

**EXPLORONS
LES POSSIBLES**

Pour une **Transition Énergétique
Soutenable et Économique**

REVUE DE PRESSE i-tésé

**LE REGARD DES ÉQUIPES DE L'INSTITUT DE RECHERCHE EN ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE DU CEA
SUR L'ACTUALITÉ DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE**

NOVEMBRE 2024

Avertissement : La description d'une actualité, d'un rapport ou d'une étude scientifique dans ce document ne présume en rien de l'opinion du CEA sur ses conclusions et n'engage pas la politique d'orientation et les recherches de l'institut I-Tésé. Par ailleurs, cette revue de presse ne se veut en aucun cas exhaustive.

SOMMAIRE

p2	Sobriété
p2	Numérique
p3	Ressources
p3	Charbon
p3	Gaz
p4	Marché et électricité
p4	Énergies renouvelables
p4	Consommation électrique
p4	Géopolitique
p5	Mobilité
p5	Hydrogène
p5	Batteries
p6	Chaleur
p6	Cycle du carbone
p6	Nucléaire
p7	Notre focus du mois: Les scénarios énergétiques

SOBRIÉTÉ



Synthèse d'articles

Dans une étude publiée dans la revue *Consumption and Society* ([voir l'article](#)), des chercheurs français et allemands montrent que les motivations qui sous-tendent l'adoption de pratiques axées sur la sobriété sont diverses (enquêtes et entretiens réalisés au Danemark, en Allemagne, en Italie et en Lettonie). Le désir d'appartenir à une communauté, de renforcer les liens sociaux, d'accéder à des options plus saines et d'apprendre de nouvelles choses sont mis en avant comme facteurs d'amélioration du bien-être et de la qualité de vie. Les économies effectuées sur certaines dépenses ainsi que le temps disponible sont également décisifs pour adopter des pratiques plus sobres. Dans la plupart des cas étudiés, les femmes sont plus nombreuses que les hommes à s'engager dans des initiatives de sobriété.

Cette question du genre est également à prendre en compte pour réfléchir aux conséquences de certaines mesures de sobriété. Par exemple, l'extinction de l'éclairage public dans certaines communes lors de la crise énergétique de l'hiver 2022-2023 a mis en lumière le problème de l'insécurité ressentie, notamment de la part de la population féminine ([voir l'article de France 3](#)).

Dans une étude basée sur une enquête démographique représentative de la population adulte en Allemagne, des chercheurs font la distinction entre précarité et sobriété choisie et étudient l'influence de chacune de ces notions sur l'empreinte carbone ([voir l'étude parue dans la revue Energy Policy](#)). Ils notent que le chauffage des locaux et l'eau sont les deux secteurs dont l'empreinte reste stable malgré un mode de vie plus sobre. En revanche, un niveau de vie plus faible implique une empreinte carbone du transport plus importante.

En France, une étude basée sur une enquête auprès de ménages et parue dans la revue *Buildings & Cities* ([voir l'article](#)) a identifié 4 grands modes de consommation en relation avec la sobriété en France métropolitaine, classés en fonction du niveau de vie et de l'adoption ou non d'un « écocomportement ». Elle montre une réticence générale des individus à fixer des limites à leurs niveaux de consommation. Dans la mesure où l'urbanisme et les bâtiments sont des leviers importants pour la mise en place de modes de consommation durables, les villes elles-mêmes peuvent fournir les conditions de limites supérieures à la consommation.

Par ailleurs, la sobriété est bien souvent subie et associée à de la précarité énergétique donc à un niveau de confort et de bien-être insuffisants. Le médiateur national de l'énergie a publié le 04/11/24 les résultats de son baromètre annuel. Cette enquête, menée en septembre 2024 par l'institut BECOMING auprès de plus de 2 000 foyers en France, montre que la précarité énergétique est toujours forte mais qu'elle est un peu moins présente dans les esprits ([voir les résultats](#)), sans toutefois en expliquer les raisons. Les efforts pour une consommation d'énergie plus vertueuse pour l'environnement se tassent : les baisses de consommation d'énergie restent motivées par l'aspect financier.

ÉNERGIE ET NUMÉRIQUE

Synthèse d'articles

De plus en plus de travaux de recherche s'intéressent à la consommation en énergie du numérique, et plus particulièrement des centres de données et de l'Intelligence Artificielle (IA). En France, l'Ademe a publié en novembre un [avis d'expert](#) dans lequel, il est souligné que « l'arrivée d'un data center sur un territoire a des impacts forts en captant une grande quantité d'électricité et plus modestement des ressources en eau. (...) Les perspectives montrent une augmentation très rapide de la consommation électrique due aux data centers à moyen terme qui pourrait représenter 6 % de la consommation d'électricité en France en 2050 ». L'Ademe indique que « des gains d'efficacité énergétique de plus de 50 % sont atteignables dès aujourd'hui en agissant sur les serveurs, le refroidissement et les alimentations de secours en priorité.

L'Ademe a également publié un rapport intermédiaire sur le projet [IT4Green d'évaluation environnementale des effets directs et indirects du numérique pour des cas d'usage](#). Ce rapport vise à étudier 30 solutions numériques présentées comme participant aux objectifs de transitions environnementales de la France dans six secteurs d'activités distincts. Selon les auteurs, « ces différents apports de solutions numériques sont plus ou moins directs dans le sens où la responsabilité de la solution numérique dans les gains environnementaux est discutable. » Par ailleurs « la plupart des solutions analysées sont également source de potentiels effets indirects qui doivent être mentionnés ». Enfin, « Il convient ainsi de s'interroger systématiquement sur la pertinence de son déploiement par rapport à d'autres solutions potentielles, mais aussi sur la pertinence de la solution dans le temps. ».

En Europe, [une étude de la société Independent Commodity Intelligence Services \(ICIS\)](#), indique que l'essor rapide des centres de données au cours des dernières années a commencé à avoir un impact notable sur les marchés européens de l'électricité. ICIS calcule qu'en 2024, la demande des centres de données représentera 96 TWh, soit 3,1% de la demande totale d'électricité en Europe et atteindra 236 TWh, soit 5,7 % de la demande totale d'électricité en Europe en 2035. L'Allemagne, la France et la Grande-Bretagne, devraient connaître les niveaux les plus élevés de demande d'électricité pour les centres de données au cours des dix prochaines années, en raison d'une combinaison de facteurs tels que la démographie, les niveaux de demande totale d'électricité, la disponibilité des énergies renouvelables, les avancées en termes de numérisation et la croissance du PIB.

Dans le monde, selon [une analyse du cabinet Deloitte Global](#), la consommation mondiale d'électricité par les centres de données est estimée à plus de 380 térawattheures (TWh) en 2023, ce qui représente environ 1,4 % de la consommation mondiale d'électricité ; elle devrait presque tripler au cours de la prochaine décennie, pour atteindre environ 1 000 TWh d'ici 2030 (~ 3 % de la consommation mondiale d'électricité), et jusqu'à 2 000 TWh d'ici 2050. Le principal moteur de leur croissance a été (et restera) l'IA. Des inquiétudes ont été exprimées quant au ralentissement probable des améliorations en matière d'efficacité énergétique au fil du temps. Si ces améliorations devaient s'estomper d'ici à 2030, la demande croissante en matière d'IA pourrait pousser la demande d'électricité des centres de données au-delà de 3 500 TWh à long terme. À l'inverse, une adoption plus lente de l'IA entrainerait une croissance plus modérée de la consommation d'électricité (1 700 TWh d'ici à 2050).

La consommation énergétique des centres de données et plus largement du numérique peut donc potentiellement être un risque pour les réseaux d'électricité, et des craintes commencent à émerger à ce sujet. Les régulateurs américains de l'énergie ont rejeté un accord d'interconnexion modifié pour un centre de données d'Amazon connecté directement à une centrale nucléaire en Pennsylvanie. Les membres de la Commission fédérale de régulation de l'énergie ont déclaré que l'accord visant à augmenter la capacité du centre de données situé sur le site d'une centrale nucléaire pourrait entraîner une augmentation des factures d'électricité pour les ménages et nuire à la fiabilité du réseau ([voir l'article de Reuters](#)). La Russie a interdit le minage de crypto-monnaies dans plusieurs régions de Sibérie pour éviter les pénuries d'électricité pendant l'hiver et l'a restreint dans les zones de l'Ukraine qu'elle a déclarées annexées. ([voir l'article de Reuters](#)). En Thaïlande, les autorités ont démantelé neuf fermes illégales de minage de Bitcoin, accusées d'avoir détourné plus de 270 000 euros d'électricité. Deux suspects ont été arrêtés pour fraude énergétique massive ([voir l'article de Energynews](#)).



RESSOURCES

Empreinte matérielle du numérique

Etude de l'ADEME et article dans Nature Computational Science

L'Ademe a publié une [étude sur les impacts environnementaux du numérique et ses besoins en métaux](#). Dans cette étude, dont le périmètre est constitué de 20 équipements numériques, sont présentées des fiches métaux comprenant entre autres les scores de criticité pour la France, une cartographie de leur chaîne de valeur, l'historique des prix et les pratiques de recyclage. D'après les auteurs, le nombre d'équipements devrait augmenter considérablement d'ici à 2050 dans un scénario tendanciel, tiré par le développement des appareils connectés et des mondes virtuels. En aval de la chaîne de valeur, le devenir des métaux, une fois collectés, est incertain : pour la moitié d'entre eux, l'étude montre qu'il n'existe pas de filière de recyclage à échelle industrielle en France et dans l'UE, en particulier du fait de l'absence de demande justifiant l'opération de recyclage. Lorsqu'elles existent, il n'y a aucune preuve que les métaux recyclés soient réincorporés dans de nouveaux équipements numériques.

Enfin, les implications de l'IA générative (IAG) en matière de déchets électroniques et ses stratégies de gestion restent sous-explorées. Dans [un article paru dans Nature Computational Science](#), des chercheurs ont étudié les moyens de gérer les déchets électroniques générés par l'IAG. Leurs résultats indiquent que ce flux de déchets électroniques pourrait augmenter, atteignant potentiellement une accumulation totale de 1,2 à 5 millions de tonnes entre 2020 et 2030, dans différents contextes de développement des IAG dans le monde. Ce phénomène pourrait s'intensifier dans le contexte des restrictions géopolitiques sur les importations de semi-conducteurs et de la rotation rapide des serveurs en vue de réduire les coûts d'exploitation. Parallèlement, ils montrent que la mise en œuvre de stratégies d'économie circulaire tout au long de la chaîne de valeur pourrait réduire la production de déchets électroniques de 16 à 86 %.

Offre de nickel

Article dans Joule

Dans cette étude, des chercheurs américains et suédois examinent le cas du nickel, élément essentiel de certaines batteries de véhicules électriques et de pièces pour panneaux solaires et turbines éoliennes. Les auteurs identifient que « l'extraction du nickel est une activité à forte intensité foncière, qui entraîne la déforestation, le déplacement de communautés et la contamination potentielle des sols et des ressources en eau par les déchets miniers ». Selon eux, pour lutter contre ces conséquences néfastes, des mesures sur la demande doivent être prises en privilégiant le nickel sourcé de façon responsable. Côté offre, des politiques et des lois de contrôle doivent émerger (voir [l'article académique](#) et [l'article du MIT News](#)).

**Platine**

Rapports du World Platinum Investment Council et de l'AIE

Dans leur rapport sur le troisième trimestre 2024, le World Platinum Investment Council (WPIC) montre un fort déficit sur le marché du platine (682 milliers d'onces en 2024), matériau nécessaire dans le domaine automobile, mais aussi pour les piles à combustibles pour l'hydrogène. L'offre reste ainsi fortement limitée malgré les améliorations du recyclage, la demande dans le secteur automobile devant atteindre son niveau le plus élevé en huit ans, soit 3 245 milliers d'onces, en 2025 (voir [le rapport du WPIC](#) et [l'article de RFI](#)). Selon le développement des technologies d'électrolyseurs pour la production d'hydrogène, la demande en platine pourrait également fortement augmenter (voir [le rapport de l'AIE](#)).

Le recyclage de métaux

Rapport du cabinet de conseil OliverWyman et rapport de l'AIE

Dans [un rapport](#) du cabinet de conseil Oliver Wyman, les auteurs notent que la France est le plus gros exportateur net de déchets métalliques d'Europe. En 2021, six millions de tonnes ont été recyclées en Belgique, en Allemagne ou en Italie, pays importateurs nets de déchets. Concernant le cuivre, le « métal des transitions », le constat est instructif : si l'industrie française en consomme 257 kilotonnes par an (ktpa), elle en collecte près de 218 ktpa, mais n'en recycle que 66 ktpa. Les auteurs avancent qu'une industrie du recyclage devrait s'organiser pour capter cette valeur et devenir un atout industriel pour la France. A noter qu'à ce jour, seule l'usine de Nexans et Suez à Lens recycle du cuivre. Cette usine devrait s'agrandir d'ici à 2026 pour augmenter sa production de 50%. C'est alors 80 ktpa de cuivre qui pourraient être recyclés (voir [l'article de Connaissance des énergies](#)).

Le premier rapport de l'AIE sur le sujet du recyclage des matériaux critiques a été publié mi-novembre. Les auteurs constatent également au niveau mondial que l'utilisation de matériaux recyclés n'a pas encore réussi à suivre le rythme de l'augmentation de la consommation de matériaux, avec une très forte disparité entre les pays au PIB élevé et ceux au PIB faible. Ils notent une vague de nouvelles politiques et réglementations (plus de 30 nouvelles mesures politiques liées au recyclage des minéraux critiques ont été introduites depuis 2022) et insistent sur l'importance de politiques claires et de long-terme (voir [l'article de l'AIE](#)).

Land-use competition in 1.5°C climate stabilization: is there enough land for all potential needs?

Article de Frontiers in Environmental Science

D'après cette étude conjointe MIT/SHELL, avec des politiques réglementaires appropriées et des changements radicaux dans les pratiques actuelles, les terres mondiales sont suffisantes pour assurer une consommation accrue de nourriture par habitant au cours du siècle, tout en utilisant 2,5 à 3,5 milliards d'hectares (Gha) de terres pour des « solutions fondées sur la nature » (nature-based solutions, NBS) qui fournissent un puits de carbone de 3 à 6 gigatonnes (Gt) de CO₂ par an, ainsi que 0,4 à 0,6 Gha de terres pour la production d'énergie - 0,2 à 0,3 Gha pour 50 à 65 exajoules (EJ) par an de bioénergie et 0,2 à 0,35 Gha pour 300 à 600 EJ/an de production d'énergie éolienne et solaire.

ÉNERGIES FOSSILES

Charbon

Synthèse d'articles

Lors de la 29e Conférence des Parties (COP29) en Azerbaïdjan, 25 pays principalement industrialisés (dont la France, l'Allemagne, le Royaume-Uni et l'Australie) ont pris la décision de stopper toute construction de nouvelles centrales à charbon ([voir l'article de l'energeek](#)). Les États signataires ont convenu qu'ils n'installeraient aucune nouvelle centrale au charbon.

Cependant, cet engagement ne concerne pas directement la production ou la commercialisation de charbon, soulignant une approche pragmatique face aux réalités économiques. En France, alors même que le pays produisait suffisamment d'électricité pour subvenir à ses besoins, la centrale à charbon de Saint-Avold, en Moselle, a repris du service le 12 novembre ([voir l'article de La Tribune](#)). Selon l'article de La Tribune, la hausse des prix sur les marchés a incité son opérateur, GazelEnergie, à la redémarrer.

Gaz

Etude de Beyond Fossil Fuels

Une [étude de l'ONG Beyond Fossil Fuels](#) indique que le gaz fossile a produit 24 % de l'électricité en Europe en 2023. L'Italie, l'Allemagne et le Royaume-Uni disposent des plus grandes capacités gazières installées et prévues en Europe (152 GW au total) et produisent le plus d'électricité à partir du gaz (294 TWh au total) en Europe. Ces trois pays prévoient d'ajouter 40,5 GW de capacité de production de gaz, ce qui, s'ils sont construits, représenterait une augmentation de 36 % par rapport à leur capacité installée actuelle.

Selon l'ONG, « ces projets de construction de nouvelles capacités gazières compromettent gravement la crédibilité de leur ambition de décarboner leur secteur de l'électricité ».

MARCHÉ DE L'ÉLECTRICITÉ

EnR et volatilité des prix de l'électricité

Synthèse d'articles

L'Agence européenne pour la coopération des régulateurs de l'énergie (ACER) a publié le 14/11 son [rapport sur le fonctionnement des marchés de gros européen](#). En particulier, les auteurs montrent les enjeux induits par la croissance des capacités renouvelables. A certaines heures, du fait d'une offre surabondante et d'une demande faible, des épisodes de prix très bas – plus de 7000 heures de prix très faibles en 2023, contre environ 1400 heures en 2019 - voire négatifs apparaissent de plus en plus fréquemment. La flexibilité encore trop faible accentue ce phénomène. Pour l'ACER, il faut ainsi remédier aux retards persistants dans la mise en œuvre des méthodologies qui définissent les opérations de marché, mais aussi accroître la participation des gestionnaires de réseau de transport aux plateformes d'équilibrage.

Les heures à prix négatifs en France ont atteint 235 heures au premier semestre 2024 (soit 5,4 % du temps) contre pas plus de 102 heures par an jusqu'en 2022 (1,2 %). La Commission de régulation de l'énergie (CRE) a publié le 26/11 une [analyse](#) et des recommandations sur ce phénomène. Elle constate notamment que certaines occurrences de prix négatifs sont la conséquence d'une utilisation sous-optimale du parc de production installé, du fait notamment de modalités particulières de certains dispositifs de soutien aux énergies renouvelables. Les installations soutenues par le dispositif d'obligation d'achat en particulier bénéficient d'un tarif fixe quels que soient les prix de marché. Dans ces situations, les heures à prix négatifs engendrent une perte économique pour la collectivité (voir [l'article d'energynews](#)).

Tarifs réglementés de vente de l'électricité (TRVE)

Rapport de la CRE et de l'Autorité de la concurrence

Dans son [rapport](#) du 19/11, la CRE souligne le rôle majeur des TRVE au bénéfice des consommateurs et invite à maintenir ce dispositif pour les cinq prochaines années (voir [l'article de Connaissance des énergies](#)). Au regard du droit européen, les TRVE constituent une intervention publique dans la fixation des prix, qui devrait selon la directive n° 2019/944 de l'UE être transitoire ou limitée aux clients résidentiels vulnérables ou en situation de précarité énergétique. Dans cette logique, l'Autorité de la concurrence a quant à elle publié le 12 /11 son [rapport d'évaluation](#) dans lequel elle constate que le dispositif des TRVE crée de nombreuses distorsions du point de vue de la concurrence et n'incite pas les consommateurs à une plus grande sobriété énergétique. Pour l'Autorité de la concurrence, la fin de l'ARENH fin 2025 pourrait être l'occasion de revoir l'organisation des marchés de l'électricité en France. Elle recommande ainsi « de préparer de manière concrète la suppression des TRVE, sans renoncer aux objectifs de politique publique qui leur sont attribués mais en affectant à ceux-ci des instruments mieux ciblés » (voir [l'article de France Info](#)).

ÉNERGIES RENOUVELABLES

Rapprocher les consommateurs des énergies renouvelables

Synthèse d'actualités

Un fournisseur français d'électricité verte a lancé une offre pour les habitants vivant à proximité des éoliennes situées à Joué-sur-Erdre en Loire-Atlantique. Lorsque ces dernières fonctionnent, l'objectif est de faire bénéficier à ces habitants d'une réduction de leur facture d'électricité (voir [l'article de Révolution Énergétique](#)).

Le Collectif Paysages de l'après-pétrole et ses partenaires ont lancé l'outil ETAPE Paysage. Il s'agit d'un atelier dont l'objectif est d'aider à imaginer collectivement des projets énergétiques adaptés à chaque paysage, dans une démarche paysagère (voir [l'article d'Actu-environnement](#)).

Flexibilité électrique

Projet ELFE

L'association Énergies citoyennes en Pays de Vilaine a publié le 15/11 les résultats du projet Elfe (Expérimentons Localement la Flexibilité Énergétique) mené pendant 3 ans. L'objectif était d'évaluer la capacité de flexibilité électrique à partir d'un échantillon d'usagers - 106 sites de consommation, dont 95 foyers et 11 structures professionnelles -. Comme souligné dans leur rapport final, « le projet semble montrer la possibilité de mise en œuvre de la flexibilité électrique au niveau résidentiel au-delà du pilotage des appareils passifs » (voir [l'article d'actu.fr](#) et [le site internet du projet](#)).

CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

Les prévisions d'évolution de la consommation d'électricité

Etude de RTE et article de Montel News

Dans les Perspectives pour le système électrique pour l'hiver 2024-2025 publiées le 13/11, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français RTE constate notamment que « la consommation d'électricité a cessé de diminuer ; elle semble avoir atteint un palier à partir duquel elle s'infléchirait progressivement à la hausse au cours des prochaines années » (voir [l'étude de RTE](#)).

Dans le même sens, le responsable pôle client d'EDF prévoit une hausse de la demande en électricité de 150 TWh en 2035 par rapport à 2023 (soit une augmentation d'un tiers par rapport à la situation actuelle). Les transports, la consommation industrielle et les centres de données représenteraient respectivement 70 TWh, 60 TWh et 20 à 30 TWh supplémentaires (voir [le post LinkedIn de Marc Benayoun](#) et [l'article de Montel News](#)).

GÉOPOLITIQUE

Synthèse d'actualités

La problématique sécuritaire concernant le domaine de l'énergie prend de l'ampleur dans l'actualité. Le représentant des professionnels européens de l'électricité Eurelectric a publié [un rapport sur la cybersécurité en Europe](#) dans lequel il est indiqué que dans ce secteur de l'énergie, les cyberattaques ont doublé entre 2020 et 2022, en majorité contre des pays de l'UE et par le fait d'acteurs russes. Malgré un investissement plus fort de ce secteur dans la sécurité de l'information que les secteurs de la santé ou le transport, l'UE investit moins que les États-Unis et l'Asie-Pacifique. De nombreuses réglementations européennes ainsi que des agences et divers mécanismes ont vu le jour ou ont été proposés dernièrement pour faire face à ces menaces.

La Lituanie a décidé le 18/11 de renforcer sa législation en matière de cybersécurité. Elle interdira à partir du 1er mai 2025 aux fabricants de pays considérés comme des menaces pour la sécurité nationale, notamment la Chine, l'accès à distance aux dispositifs lituaniens de production d'énergie solaire, éolienne et de stockage (voir [l'article de pv-magazine](#)). La Norvège a de son côté conclu un accord avec sept entités privées pour nationaliser une large portion de son réseau de gazoducs. Face à des risques géopolitiques croissants, notamment vis-à-vis de la Russie, le pays souhaite ainsi assurer une gestion sûre de ses ressources (voir [l'article de Reuters](#)).

Les projets d'énergies renouvelables peuvent aussi aller à l'encontre des intérêts stratégiques et défensifs des pays. C'est en tout cas ce qui semble apparaître en Suède où la défense nationale a jugé incompatible les projets de parcs éoliens en mer Baltique, potentiels perturbateurs sur les capteurs militaires (voir [l'article d'energynews et du Monde](#)).

MOBILITÉ

How do we decarbonize one billion vehicles by 2050? Insights from a comparative life cycle assessment of electrifying light-duty vehicle fleets in the United States, China, and the United Kingdom*Article dans Energy Policy*

Dans cet article relatif à l'électrification des flottes de véhicules légers, les chercheurs ont modélisé et comparé les émissions de gaz à effet de serre (GES) du cycle de vie des flottes pour différents scénarios de réseau et de déploiement de véhicules électriques à batterie, aux États-Unis, en Chine et au Royaume-Uni entre 2020 et 2050. Leurs résultats révèlent que l'électrification peut être efficace pour décarboner les trois flottes, en réduisant de plus de 50 % les émissions annuelles du cycle de vie d'ici à 2050. Les priorités et les défis diffèrent toutefois d'un pays à l'autre : Le parc américain, qui émet le plus de GES et comprend généralement des véhicules plus anciens, plus lourds et moins économes en carburant, serait celui qui bénéficierait le plus de l'électrification et de la modernisation du parc. La décarbonation du réseau et la gestion de la croissance du parc automobile sont essentielles pour la Chine, dont le parc et l'industrie manufacturière dépendent d'une électricité actuellement à forte intensité de carbone. Le Royaume-Uni doit augmenter sa capacité de production d'électricité tout en électrifiant son parc automobile (voir [l'article académique](#)).

Les zones blanches des transports en commun*Etude de l'UFC-Que Choisir*

Le 26/11, l'association UFC-Que Choisir a publié [une étude](#) sur l'accessibilité des transports en commun en France. Les auteurs soulignent les fortes disparités au sein des territoires, avec 17 % de la population métropolitaine n'ayant aucun accès aux transports en commun dans un rayon de 10 minutes de marche. 32 % des communes ne disposent ainsi d'aucun arrêt de transports en commun. De même, 85,3 % de la population française n'a pas de gare à moins de 10 minutes de marche.

Une analyse géographique du covoiturage*Article de la revue Journal of Transport Geography*

[Cet article](#) présente une étude géographique des modèles de covoiturage en France. L'étude indique ainsi que la culture régionale, les infrastructures de transport et les équipements jouent un rôle significatif dans l'explication de l'importance des pratiques de covoiturage. Il existe un contraste notable dans l'utilisation du covoiturage entre le nord-est et les autres régions de France. En outre, les résultats de l'étude confirment la « hiérarchie urbaine » française : les grandes villes organisent les flux à l'échelle nationale, comme Paris, tandis que les zones rurales sont moins connectées. Les plateformes de partage génèrent ainsi des inégalités spatiales. Les auteurs notent toutefois que les communes rurales ne sont pas exclues du covoiturage. Par ailleurs, les liens avec les petites, moyennes et grandes villes ne sont pas négligeables, voire sont importants pour certaines zones identifiées par leur spécialisation touristique.

Télétravail et mobilité*Note de France Stratégie*

[Une note de France Stratégie](#) du 28/11 s'intéresse aux impacts territoriaux du télétravail, alors que plus de 50 % des emplois en Île-de-France sont télétravaillables, contre moins de 40 % dans les autres régions. Les auteurs notent ainsi que dans la région parisienne et dans des grandes métropoles, le télétravail n'a pas diminué le trafic routier, mais a conduit à réduire la fréquentation des transports en commun aux heures de pointe, à l'inverse de villes telles que Rennes et Toulouse où la circulation automobile a baissé. Sur le marché du logement, le télétravail semble renforcer la demande, notamment dans les zones touristiques, et engendrer un éloignement du lieu d'habitation de son lieu de travail. Les auteurs soulignent tout de même les effets diffus du télétravail sur les territoires, « avec une accentuation, modeste, des tendances en cours, difficiles à mesurer, qui limitent son exploitation comme levier des politiques publiques ».

HYDROGENE

ACER's hydrogen monitoring report foresees that Europe is likely to miss its 2030 renewable hydrogen targets*Etude de l'ACER (European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators)*

L'ACER fait état du développement du marché hydrogène en Europe. L'Agence évoque notamment les hydrogénoducs et reprend ses critiques formulées dans son [opinion](#), indiquant que les cibles de production d'H2 sur lesquelles s'appuient certains scénarios de déploiement sont bien trop optimistes. Le rapport détaille également les défis liés à la conversion de canalisation de gaz vers l'hydrogène et aux contraintes de réseau électrique posées par la production massive d'hydrogène électrolytique telle qu'envisagée par la Commission.

Green hydrogen auctions: A guide to design*Rapport de l'IRENA*

Ce rapport de l'IRENA détaille certains mécanismes d'enchères mis en place par différents pays : Allemagne, Inde, Danemark, ... Il présente les avantages et inconvénients de différentes formes d'enchères existantes pour le soutien à l'hydrogène électrolytique renouvelable.

Review of Hydrogen Leakage along the Supply Chain: Environmental Impact, Mitigation, and Recommendations for Sustainable Deployment*Rapport de The Oxford Institute for Energy Studies*

Cet article de revue autour de la problématique des fuites d'hydrogène le long de la chaîne d'approvisionnement recense les blocs de la chaîne les plus susceptibles de présenter des fuites et insiste sur la nécessité de pouvoir contenir ces fuites.

BATTERIES

Croissance des capacités de stockage*Article de BloombergNEF et d'energynews*

[Un article de BloombergNEF](#) met en lumière une croissance record des installations de stockage d'énergie en 2024, dans le contexte d'arrivée de l'administration Trump aux États-Unis et avec des objectifs d'installations déjà atteints pour la Chine. Les installations mondiales devraient augmenter de 76 % en 2024, atteignant 69 GW/169 GWh et être multipliées par 10 sur la prochaine décennie. Les batteries lithium-fer-phosphate (LFP) semblent continuer à dominer technologiquement pour BloombergNEF.

Chute du géant suédois des batteries - Northvolt*Synthèse d'articles*

Le 21/11, le producteur suédois de batteries pour le secteur automobile a annoncé se mettre en faillite aux États-Unis. De nombreuses raisons peuvent expliquer ce phénomène, tout d'abord la croissance moins rapide que prévue des ventes des véhicules électriques, des défaillances logistiques et des incertitudes concernant l'écosystème des batteries, qui dépend à la fois de décisions politiques et de facteurs technologiques, et un plan de financement trop important au vu de la situation économique. Cet événement majeur touche différemment les pays européens. Il s'agira également de voir comment s'orientent les politiques européennes sur ce sujet, dans un contexte de concurrence mondiale croissante sur la transition écologique et énergétique (voir [l'article de Challenges](#) et [l'article du Monde](#)).

CHALEUR

Réseaux de chaleur

Synthèse d'articles

La FEDENE a publié son [enquête annuelle](#) sur les réseaux de chaleur en France. En 2023, le nombre symbolique des 1000 réseaux de chaleur a été atteint (+5 % par rapport à 2022). La quantité totale de chaleur livrée est cependant restée constante par rapport à 2022, dû d'après l'enquête à des efforts de sobriété dans les bâtiments raccordés aux réseaux dont la consommation individuelle a baissé de 6 % en 2023 (après correction de la rigueur climatique). Le taux d'énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) est resté stable à 66,5 % (soit 19,4 TWh). Les objectifs de la future PPE de 51 TWh de chaleur EnR&R en 2030 sont encore très loin.

Le CEREMA dans le cadre de son projet de cartographie des réseaux de chaleur et froid EnRezo, a publié plusieurs notes d'analyse sur le sujet des énergies de récupération. [Une première note](#) évalue la chaleur valorisable en stations d'épuration (STEP) sur les eaux usées à 12,7 TWh pour 2227 STEP. 151 de ces STEP pourraient être valorisées par des réseaux déjà existants et 318 sont proches de zones identifiées avec un fort potentiel pour le développement de futurs réseaux de chaleur. [La 2ème note](#) montre que sur les unités de valorisation énergétique (UVE) des usines d'incinération, le potentiel supplémentaire est estimé entre 8,4 et 9,6 TWh, même si les 3/4 valorisent déjà une partie de leur chaleur fatale. 20 % des besoins des zones d'opportunité identifiées par EnRezo se situent à moins de 2km d'une usine d'incinération, ce qui offre donc des potentiels de valorisation supplémentaires. Dans ce même contexte, une note de l'ADEME sur les centres de données propose des pistes pour améliorer la récupération de la chaleur fatale de ces équipements (voir paragraphe « numérique » dans la revue de presse).

Pour accélérer le déploiement de ces filières de chaleur EnR&R en vue des objectifs de la PPE, le "fonds chaleur" de l'ADEME devrait finalement être maintenu à 800M€ en 2025, d'après le président de l'ADEME et la ministre de la Transition écologique et de l'Energie (voir [l'article Connaissance des énergies](#)).

Réseaux de froid

Etude de la FEDENE et du CEREMA

Malgré une augmentation de 5 % du nombre de bâtiments raccordés en 2023, la FEDENE recense [dans son étude](#) une légère baisse des livraisons d'énergie (-7 %) due à un été moins chaud qu'en 2022.

[Une note d'analyse du CEREMA](#) s'intéresse à la problématique des ilots de chaleur urbaine (ICU). Le développement des réseaux de froid pourrait permettre d'éviter l'utilisation d'appareils de climatisation individuels qui contribuent à cet effet. D'après leur analyse, 50 villes fortement ou très fortement sensibles à l'effet d'ICU possèdent aussi une ou plusieurs zones de développement à fort potentiel pour les réseaux de froid (par exemple, Toulouse, Nice, Montreuil, Bordeaux, Nîmes, ...).

CYCLE DU CARBONE

Technologies to remove carbon dioxide from the air: A reality check

Analyse du MIT

Dans cet article, des chercheurs du MIT rappellent que les technologies DAC (*Direct Air Capture*) ne sont pas la panacée. Ils mettent en garde sur les principales limites de cette solution de plus en plus installée au cœur des scénarios climatiques. La concentration de CO2 dans l'air n'est que de 0,04%, ce qui nécessite des surfaces d'échange très importantes et donc des infrastructures volumineuses. Le coût énergétique est également important. Un passage à l'échelle d'une dizaine de gigatonnes par an nécessiterait 12 000 TWh d'électricité, soit 40 % de la production énergétique globale. Ce coût énergétique a un impact important sur le coût économique qui sera probablement au-dessus des 100 à 200\$/t CO2 annoncé dans les plus récentes études de modélisation. Enfin, ces dispositifs nécessiteront une implantation locale bien choisie : vaste, conditions météorologiques favorables, accès à une énergie bas-carbone et proximité avec des sites de stockage du CO2. En conclusion : ces technologies sont davantage une solution de dernier recours qu'une solution miracle.

Le dernier kilomètre vers la neutralité climatique: Le rôle clé des carburants synthétiques dans la décarbonation des airs et des mers

Analyse de Deloitte

Selon cette étude, la transition des secteurs aérien et maritime nécessiterait à l'échelle mondiale 10 000 TWh/an d'électricité bas-carbone pour la production de carburants synthétiques en 2050, ce qui illustre bien l'ampleur du défi industriel attendu. Ce chiffre représente un tiers de la production actuelle d'électricité, soit davantage que la production mondiale d'énergie renouvelable. Pour la réalisation de cet objectif, de nombreuses incertitudes demeurent dont l'absence de cadre réglementaire harmonisé et des coûts de production élevés, en partie liés à la production d'hydrogène et à la capture du CO2. L'étude de Deloitte ne questionne toutefois pas les hypothèses importantes comme la croissance du trafic aérien par exemple.

NUCLÉAIRE

First SMR projects selected by European Industrial Alliance

Article de World Nuclear News

La Commission européenne a sélectionné neuf projets de petits réacteurs modulaires (SMR : *Small Modular Reactor*) lors de la première série de candidatures pour former des groupes de travail dans le cadre de l'alliance industrielle européenne sur les réacteurs modulaires de puissance. Dans [un article paru dans La Lettre](#), on apprend qu'« en coulisses, plusieurs adhérents du Groupement des industriels français de l'énergie nucléaire (Gifen), qui représente la filière tricolore, ont fait part de leur étonnement face à ce choix peu lisible de la Commission ». En effet plusieurs de ces projets ne sont pas portés par des entreprises européennes, tels le *Project Quantum* du groupe Last Energy porté par l'entrepreneur américain Bret Kugelmass, le projet de BWRX-300 proposé par les géants américain General Electric et japonais Hitachi et le VOYGR SMR de la start-up NuScale située aux Etats-Unis. Le Rolls-Royce SMR, est développé par l'entreprise éponyme anglaise.

Atos cède à Alten sa filiale Worldgrid, stratégique pour la filière nucléaire, pour 270 millions d'euros

Article de l'Usine Nouvelle

Le groupe informatique Atos a annoncé, mardi 5 novembre, la cession à l'ingénieur français Alten de sa filiale spécialisée dans le nucléaire Worldgrid. La transaction, d'une valeur de 270 millions d'euros, vise à réduire la dette du géant tricolore. Le savoir-faire sur ce sujet reste donc français, mais l'Etat n'a toutefois pas de contrôle sur Alten, côté à la Bourse de Paris.

Fusion

Rapports de l'AIEA et du MIT

Deux rapports sur la technologie de la fusion ont été publiés en novembre. Un premier [rapport de l'AIEA](#) montre que jusqu'à récemment, le développement de l'énergie de fusion était principalement le fait de programmes nationaux et internationaux, tels le projet ITER. Cependant, les récentes percées dans le domaine de la science et de la technologie de la fusion, associées à des investissements substantiels du secteur privé, ont rapidement transformé le paysage de cette énergie. Les efforts du secteur public sont aujourd'hui complétés par un secteur privé développé, qui compte plus de 40 entreprises actives et plus de 7 milliards de dollars d'investissements, en donnant la priorité aux efforts de commercialisation. Selon l'AIEA, une vision commune doit être mise en place.

Un [rapport du MIT](#) examine le rôle potentiel que la fusion pourrait jouer en tant que contributeur majeur aux futurs systèmes d'énergie électrique et identifie les conditions nécessaires à cette réalisation. Il décrit les différents concepts de confinement de la fusion et les combustibles, et identifie les principales considérations en matière de coûts et de risques pour les différentes alternatives de fusion. 18 régions sont modélisées (dont l'Europe). Le rapport s'appuie sur de nombreux experts et comporte même une partie technico-économique ainsi qu'une étude sur la manière dont les renouvelables en place pourraient impacter le déploiement d'une filière nucléaire de fusion aux US. Cependant, le déploiement est envisagé avant même l'année 2050, ce qui paraît vraiment surprenant au regard de la feuille de route du développement.

FOCUS : SCÉNARIOS ÉNERGÉTIQUES

TotalEnergies Energy Outlook 2024

Rapport de TotalEnergies

Cette année, en plus des scénarios *Momentum* et *Rupture* présentés dans les précédentes éditions, TotalEnergies a élaboré un nouveau scénario, *Trends*, qui reflète la trajectoire actuelle des divers pays à horizon 2030 et anticipe des développements technologiques et des politiques publiques suivant les tendances actuelles. Ce scénario *Trends* conduit à une augmentation de la température de +2,6°-2,7°C d'ici 2100. Le scénario *Momentum* (les pays qui se sont engagés à atteindre la neutralité carbone nette d'ici 2050 y parviennent), conduit à une augmentation de la température de +2,2-2,3°C d'ici 2100. Le scénario *Rupture* propose une trajectoire permettant de rester en deçà de +2°C d'ici 2100.

Pour atteindre cet objectif, les technologies de décarbonation existantes sont déployées rapidement et à l'échelle mondiale, ce qui implique que les économies avancées soutiennent la transition énergétique du Sud. Selon ce rapport, le passage de *Trends* à *Rupture* nécessiterait une approche pragmatique de déploiement de technologies de décarbonation à l'échelle mondiale en suivant leur courbe de mérite de coût et maturité.



ENGIE's Decarbonization Pathway for Europe

Rapport de ENGIE

Selon Engie, « l'objet de ce scénario est de proposer la trajectoire optimale pour atteindre l'objectif européen *Net Zéro Carbone* en 2050 en garantissant une transition fiable et abordable ». Les principaux indicateurs d'Engie sont : une baisse de la demande finale d'énergie de 30 % qui se découple de la croissance économique (PIB : +1,3 %/an) ; une diminution de la dépendance énergétique de 65 % ; une électrification des usages ; une multiplication par 5,5 des capacités renouvelables ; une multiplication par 4,5 des capacités de flexibilité ; une baisse de - 45 % de la demande de méthane, qui sera entièrement décarboné ; une multiplication par 7 de la demande d'hydrogène (100 % bas carbone en 2050).

Selon l'étude, « l'objectif européen pour 2030, *Fit for 55*, est à notre portée car il repose en grande partie sur des technologies matures, mais l'objectif 2050 est nettement plus à risque : 70% des technologies nécessaires à la transition, comme la décarbonation du transport maritime et aérien ou de l'industrie lourde, ne sont pas encore suffisamment développées pour un passage à l'échelle d'ici à 2050. ». « La décarbonation de l'Europe repose sur des besoins importants d'investissements dans tous les leviers de la transition énergétique (...). Mais ces investissements seront progressivement compensés par les économies réalisées sur l'importation de combustibles fossiles.

En prenant en compte ces économies, les coûts nets de décarbonation de l'Europe se situent à 1,8 % du PIB entre 2025 et 2030. Ce montant baisse au fil des décennies : 1,5% du PIB entre 2031 et 2040 et 0,9% du PIB entre 2041 et 2050. Les coûts de la décarbonation sont importants, mais restent à la portée de nos économies. Ils sont aussi à mettre en regard des enjeux et du coût de l'inaction, estimé à environ 10 % du PIB par degré de réchauffement supplémentaire ».

Enfin la flexibilité est au cœur du système énergétique de demain : en 2050, près des deux tiers des capacités de flexibilité proviendront de la demande, entraînant une transformation majeure du système énergétique dans son ensemble et des comportements des consommateurs.

Energy Efficiency 2024

Rapport de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie)

Selon l'AIE, les progrès mondiaux en matière d'efficacité énergétique ne devraient connaître qu'une faible amélioration d'environ 1 % en 2024. C'est le même taux qu'en 2023, et environ la moitié du taux moyen sur la période 2010-19.

Pourtant, les investissements publics et privés combinés dans l'efficacité des secteurs d'utilisation finale (bâtiments, transports et industrie), y compris les investissements dans l'électrification tels que les véhicules électriques ou les pompes à chaleur, devraient augmenter d'environ 4 % en 2024 pour atteindre environ 660 milliards d'USD, égalant ainsi le record historique établi en 2022. Les investissements dans l'efficacité énergétique ont augmenté de près de 50 % depuis 2019. Sur une trajectoire net zéro, les investissements dans l'amélioration de l'efficacité des bâtiments, des transports et de l'industrie triplent, devraient passer de 660 milliards d'USD aujourd'hui à environ 1 900 milliards d'USD en 2030.

Ce rapport est lancé parallèlement au [nouvel outil de suivi de l'efficacité énergétique de l'AIE, qui peut être consulté directement sur le site web de l'AIE.](#)

World Energy Transitions Outlook 2024

Rapport de l'IRENA (Agence internationale pour les énergies renouvelables)

Selon l'IRENA, un écart important subsiste entre les récentes annonces politiques et les plans et politiques réels des pays, tant en termes d'augmentation des capacités renouvelables que d'investissements. La part totale des énergies renouvelables dans l'approvisionnement total en énergie primaire devrait être de 34% en 2030 selon le scénario 1.5°C. Elle est aujourd'hui de 10% en Chine, 9% aux US, 17 % en Europe (EU27) et 24% en Inde. Le triplement de la capacité installée de production d'énergie renouvelable et le doublement du taux d'amélioration de l'efficacité énergétique d'ici à 2030 sont des étapes cruciales dans la poursuite de l'objectif de 1,5°C.

Les investissements annuels dans l'ensemble du secteur énergétique mondial doivent être multipliés par plus de 2,5 pour rester sur une trajectoire de 1,5°C. En 2023, le secteur de l'énergie a bénéficié de 2 600 milliards d'USD d'investissements ; dans le cadre du scénario 1,5°C, les investissements cumulés dans le secteur de l'énergie devraient atteindre 47 000 milliards d'USD d'ici 2030, soit 6 700 milliards d'USD en moyenne chaque année entre 2024 et 2030.

La flexibilité est essentielle, elle exige des améliorations, des modernisations et des extensions rapides et soigneusement planifiées de l'infrastructure du réseau à grande échelle.

Energy Technology Perspectives 2024

Rapport de l'AIE (Agence Internationale de l'Énergie)

Ce rapport explore l'avenir de la fabrication et du commerce des technologies énergétiques propres, avec des détails sectoriels et l'étude des chaînes d'approvisionnement. La taille du marché mondial pour six des principales technologies d'énergie propre - solaire photovoltaïque (PV), éolienne, véhicules électriques (VE), batteries, électrolyseurs et pompes à chaleur - a presque quadruplé depuis 2015 pour dépasser 700 milliards USD en 2023. Dans le cadre des politiques actuelles, le marché des principales technologies propres devrait presque tripler d'ici 2035, pour atteindre plus de 2 000 milliards d'USD.

La Chine est actuellement le pays le moins cher pour la fabrication de toutes les principales technologies d'énergie propre examinées, sans tenir compte du soutien financier explicite des gouvernements. Par rapport à la Chine, la production de modules PV, d'éoliennes et de batteries coûte en moyenne jusqu'à 25 % de plus en Inde, jusqu'à 40 % de plus aux États-Unis, et jusqu'à 45 % de plus dans l'Union européenne (UE). La compétitivité des coûts est un facteur clé qui explique le rôle prépondérant de la Chine: elle représente entre 40 % et 98 % de la capacité de fabrication mondiale pour les principales technologies et composants propres examinés. La Chine bénéficie d'économies d'échelle plus importantes, d'un marché intérieur plus vaste et d'entreprises et d'installations hautement intégrées tout au long de la chaîne d'approvisionnement de ces technologies.

Une enquête menée par l'AIE auprès de plus de 50 grands fabricants de technologies propres et de chaînes d'approvisionnement en matériaux révèle que d'autres facteurs, outre les coûts, influencent les décisions d'investissement. Il s'agit notamment de diverses formes de soutien politique, de l'accès aux marchés, des compétences et des connaissances de la base industrielle et de l'infrastructure. Cependant, le sondage ne proposait pas de critère ou contrainte d'ordre environnemental.

Dans l'UE, l'avenir de la fabrication de technologies propres dépendra de la mesure dans laquelle les objectifs de la loi *Net Zero Industry Act* (NZIA) pourront être atteints. Si les objectifs sont facilement réalisables pour certaines technologies telles que les étapes finales de la fabrication de composants éoliens et de pompes à chaleur, la tâche à laquelle est confrontée l'industrie automobile européenne est bien plus importante. Pour que cette dernière soit compétitive sur le marché croissant des véhicules électriques (VE), il sera essentiel de réduire leurs coûts de fabrication et d'intégrer complètement les chaînes d'approvisionnement, y compris les batteries. En 2023, les importations en provenance de Chine ont représenté environ 20 % des ventes de VE dans l'UE. Dans le cadre des politiques actuelles, cette part doublera pour atteindre 40 % d'ici 2035, malgré les droits d'importation récemment annoncés, qui seront en vigueur pendant cinq ans. Si les objectifs de la NZIA sont atteints, une chaîne d'approvisionnement totalement intégrée pour les VE et les batteries permettrait de ramener cette part à 20 %.