermes solaires au sol peuvent nécessiter plusieurs hectares de terrain: une centrale de 50 MW peut s'étendre sur plus de 80ha, selon sa configuration. Cette artificialisation du sol peut fragmenter des écosystèmes et perturber la faune locale. Des approches comme l'agrivoltaïsme (utiliser les panneaux en surplomb de cultures ou de pâturages) réduisent cet impact en maintenant une activité agricole et une certaine biodiversité sous les panneaux . Le processus de fabrication (purification du silicium, gravure des wafers, dopage, etc.) implique des solvants, acides et divers produits potentiellement nocifs s'ils ne sont pas traités correctement. Les opérations de découpe et de nettoyage requièrent également beaucoup d'eau. Dans certaines régions déjà soumises au stress hydrique, cette consommation peut accentuer les tensions sur la ressource .Sur l'ensemble du cycle de vie, on estime que le photovoltaïque émet entre 20 et 50 g CO₂/kWh produit, contre plus de 400 g CO₂/kWh pour le gaz naturel et plus de 800 g CO₂/kWh pour le charbon



Image du fleuve jaune pollué en Chine

Impacts sur l'environnement

Les panneaux photovoltaïques ont des impacts environnementaux à différentes étapes de leur cycle de vie : fabrication, utilisation et fin de vie. Fabrication avec la consommation de ressources et la pollution dû à la fabrication et l'extraction de minéraux.

L'extraction des matières premières est essentielle pour la production de panneaux. Leur extraction peut entraîner la pollution des sols et de l'eau notamment en Chine où il y'a eu de nombreux accidents ou des effluents toxiques débordent régulièrement dans le fleuve jaune. Il y a ensuite la consommation d'énergie. La purification du silicium et la fabrication des cellules photovoltaïques sont très demandeuses en énergie. Heureusement , cette énergie est compensée en quelques années d'utilisation. Les émissions de gaz à effet de serre durant la production des panneaux sont principalement liées aux procédés industriels et au transport des matériaux.

Occupation des sols : Pour avoir une centrale électrique rentable il faut une grande surface ou poser les panneaux photovoltaïques.

Pas d'émissions directes : Une fois installés, les panneaux photovoltaïques produisent de l'électricité sans émettre de polluants atmosphériques ni de CO₂



Le recyclage et la gestion des déchets

Fin de vie du panneau: le recyclage et la gestion des déchets

La durée de vie des panneaux photovoltaïques est de 25 à 30 ans en moyenne, avec une perte progressive d'efficacité.

Le recyclage permet de réutiliser environ 90 % des matériaux des panneaux.

Même s'il y a du recyclage, il reste des déchets dangereux. Bilan global:

Malgré certains impacts environnementaux, notamment lors de la fabrication, les panneaux photovoltaïques restent une solution énergétique bien plus écologique que les énergies fossiles. Leur empreinte carbone est amortie en quelques années, et les efforts en matière de recyclage et d'innovation technologique permettent d'améliorer leur durabilité.

BARRAGES HYDROLIQUES

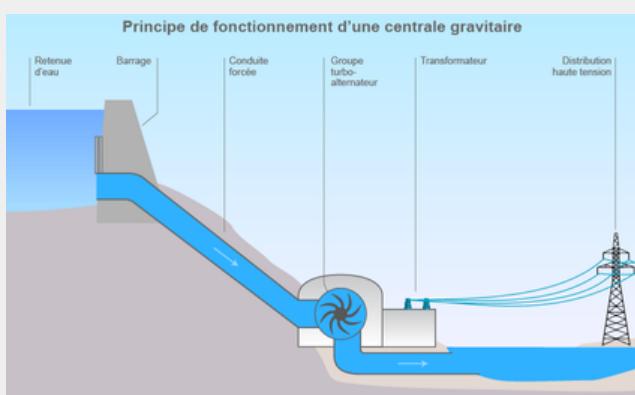
Nouvelle solution pour produire de l'électricité verte

Le barrage à hydraulique, la nouvelle solution pour produire de l'électricité verte. En effet, cette imposante structure datant des années 1920 se base essentiellement sur le débit des cours d'eau, ce qui lui permet d'émettre aucun gaz à effet de serre pendant son fonctionnement. Un barrage à hydraulique à pour but principal de produire de l'électricité grâce au détournement d'une rivière. Les prix d'une telle structure varient selon les installations : centrale de basse chute (5 m - 10kW) entre 30 000 à 90 000 €, centrale de haute chute (environ 100 m - puissance de 1kW) entre 10 000 à 23 000 €.



Un barrage hydraulique retient l'eau d'une rivière naturelle afin de créer un lac d'accumulation. La force de l'eau accumulée va entraîner une turbine, c'est-à-dire une machine tournante qui produit de l'énergie mécanique. Il peut servir à réguler le débit d'un cours d'eau et/ou à stocker de l'eau, notamment pour le contrôle des crues, l'irrigation, l'industrie, l'hydroélectricité, et la retenue d'eau potable.

Les barrages hydrauliques ont une durée de vie d'environ 50 ans, mais il est possible de les démanteler. Cela signifie que les barrages peuvent être détruits ce qui a été le cas en Espagne, en 2021 pour plus de 100 barrages.



Cependant les barrages comportent des risques. Si le barrage est mal conçu ou que les matériaux sont de mauvaise qualité, il est possible que cela entraîne des fissures menant à un effondrement. La mauvaise conception peut provoquer des fuites et fragiliser la structure, si le barrage n'est pas totalement étanche. Les glissements de terrain font aussi partie des risques avec le poids important du barrage et l'accumulation d'eau. En cas de séisme, de crue extrême ou de défaillance technique, une rupture peut causer une inondation catastrophique en aval.

Pendant la construction il peut y avoir des risques tel que des crues imprévues, c'est-à-dire une montée soudaine des eaux qui peut submerger les canaux de dérivation et inonder le chantier.

Le 23 juillet 2018, au Laos, la rupture d'un barrage hydroélectrique en construction, à libère cinq milliards de mètre cubes d'eau. Ce qui a causé des centaines de disparus et la mort de plusieurs personnes.

De plus, en 2009, lors de la construction du barrage des Trois Gorges, en Chine, plus de un million de personnes ont été déplacées et des milliers d'hectares de terres agricoles ont été inondées. À ce jour, on compte plus de 150 ruptures de barrages faisant près de 20 000 victimes



Les barrages hydrauliques, malgré leur production d'électricité verte, ont un impact important sur l'environnement. Les travaux pour ces infrastructures entraînent la perte de nombreux habitats naturels et détruisent la vie terrestre. Les espèces fluviales sont très touchées. Les détournements de cours d'eau perturbent leur cycle de vie, comme leurs migrations. La pollution de l'eau entraîne une modification du milieu de vie de toute la faune, qui manque d'oxygène. A l'inverse, lorsque l'on lâche brutalement de l'eau du haut du barrage, elle s'enrichit beaucoup en oxygène et contient des microbulles d'air qui provoquent des embolies (obstructions des vaisseaux sanguins) gazeuses chez les poissons. La flore locale est aussi perturbée par la modification du lit des cours d'eau puisque cette modification entraîne une érosion excessive des berges et affaiblit les sols environnants. Enfin, dans les zones où les maladies hydriques tropicales sont endémiques, la construction de nouveaux réservoirs peut augmenter les risques en termes de santé. En effet, le stockage de l'eau, les phénomènes de concentration en éléments nutritifs, en polluants (NH_4 , nitrates...) favorisent le développement de bactéries, de virus, de protozoaires et de vers parasites.



Vers la fin des éoliennes ?

PRESENTED BY

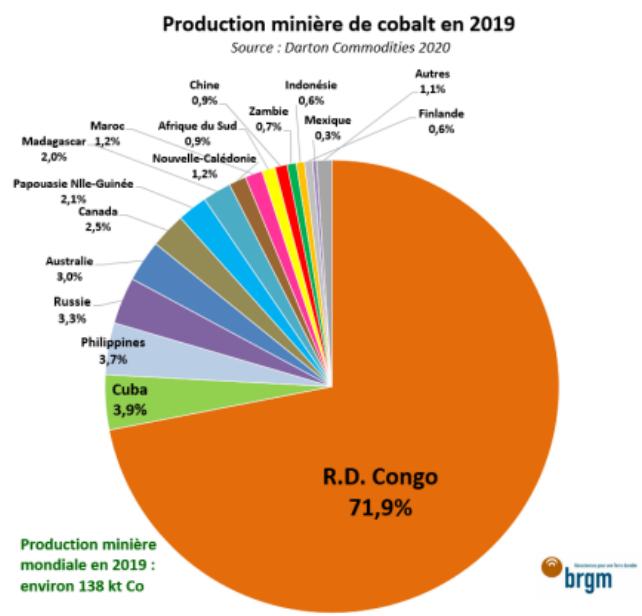
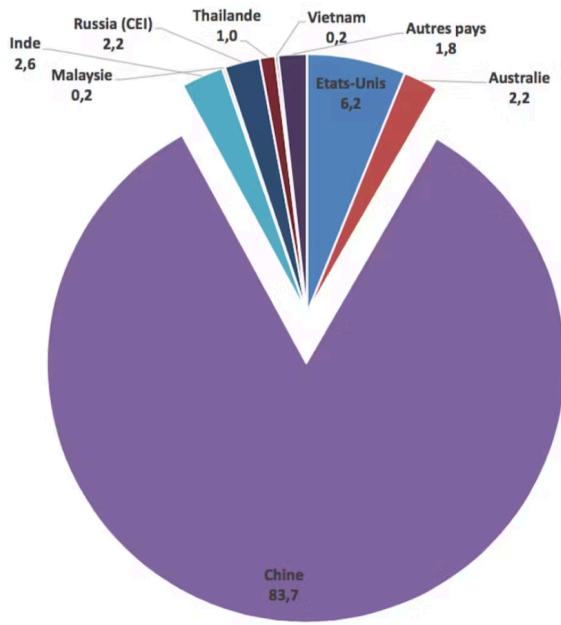
Rémi Clauzier Valentin Droux Alexandre Augagneur

Des limites préoccupantes.

Les éoliennes ne s'installent pas là où il y a du vent, mais là où il y a des subventions.

Christian Gerondeau

Les matériaux très peu made in france



Une rentabilité trop faible comparé à d'autres énergies vertes

Une éolienne pouvant coûter jusqu'à 5 millions d'euros, son prix n'est amortissable que sur plusieurs dizaines d'années, sans pour autant générer une quantité d'énergie attendue.

L'ÉCOLOGIE DE DEMAIN

● Ecologie

● Nature

● Technologie

● Monde

27 Mars 2025

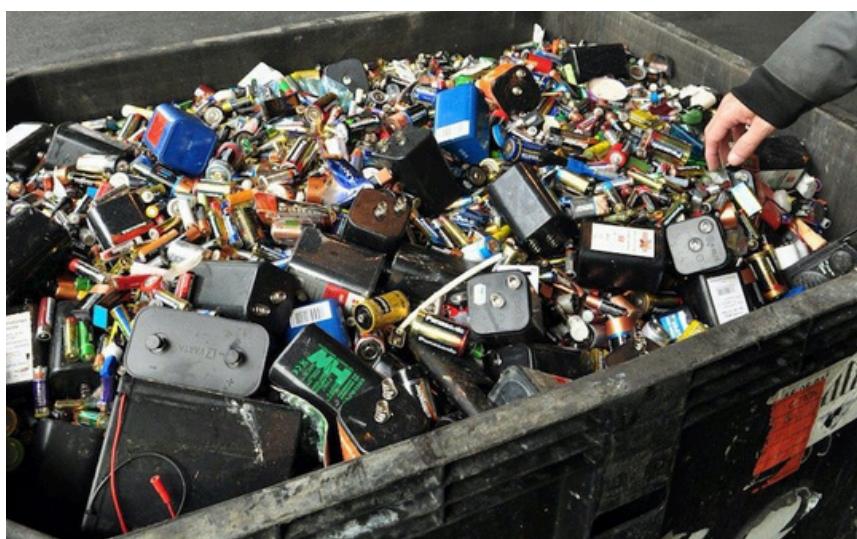
BATTERIES, PILES À HYDROGÈNE ET SUPERCONDENSATEURS : L'ÉPUISEMENT DES RESSOURCES, UN DÉFI MAJEUR

Les batteries, les supercondensateurs et les piles à hydrogène sont des technologies de stockage d'énergie qui jouent des rôles complémentaires : les batteries stockent l'énergie sous forme chimique pour la libérer lentement, idéales pour des usages prolongés comme les téléphones ou les voitures électriques ; les supercondensateurs emmagasinent l'énergie électrostatique et la relâchent très rapidement, ce qui les rend parfaits pour des besoins immédiats de puissance, comme dans les systèmes de freinage régénératif des véhicules ; et enfin, les piles à hydrogène génèrent de l'électricité en combinant l'hydrogène et l'oxygène, offrant ainsi une solution propre et efficace pour alimenter des véhicules ou des bâtiments.

Le risque environnemental représente la possibilité qu'un événement, qu'il soit naturel ou causé par l'homme, ait des impacts négatifs sur l'environnement et les sociétés humaines..

L'impact environnemental est l'ensemble des changements qualitatifs, quantitatifs et fonctionnels de l'environnement engendrés par un projet, un processus, un procédé, un ou des organismes, ou un ou des produits, de sa conception à sa fin de vie.

L'essor des batteries, des piles à hydrogène et des supercondensateurs repose sur l'extraction massive de ressources naturelles. Or, ces matériaux sont en quantité limitée sur Terre, et leur surexploitation **menace** l'équilibre environnemental et économique.



Batteries : une demande exponentielle qui épouse les ressources

Le lithium : une ressource critique en tension
Le lithium est un élément clé des batteries rechargeables, notamment celles des véhicules électriques et des smartphones. Sa demande a explosé ces dernières années, ce qui engendre plusieurs problèmes :

Premièrement, sa concentration géographique. En effet, 85 % des réserves mondiales se trouvent en Bolivie, en Argentine et au Chili (le "Triangle du lithium"), créant une forte dépendance à ces régions. De plus si la consommation continue de croître au même rythme, les réserves exploitables pourraient être insuffisantes d'ici la fin du siècle engendrant un épuisement des stocks. Enfin, l'extraction du lithium nécessite d'énormes quantités d'eau, accélérant la désertification en Amérique du Sud.



Le cobalt, le nickel et le graphite sont des ressources sous pression : Le cobalt, indispensable aux batteries lithium-ion, est extrait à 70 % en République Démocratique du Congo, souvent dans des conditions de travail précaires. Son épuisement est prévu à moyen terme (2050). Le nickel quant à lui est très polluant à extraire, est aussi en forte demande pour les batteries des véhicules électriques. Enfin, le graphite est essentiel pour les batteries lithium-ion, mais son extraction en Chine engendre une pollution atmosphérique importante.

Piles à hydrogène : des métaux rares qui freinent le développement

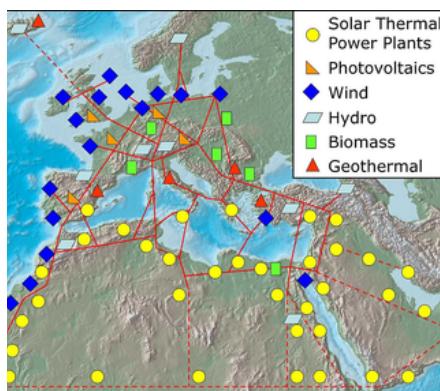
Les piles à hydrogène utilisent des catalyseurs à base de platine et d'iridium, deux métaux extrêmement rares. Le platine, majoritairement extrait en Afrique du Sud et en Russie, est limité et très coûteux. L'iridium est encore plus rare, ce qui rend la production de piles à hydrogène difficilement scalable. L'épuisement de ces métaux freine la production massive de piles à hydrogène. Des alternatives, comme l'utilisation de nickel ou de fer, sont explorées, mais encore peu développées.



Supercondensateurs : une alternative prometteuse, mais dépendante du carbone

Les supercondensateurs utilisent du carbone activé et parfois du graphène, dont la production est énergivore. Le graphène, bien que prometteur, est encore difficile à produire à grande échelle. L'impact environnemental de l'extraction et du traitement des matériaux limite leur adoption.

Malgré leur durée de vie élevée et leur rapidité de charge, les supercondensateurs ne stockent pas assez d'énergie pour remplacer les batteries. Leur développement nécessite donc des matériaux plus durables.



Vers quelles solutions ?

L'épuisement des ressources impose une réflexion sur de nouvelles approches :

Le recyclage et l'économie circulaire : Améliorer le recyclage des batteries pour récupérer le lithium, le cobalt et le nickel.

Le développement de nouvelles technologies : Explorer des batteries sodium-ion ou à base de fer, et des piles à hydrogène sans métaux rares.

L'optimisation des ressources : Concevoir des systèmes plus efficaces, nécessitant moins de matières premières.

Sans une gestion plus durable des ressources, la transition énergétique pourrait être freinée par la raréfaction des matériaux critiques.

"L'innovation dans les batteries est l'une des clés pour résoudre bon nombre de nos plus grands défis énergétiques."