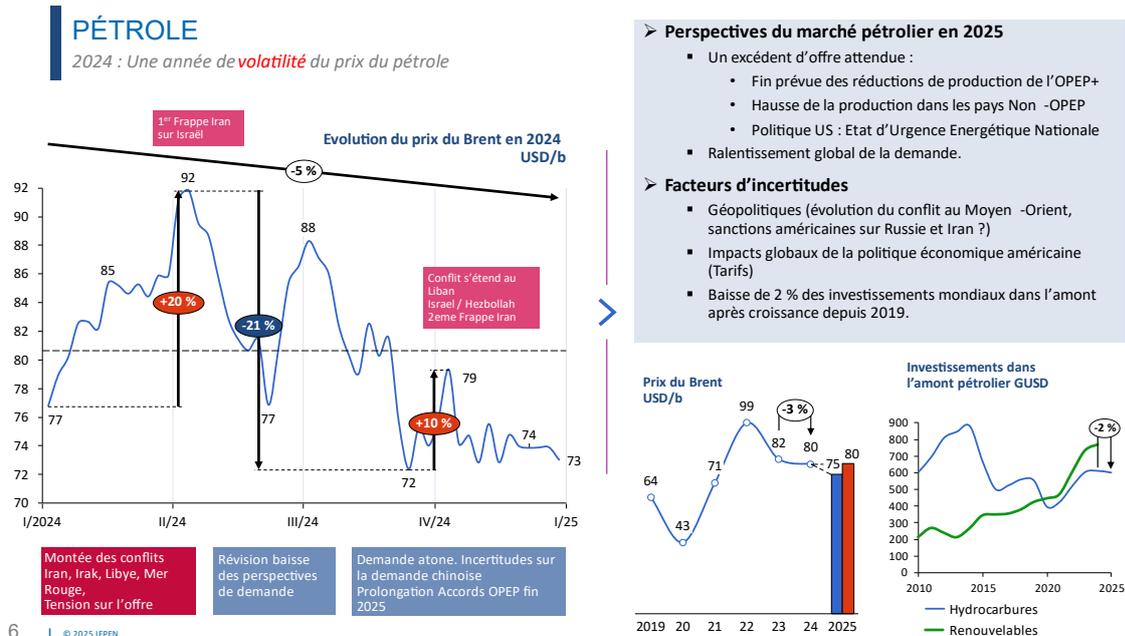


Point presse IFPEN

Transition énergétique : progrès, obstacles et innovations

14 février 2025

Marchés de l'énergie



En 2024, le prix moyen du Brent s'est établi à 80 \$/b, en baisse de 2 \$ (-3 %) par rapport à l'année précédente. Tout au long de l'année, les prix journaliers ont oscillé entre 69 \$/b et 92 \$/b, une fourchette relativement étroite par rapport aux années précédentes. Cette stabilité s'explique par une combinaison de facteurs : une production mondiale en hausse, un ralentissement de la croissance de la demande, ainsi que les tensions géopolitiques et les restrictions volontaires de production imposées par l'OPEP+.

Au premier trimestre, la montée des tensions géopolitiques notamment au Moyen-Orient, a entraîné une hausse des prix du Brent. Bien que les affrontements entre Israël et le Hamas n'aient pas directement affecté l'approvisionnement régional, la crainte de perturbations a alimenté la flambée des prix. Par ailleurs, les attaques des Houthis du Yémen contre des navires en mer Rouge ont fortement perturbé le commerce maritime. En avril, le Brent a atteint un sommet annuel à 92 \$/b avant d'entamer une tendance baissière jusqu'à la fin de l'année. Des hausses de prix ont été observées après les annonces de l'OPEP+ en juin et septembre sur le report d'augmentations de production, ainsi qu'en raison des tensions persistantes entre Israël et l'Iran. Ces pics ont été de courte durée car rapidement suivis de baisses sous l'effet du ralentissement économique mondial et des inquiétudes sur la consommation pétrolière, notamment en Chine. Finalement en septembre, le Brent a touché son plus bas niveau de l'année à 69 \$/b, illustrant les défis persistants du marché pétrolier.

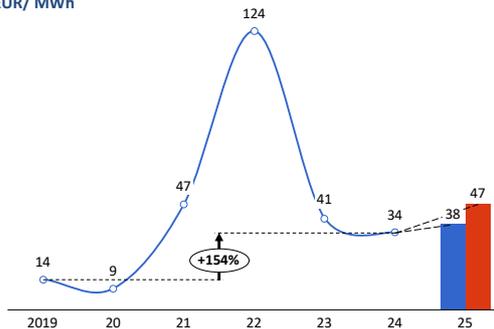
En 2024, la consommation mondiale de pétrole n'a augmenté que de 1 million de barils par jour (Mb/j), bien en dessous de la moyenne de 1,5 Mb/j enregistrée avant la pandémie. En 2025, la croissance de la demande devrait rester modérée, avec une prévision de 1,1 Mb/j selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE). Cependant, d'autres organismes comme l'EIA et l'OPEP anticipent une hausse plus soutenue, autour de 1,4 Mb/j, portée par la demande en Asie, notamment en Inde, ainsi que par une reprise de la consommation chinoise stimulée par les mesures de relance économique.

La hausse progressive de la production, associée à une demande mondiale de pétrole en croissance modérée, devrait maintenir une pression à la baisse sur les prix. Ainsi, le consensus des économistes pour le prix du Brent est de 75 \$/b en 2025. Cependant, une intensification des conflits pourrait provoquer une envolée durable des prix au-delà de 80 \$/baril. À l'inverse, si l'OPEP décidait de privilégier sa part de marché au détriment des prix et revenait entièrement sur ses réductions volontaires de 2,2 Mb/j d'ici la fin 2025, le Brent pourrait chuter à une moyenne de 66 \$/b. Toutefois, ce scénario reste peu probable à ce stade.

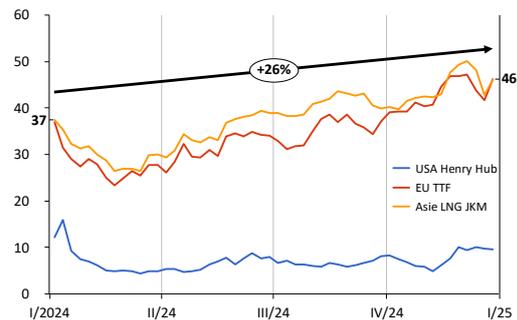
GAZ NATUREL

Remontée du prix en Europe avec l'augmentation des risques liés à l'approvisionnement

Prix du gaz naturel en Europe (TTF)
EUR/ MWh



Prix du gaz naturel dans le monde en 2024
EUR/ MWh



- **Tendance haussière en Europe cet hiver**: hiver plus froid, expiration de l'accord de transit entre l'Ukraine et la Russie et baisse des stocks de gaz
- Prix en Europe environ plus de 2 fois supérieur / période avant Covid, 4 à 5 x supérieur au prix aux US → impact sur compétitivité de l'industrie
- Tensions attendues sur 2025 car baisse des stocks de gaz en Europe et concurrence avec l'Asie pour le GNL → **consensus sur TTF à 38€/MWh (+10 % / 2024)**

7 | © 2025 IFPEN

En 2024, le prix du gaz en Europe (TTF) s'est établi à 34 EUR/MWh, en baisse de 17% par rapport à l'année précédente. Il reste cependant largement supérieur à ce qu'il était avant la pandémie de Covid. Tout au long de l'année, les tensions au Moyen-Orient et le conflit entre la Russie et l'Ukraine ont exercé une pression haussière sur les prix des contrats à terme du gaz (TTF). Des problèmes dans les usines d'exportation de gaz naturel liquéfié (GNL), des perturbations du flux de gaz en provenance de Norvège et une forte demande asiatique ont également soutenu les prix. Cependant, durant la majeure partie de l'année, les prix du gaz européen sont restés inférieurs à 40 €/MWh grâce à des niveaux élevés de réserves européennes et des approvisionnements abondants en GNL. Vers la fin de l'année, la baisse des réserves européennes, exacerbée par des températures plus basses et l'incertitude liée à la fin du contrat permettant l'approvisionnement en gaz russe via l'Ukraine, a conduit les prix des contrats à atteindre leur niveau le plus élevé de l'année.

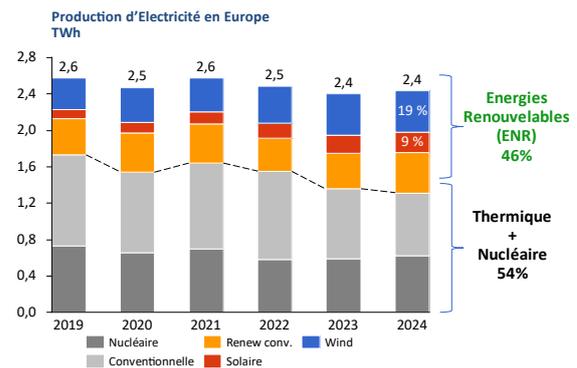
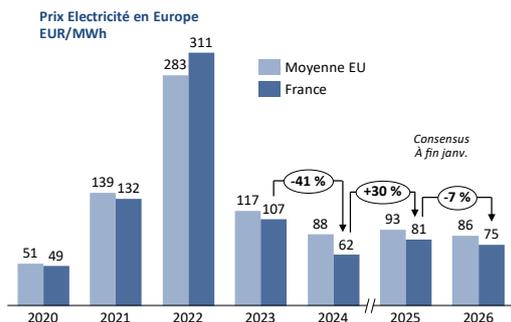
Sur l'année 2024, l'écart entre le prix du gaz en Europe et aux États-Unis n'a cessé de se creuser. Le gaz en Europe est aujourd'hui environ 5 fois plus élevé qu'aux États-Unis ce qui pénalise l'industrie européenne.

Aux États-Unis, le prix spot du gaz naturel au Henry Hub, référence aux États-Unis, a atteint en moyenne 2,2 \$/MBtu en baisse de 16 % par rapport à 2023 et de 68 % par rapport à 2022, marquant ainsi la plus forte baisse jamais observée sur deux ans. Une offre abondante de gaz naturel aux États-Unis, combinée à une croissance limitée de la consommation, a contribué à la baisse des prix pendant la majeure partie de 2024. L'exception la plus marquante a eu lieu en janvier, lorsque le prix spot du Henry Hub a atteint son plus haut niveau de l'année à 13,5 \$/MBtu, en raison d'une vague de froid généralisée qui a fortement accru la demande de gaz pour le chauffage.

Après une baisse en 2024, les prix du gaz naturel devraient rebondir fortement aux États-Unis en 2025, tandis que la reprise sera plus modérée en Europe et au Japon. Aux États-Unis, le prix de référence devrait augmenter de près de 70 % en 2025, soutenu par la construction et la mise en service de nouveaux terminaux de GNL. En Europe, les prix du gaz devraient grimper de 7 à 10 %, et au Japon, le prix du GNL devrait suivre une tendance similaire à celle de l'Europe, en raison de la concurrence pour le GNL entre l'Asie et l'Europe. La région Asie-Pacifique sera le principal moteur de la demande mondiale, avec une forte hausse de la consommation également anticipée au Moyen-Orient, tandis que la consommation en Europe et en Amérique du Nord devrait rester stable.

ÉLECTRICITÉ

Prix en Europe au plus bas depuis 2021 (baisse du prix du gaz, des quotas d'émissions de CO₂ et augmentation de la production d'énergie solaire)



Chute des prix en 2024 en Europe :

- France -40 %, Allemagne -17 % en, Italie -15 %
- Evolution à la hausse de la demande d'électricité en Europe en 2024 (Reuters), après 2 années de baisse.
- Augmentation moins forte qu'attendue de la demande en France :
 - forte augmentation de la production d'électricité nucléaire + hydroélectricité (production industrielle moindre, retard dans électrification des usages) → exportation record (90 TWh)

Forte poussée des ENR dans la production d'électricité en Europe (EU27) : +8 % par rapport à 2023

- Part dans la production d'électricité de l'EU27 : 46 % en 2024 (vs. 43,5 % en 2023)
 - Éolien : 19 %
 - Solaire : 9 %

En 2024, les principaux marchés européens de l'électricité ont enregistré leurs prix annuels les plus bas depuis 2021, se situant dans la plupart des cas en dessous de 80 €/MWh, en raison de la baisse des prix du gaz, des quotas d'émissions de CO₂ et de la forte production d'énergie solaire, qui a battu des records sur tous les marchés. Le marché français a connu la plus grande baisse, avec une chute de 41 %, tandis que le marché italien a affiché la plus petite baisse, de 15 %. Dans les autres marchés, les baisses ont varié de 17 % sur le marché allemand à 36 % sur le marché nordique.

La forte baisse en France s'explique par la reprise de la production électronucléaire, une production hydroélectrique élevée grâce à des précipitations abondantes, ainsi que par une moindre demande industrielle et le retard dans l'électrification des usages. Cette situation a permis à la France de battre son record d'exportation d'électricité, atteignant 90 TWh en 2024. Bien que la demande d'électricité en France ait été inférieure aux attentes, elle a augmenté au niveau européen, après deux années de baisse.

Au niveau européen, 2024 a été marquée par la croissance de la part des énergies renouvelables dans la production d'électricité, atteignant 46 % (contre 43,5 % en 2023). La part de l'éolien a atteint 19 %, et celle du solaire 9 %. En particulier, l'éolien a produit 616 TWh, tandis que le charbon en produisait 641 TWh. En 2025, il est possible que l'éolien dépasse pour la première fois le charbon en termes de production.

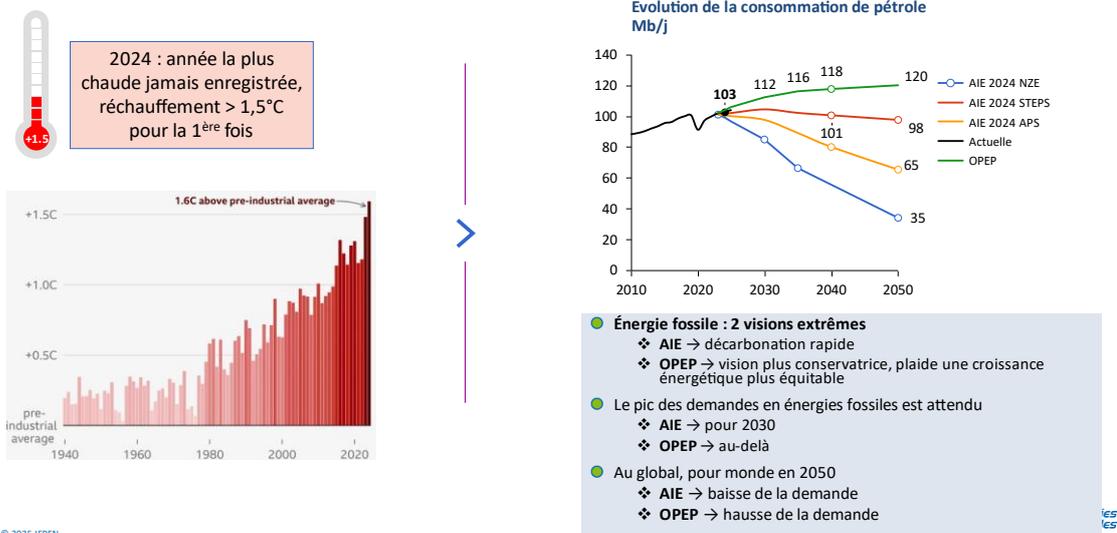
En 2025, les prix de l'électricité en Europe devraient rester à un niveau élevé en 2025, poussé par une remontée des prix du gaz, des quotas d'émissions de CO₂ de l'UE et une demande d'électricité en hausse. Toutefois, à moyen terme, une pression baissière à la baisse, principalement en raison de l'abondance de la capacité en énergies renouvelables qui sera mise en service dans les années à venir.

Cette tendance pourrait être atténuée par une nouvelle demande provenant des centres de données, des véhicules électriques et des pompes à chaleur, qui commencera à influencer les prix de l'électricité.

Selon le consensus actuel des économistes, les prix moyens de l'électricité sur le marché de gros en Europe devraient se situer dans une fourchette entre 70 et 130 €/MWh, avec des variations régionales importantes (80,5 EUR/MWh en France). Toutefois, une volatilité accrue du marché du gaz, liée aux tensions géopolitiques, pourrait entraîner une hausse des prix de l'électricité.

Ralentissement de la transition énergétique

UTILISATION DES FOSSILES A L' HORIZON 2050



11 | © 2025 IFPEN

En 2024, les énergies renouvelables poursuivent leur essor, comme le montrent les chiffres récents. Pourtant, cette même année marque un triste record : celle de l'année la plus chaude jamais enregistrée, avec un réchauffement global dépassant, pour la première fois, le seuil de 1,5°C.

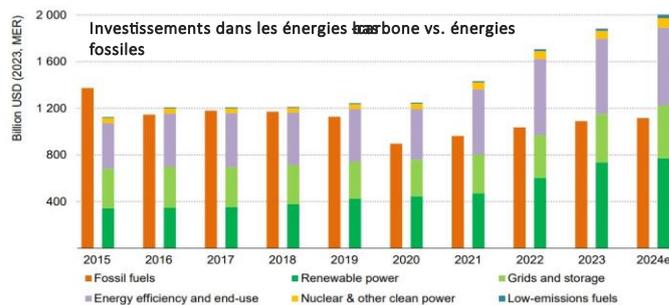
Deux visions opposées sur le futur énergétique mondial émergent, portées par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) et l'OPEP

- L'AIE prône une décarbonation rapide et propose 3 scénarios : a) un scénario STEP basé sur les politiques énergétiques en vigueur et en développement conduisant à un réchauffement de 2,4 degrés Celsius (°C) d'ici 2100 ; b) un scénario APS qui suppose que les gouvernements atteignent leurs objectifs nationaux en matière d'émissions et qui conduit à un réchauffement de 1,7 °C ; c) un scénario NZE qui prévoit des émissions de carbone neutres en 2050 tout en limitant l'augmentation de la température à moins de 1,5 °C. Ce dernier scénario est normatif et la fenêtre pour atteindre des émissions nettes nulles d'ici 2050 se referme rapidement.
- L'OPEP, en revanche, adopte une approche plus conservatrice. Elle plaide pour une croissance énergétique plus équitable et prévoit un pic des énergies fossiles bien au-delà de 2030. Dans son scénario, la demande en pétrole continue d'augmenter jusqu'en 2050.

Ainsi, selon l'AIE, la transition énergétique implique une réduction massive de la consommation d'énergies fossiles, tandis que pour l'OPEP, leur utilisation restera encore essentielle dans les décennies à venir. Cette divergence souligne les défis et les incertitudes qui entourent l'avenir énergétique mondial.

Investissements dans l'énergie : une transition en marche, mais freinée

INVESTISSEMENTS DANS LES ÉNERGIES



- En 2024, + de 3000 Mds\$ investis dans le secteur de l'énergie.
- Investissements > 2000 Mds\$ dans les technologies bas-carbone, ≈2 par rapport au fossile.
- Dynamique portée par la Chine (≈700 Mds\$), UE (≈350 Mds\$) et USA (≈300 Mds\$).
- Hausse progressive des investissements dans les énergies fossiles

12 | © 2025 IFPEN

Selon l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE), les investissements dans le secteur énergétique continuent de croître, atteignant plus de 3 000 milliards de dollars en 2024, dont 2 000 milliards consacrés aux énergies bas-carbone. Après plusieurs années de stagnation, la part de ces énergies dans les investissements a repris sa progression depuis 2020. Cette dynamique est principalement portée par la Chine (700 milliards de dollars), suivie de l'Europe (350 milliards) et des États-Unis (300 milliards). Pourtant, un ralentissement est perceptible en 2024.

La transition énergétique est bel et bien engagée, mais elle se heurte à plusieurs obstacles. Les crises géopolitiques récentes – guerre en Ukraine, tensions au Moyen-Orient – ont replacé la sécurité énergétique au centre des préoccupations. Or, cette notion varie selon les régions. En Europe, pauvre en ressources fossiles, renforcer la sécurité énergétique passe par une accélération de la transition. À l'inverse, dans les pays riches en pétrole et en gaz, l'intérêt économique pousse à exploiter ces ressources. Par ailleurs, en 2024, de nombreux projets bas-carbone ont été reportés ou annulés, freinés par l'inflation et des coûts d'emprunt élevés.

Un financement insuffisant face aux enjeux climatiques

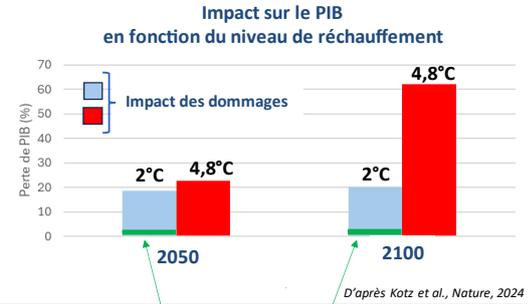
Avec 2 000 milliards de dollars investis dans les énergies bas-carbone, l'effort reste insuffisant. Selon l'AIE, il faudrait consacrer chaque année 4 500 milliards de dollars, soit 4,5 % du PIB mondial, jusqu'en 2030, puis 2,5 % du PIB au-delà pour atteindre les objectifs du scénario Net Zero Emissions (NZE), un cap encore lointain.

Pendant ce temps, le coût de l'inaction se fait de plus en plus sentir. En 2024, les catastrophes climatiques se sont multipliées : inondations en Espagne, en Roumanie, en Italie et en Inde, incendies dévastateurs en Californie... Laisser le dérèglement climatique s'aggraver, c'est s'exposer à des dégâts toujours plus lourds : phénomènes météorologiques extrêmes, baisse des rendements agricoles, risques sanitaires accrus, montée du niveau des océans... Autant de menaces qui pèseront sur l'économie mondiale.

COÛT DE L'INACTION

- **Investissements nécessaires pour NZE (AIE) :**
 → 4,5 % du PIB par an jusqu'en 2030 (~5000 Mds\$/an),
 → 2,5 % du PIB ensuite.

Dommmages dus au changement climatique



Impact des mesures limitant le réchauffement à 2°C

- **Effets du changement climatique**
 → dommages avec un coût
- **Ne pas prendre de mesure**
 → impact plus fort sur PIB, surtout après 2050

14 | © 2025 IFPEN

Une étude de **Kotz et al. (Nature, 2024)** illustre cet impact économique à travers deux scénarios :

- Un réchauffement limité à 2°C d'ici 2100 grâce à des mesures adaptées.
- Un réchauffement atteignant 4,8°C en l'absence d'actions suffisantes.

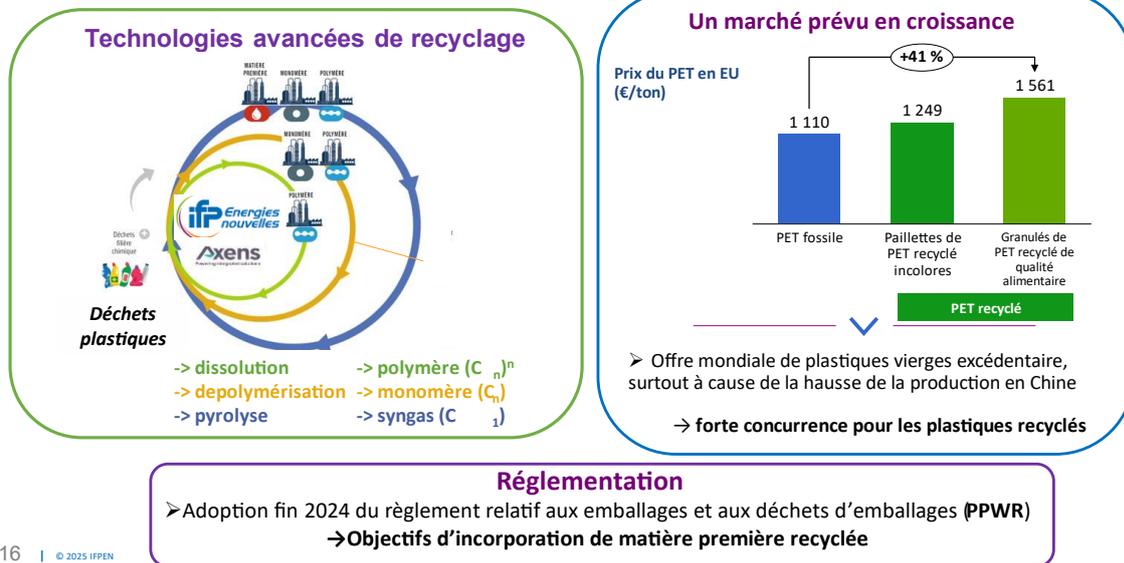
Dans les deux cas, les dommages économiques seront considérables dès 2050, mais le second scénario entraînerait des pertes de PIB bien plus lourdes, avec un impact économique trois fois supérieur d'ici la fin du siècle. La transition énergétique a un coût, mais celui de l'inaction est bien plus élevé et ce sont les générations futures qui en paieront le prix.

Focus sur trois domaines technologiques

Dans le cadre de sa mission, IFPEN mène des activités de R&I en lien avec les domaines de l'énergie, la mobilité et l'environnement. Ses chercheurs et techniciens développent de nouvelles technologies pour concrétiser la transition énergétique. Trois segments de recherche sont illustrés ci-dessous.

Recyclage du plastique

RECYCLAGE DES PLASTIQUES – CONTEXTE MARCHÉ



16 | © 2025 IFPEN

Le recyclage des plastiques : vers des solutions avancées

Aujourd'hui, le recyclage mécanique représente la quasi-totalité du plastique recyclé. Cependant, cette méthode impose des flux de déchets très bien triés, ce qui n'est pas toujours possible. De plus, elle ne permet ni d'éliminer les additifs et colorants, ni de garantir une décontamination suffisante pour un retour au contact alimentaire.

À l'inverse, le recyclage avancé modifie la composition chimique des plastiques et permet ainsi de retirer les additifs. Il repose sur trois grandes technologies :

- La dissolution, un recyclage physique.
- La dépolymérisation et
- la pyrolyse, qui relèvent du recyclage chimique.

Un cadre réglementaire favorable mais un marché sous pression

L'Union européenne encourage le recyclage des plastiques à travers son règlement sur les emballages et les déchets d'emballages (PPWR), adopté fin 2024. Ce texte impose :

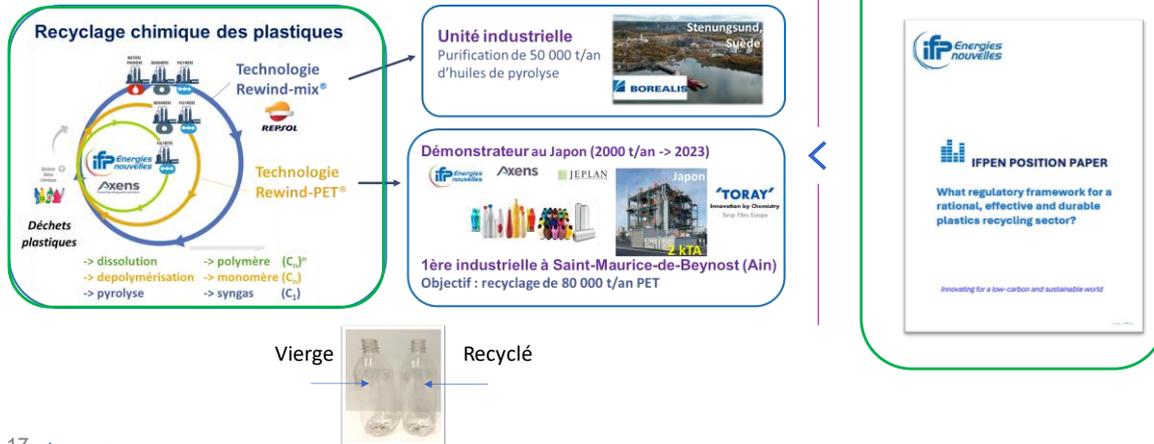
- Une obligation de recyclabilité pour tous les emballages d'ici 2030.
- Des objectifs d'incorporation de matière recyclée d'ici 2035.

Malgré ce cadre réglementaire porteur, le marché du recyclage doit faire face à un défi majeur : la surproduction de plastique vierge en Chine, qui pèse sur les prix. En 2024, une tonne de PET vierge coûte 1 110 €, contre 1 561 € pour du PET recyclé de qualité alimentaire, soit 41 % de plus.

IFPEN, un acteur clé du recyclage avancé

RECYCLAGE DES PLASTIQUES – POSITIONNEMENT IFPEN

IFPEN innove sur toutes les technologies avancées



17 | © 2025 IFPEN

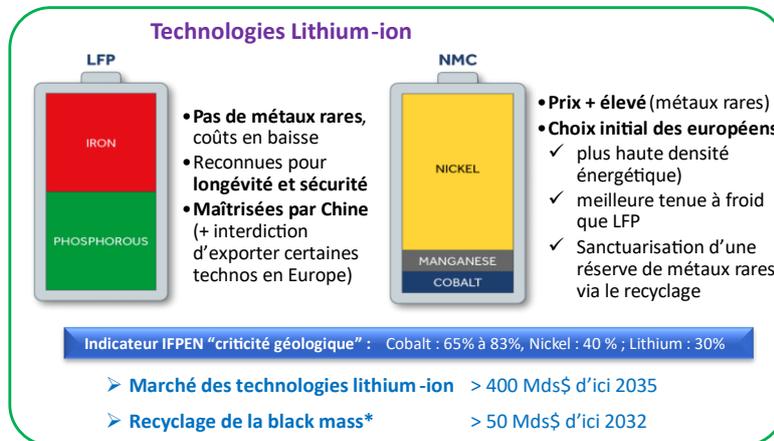
Depuis plus de dix ans, IFPEN développe des procédés de recyclage avancé pour favoriser leur industrialisation.

En 2020, à l'issue d'une phase exploratoire menée par IFPEN, un partenariat a été lancé avec Axens (filiale d'IFPEN) et la start-up japonaise Jeplan pour mettre au point une technologie de recyclage chimique du PET par dépolymérisation. Ce travail aboutit aujourd'hui à un premier projet industriel, soutenu par France 2030 et porté par Axens et Toray Films Europe (groupe japonais Toray). L'unité de production sera implantée à Saint-Maurice-de-Beynost (Ain), sur le site de Toray Films Europe.

Par ailleurs, IFPEN continue à jouer un rôle de tiers de confiance des décideurs politiques et a publié en 2024 un 'position paper' analysant les évolutions réglementaires nécessaires pour structurer et consolider la filière du recyclage des plastiques.

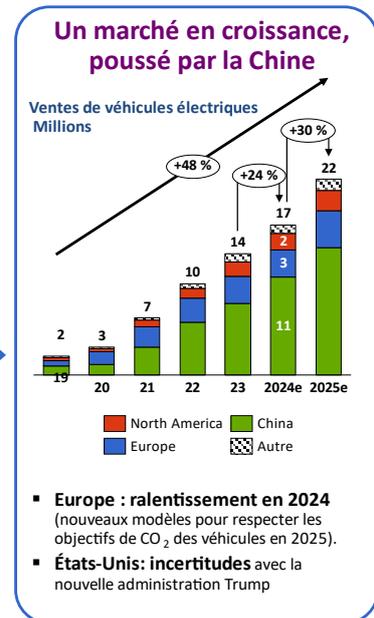
Batteries

BATTERIES – CONTEXTE MARCHÉ



Réglementation

➤ **Règlement EU 2023 relatif aux batteries et aux déchets de batteries**
(Taux minimaux de contenus recyclés avec réemploi du Li, Ni, Co)



* : Poudre noire résultant du recyclage des métaux de batteries

Un marché porté par l'essor des véhicules électriques

L'essor des batteries est directement lié à la vente de véhicules électriques, qui a bondi en 2024 avec 17 millions de véhicules légers vendues (+24 % par rapport à 2023). La tendance devrait s'accélérer en 2025, avec une croissance attendue de +30 %, toujours tirée par la Chine.

Batteries : un marché en pleine mutation

Le marché des batteries est tiré par la vente de véhicules électriques intégrant deux technologies de batterie prédominantes :

- Les batteries Lithium-Fer-Phosphate (LFP)
- Les batteries Nickel-Manganèse-Cobalt (NMC)

Les batteries LFP se caractérisent par un coût plus bas, puisqu'elles ne requièrent pas de métaux rares. Bien que leur densité énergétique soit moindre et qu'elles soient plus volumineuses et lourdes, elles se distinguent par une durée de vie prolongée et une sécurité renforcée. Cette technologie est largement maîtrisée par la Chine, qui a investi dans son développement depuis plus de 15 ans.

Les batteries NMC offrent une densité énergétique plus élevée, ce qui les rend particulièrement adaptées aux véhicules électriques nécessitant une grande autonomie. Elles résistent mieux aux basses températures et présentent un atout stratégique grâce à la possibilité de recycler les métaux rares qui les composent. Ces caractéristiques ont conduit les Européens à privilégier cette technologie.

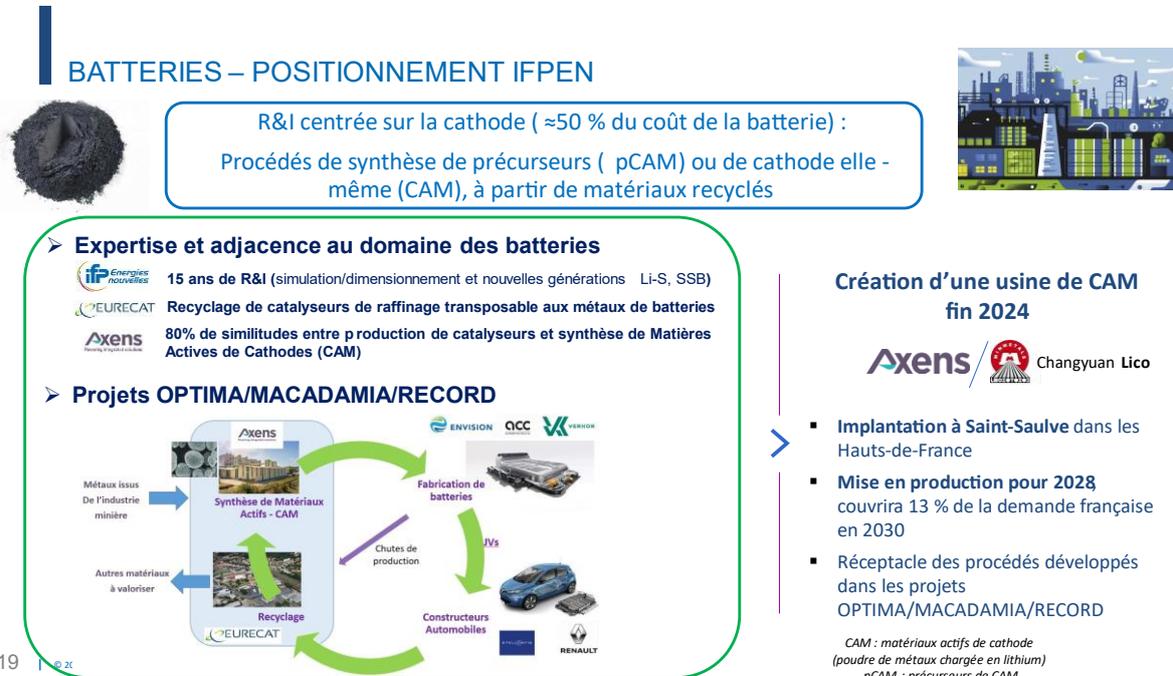
Le marché combiné des batteries LFP et NMC devrait dépasser 400 milliards de dollars d'ici 2035, tandis que celui de la black mass – la poudre noire issue du recyclage des batteries – est estimé à 50 milliards de dollars d'ici 2032.

Un cadre réglementaire favorable au recyclage

L'Europe encourage fortement le recyclage des batteries, en particulier les NMC, à travers le règlement européen sur les batteries et déchets de batteries adopté en 2023. Celui-ci impose des taux minimaux d'incorporation de matériaux recyclés, avec une réutilisation progressive du lithium, du nickel et du cobalt, des seuils amenés à augmenter dans les années à venir.

Si les Européens se sont d'abord concentrés sur les batteries NMC, ils portent désormais un intérêt croissant aux batteries LFP, dont l'autonomie a progressé et dont le coût est plus attractif. Cependant, la Chine a récemment mis en place des restrictions sur l'exportation de ses technologies les plus avancées, ralentissant ainsi les ambitions européennes dans ce domaine.

IFPEN, un acteur clé dans l'innovation des cathodes



Dans le domaine des batteries, IFPEN concentre ses recherches sur la cathode, qui représente environ la moitié du coût d'une batterie. Ses travaux visent à développer des procédés de synthèse de précurseurs (pCAM) et de cathodes (CAM) à partir de matériaux recyclés.

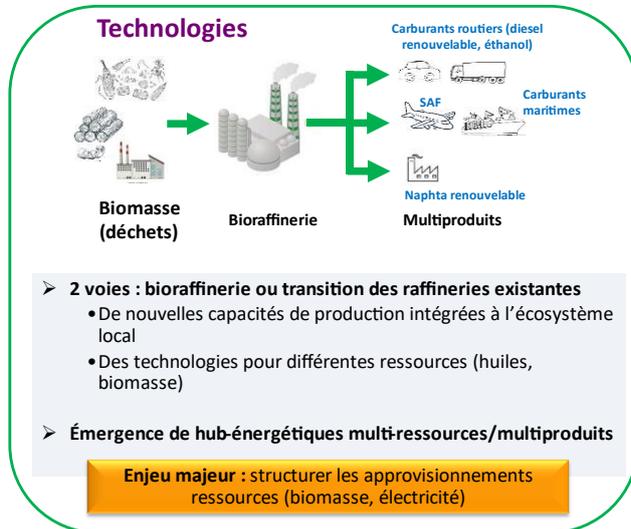
En 2024, trois projets majeurs ont été sélectionnés pour financement :

- OPTIMA et MACADAMIA par BPIFrance
- RECORD par l'ADEME

De plus, Axens a annoncé en fin 2024 la création d'une usine de CAM en partenariat avec la société chinoise Lico. Implantée à Saint-Saulve (Hauts-de-France), cette usine devrait être opérationnelle en 2028 et couvrir 13 % des besoins français dès 2030. Elle accueillera par la suite les procédés développés par IFPEN dans ses nouveaux projets.

Biocarburants

BIOCARBURANTS – CONTEXTE MARCHÉ



20 | © 2025 IFPEN

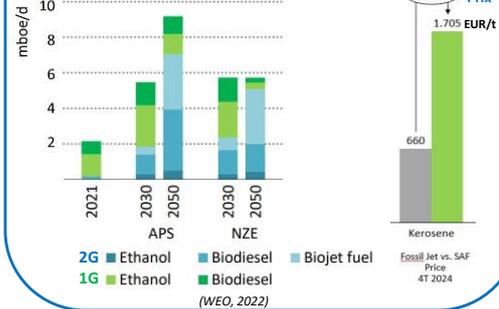
Réglementation

Europe : objectifs d'incorporation ambitieux
Red II révisée / ReFuel EU Aviation / FuelEU Maritime

Marché : croissance de la demande

- **Globalement, baisse des prix**
- **Marché tiré par la demande en SAF**
 - Forte ↘ des prix du SAF (actuellement 2,6 x le prix du jet fossile)
 - Demande attendue de SAF en Europe : +252 %

Production mondiale de biocarburants 1G et 2G



Biocarburants : une alternative durable pour le transport

Les biocarburants sont des carburants produits à partir de biomasse. IFPEN se concentre uniquement sur les biocarburants avancés (dits de 2^e génération), issus de déchets agricoles ou forestiers, évitant ainsi toute concurrence avec les cultures alimentaires. Ces déchets sont acheminés vers des bioraffineries, véritables hubs énergétiques capables de produire différents types de carburants selon les procédés mis en place et les objectifs poursuivis. Ces carburants peuvent alimenter une large gamme de véhicules, voitures, camions, avions, bateaux ainsi que l'industrie pétrochimique (via le biophta).

Un marché en pleine expansion, soutenu par l'Europe

L'essor des biocarburants et carburants avancés est fortement encouragé par les objectifs ambitieux de l'Union Européenne, définis dans plusieurs réglementations :

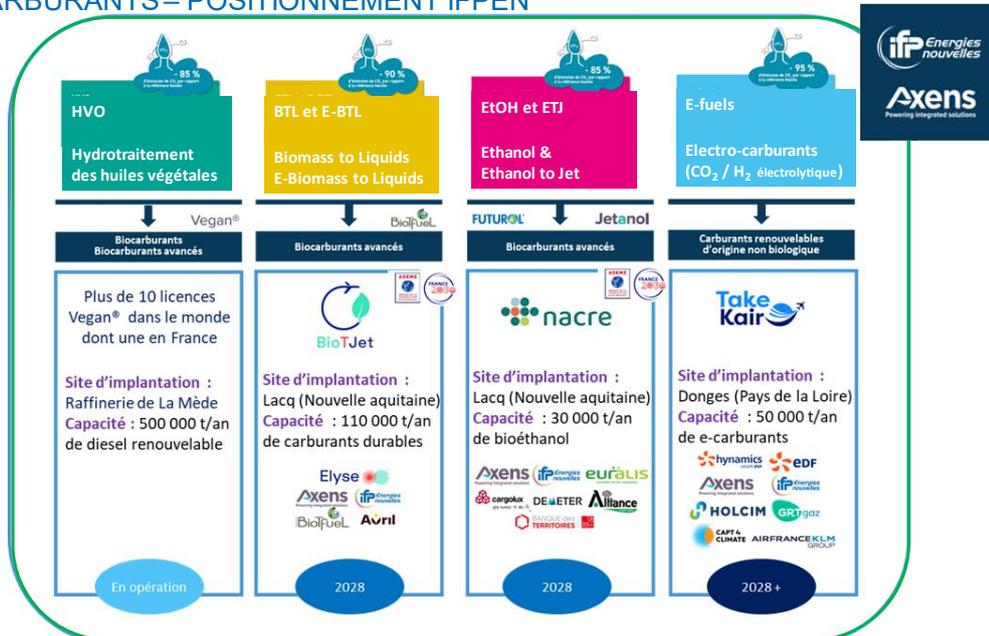
- Directive sur les énergies renouvelables (RED II révisée)
- ReFuelEU Aviation (pour l'aviation)
- FuelEU Maritime (pour le transport maritime)

En particulier, la directive ReFuelEU Aviation impose une incorporation croissante de carburants durables dans l'aviation, qu'il s'agisse de biocarburants ou de carburants de synthèse (appelés CAD ou SAF en anglais). Cette réglementation stimule fortement le marché, avec une progression attendue de la demande de +252 % en 2025.

Dans le même temps, le prix des biocarburants amorce une baisse progressive, même s'il demeure nettement supérieur à celui des carburants fossiles. À titre d'exemple, une tonne de kérosène traditionnel s'échange autour de 660 €, tandis que son équivalent issu de la biomasse atteint 1 705 €, soit un coût 2,6 fois plus élevé.

Les engagements d'IFPEN dans quatre filières stratégiques

BIOCARBURANTS – POSITIONNEMENT IFPEN



21 | © 2025 IFPEN

Pour accompagner la transition énergétique, IFPEN développe via ces technologies quatre filières de production de biocarburants et carburants de synthèse, adaptées aux besoins des secteurs routier, aérien et maritime.

- **La technologie Vegan®** permet l'hydrotraitement d'huiles végétales et est déjà commercialisée sous forme de licences par la filiale Axens. Cette technologie est exploitée en France sur le site de TotalEnergies à La Mède.
- **La technologie BioTfuel®** poursuit sa montée à l'échelle à l'échelle industrielle. Une unité industrielle prévue à Lacq, soutenue par l'ADEME, pour une mise en production en 2028.
- **La technologie Futurol** va être déployée dans une seconde unité industrielle à Lacq pour produire du bioéthanol.
- **Un projet de production industriel d'électro-carburants à Donges** valorisera du CO₂ capté dans une cimenterie en carburants de synthèse *via* de l'hydrogène produit par électrolyse de l'eau.

Conclusion

En 2024, les marchés de l'énergie ont atteint une relative stabilisation, bien que leur équilibre demeure vulnérable aux incertitudes géopolitiques. La part croissante des énergies renouvelables dans le mix électrique reflète la progression de la transition énergétique, mais celle-ci reste entravée par plusieurs contraintes géopolitiques et économiques. Pourtant, une accélération de cette transition est nécessaire pour atténuer les effets du changement climatique sur l'économie mondiale et en limiter les externalités négatives, en particulier pour les générations futures.

Les avancées en recherche et innovation (R&I) ont permis le développement de nouvelles technologies, désormais en phase d'industrialisation. Dans un contexte de marché marqué par des incertitudes et des signaux-prix encore volatils, leur déploiement nécessite un soutien financier renforcé afin d'en assurer la compétitivité et la pérennité.