

SYNTHÈSE

COMPRENDRE LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE : CONCEPTS, RÉALITÉS PHYSIQUES, TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET POLYCRISE

Juillet 2026





Observatoire
de la sécurité des flux
et des matières énergétiques

L'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques est coordonné par l'IRIS, en consortium avec Cassini, dans le cadre d'un contrat avec la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées. Il consiste à analyser les stratégies énergétiques de trois acteurs déterminants : la Chine, les États-Unis et la Russie.

Le consortium vise également à proposer une vision géopolitique des enjeux énergétiques, en lien avec les enjeux de défense et de sécurité ; croiser les approches : géopolitique, économique et sectorielle ; s'appuyer sur la complémentarité des outils : analyse qualitative, données économiques et énergétiques, cartographie interactive ; réunir différents réseaux : académique, expertise, public, privé.

www.iris-france.org

© Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques - Tous droits réservés

AVERTISSEMENT : Les opinions et analyses exprimées dans ce livrable n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs. Elles ne sauraient représenter ou traduire une prise de position de l'organisme pilote de l'étude, de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie ou du ministère des Armées.

Le ministère des Armées fait régulièrement appel à des études externalisées auprès d'instituts de recherche privés, selon une approche géographique ou sectorielle venant compléter son expertise externe. Ces relations contractuelles s'inscrivent dans le développement de la démarche prospective de défense, qui, comme le souligne le dernier Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale, *« soit pouvoir s'appuyer sur une réflexion stratégique indépendante, pluridisciplinaire, originale, intégrant la recherche universitaire comme des instituts spécialisés »*.

Une grande partie de ces études sont rendues publiques et mises à disposition sur le site du ministère des Armées. Dans le cas d'une étude publiée de manière parcellaire, la Direction générale des relations internationales et de la stratégie peut être contactée pour plus d'informations.

À PROPOS DES AUTEURS ET AUTRICES DU RAPPORT



Emmanuel Hache / Responsable scientifique de l'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques (OSFME), Directeur de recherche, IRIS

Directeur de recherche à l'IRIS et responsable scientifique de l'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques. Il s'est spécialisé sur les questions relatives à la prospective énergétique et à l'économie des ressources naturelles.



Sami Ramdani / Coordinateur de l'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques (OSFME), co-responsable du programme Énergie et matières premières de l'IRIS

Sami Ramdani est spécialisé sur la géopolitique de l'énergie et des matières premières.



Alexandre Roussel / Chercheur à l'IRIS au sein du programme Énergie et matières premières

Alexandre Roussel est spécialisé dans la reconfiguration des flux énergétiques face aux transformations géopolitiques et au changement climatique.



Noor Bitat / Assistante de recherche, Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques (OSFME), IRIS

CARTOGRAPHE



Thomas Cattin / Doctorant en géopolitique et cartographe, Cassini

Doctorant en géopolitique et cartographe du cabinet CASSINI. Il est spécialisé sur les questions de frontière, de politique migratoire et de mobilisation xénophobe au Mexique et aux États-Unis.

LES CONCEPTS DE SÉCURITÉ, AUTONOMIE ET INDÉPENDANCES ÉNERGÉTIQUES

La sécurité énergétique ne se réduit ni à la disponibilité physique d'une ressource, ni à un prix de marché, ni à un taux d'indépendance nationale. Elle constitue un concept stratifié, qui articule plusieurs niveaux d'analyse : la continuité des approvisionnements, l'abordabilité de l'énergie, la vulnérabilité des infrastructures, l'exposition aux chocs géopolitiques, les dépendances industrielles, la capacité de décision publique et la résilience des systèmes. La définition classique, centrée sur la disponibilité ininterrompue de l'énergie à un prix abordable, reste utile pour comprendre l'héritage des chocs pétroliers, mais elle ne suffit plus à rendre compte des crises contemporaines. **La guerre en Ukraine, la reconfiguration des flux de gaz et de Gaz naturel liquéfié (GNL), la volatilité des prix de l'électricité, les risques cyber et climatiques sur les infrastructures, ainsi que les dépendances nouvelles liées aux technologies bas-carbone et aux matériaux critiques montrent que la sécurité énergétique porte désormais sur l'ensemble des systèmes énergétiques vitaux.**

Cette complexification impose de distinguer plusieurs notions souvent confondues. La sécurité énergétique constitue **le cadre le plus englobant**, puisqu'elle renvoie à la vulnérabilité des systèmes énergétiques et à leur capacité à maintenir des services essentiels malgré une perturbation. La souveraineté énergétique désigne moins un volume d'énergie produit nationalement qu'**une capacité politique à orienter les choix structurants du système** : mix énergétique, infrastructures, stocks, règles de marché, filières industrielles et degré d'acceptation des dépendances. L'autonomie énergétique renvoie aux **marges de manœuvre disponibles dans l'interdépendance**, par la diversification des fournisseurs, les routes alternatives, les capacités de substitution, le stockage ou la relocalisation ciblée de segments critiques. L'indépendance énergétique, concept plus étroit, mesure surtout la part de production domestique dans la consommation nationale, mais elle ne dit rien, à elle seule, des dépendances aux technologies, aux capitaux, aux composants, aux logiciels ou aux métaux critiques. La résilience complète enfin cette architecture, en qualifiant la capacité d'un système à absorber un choc, fonctionner en mode dégradé, rétablir ses fonctions essentielles et se transformer lorsque la crise révèle une fragilité structurelle.

L'histoire de la sécurité énergétique ne correspond pas à un élargissement linéaire du concept, mais à une sédimentation de vulnérabilités successives. Le premier régime se forme au début du XXe siècle autour du pétrole et de ses usages militaires, lorsque la puissance navale et la mobilité des armées rendent décisifs le contrôle des ressources, des routes maritimes, des concessions et des détroits. Les chocs pétroliers des années 1970 déplacent ensuite la sécurité énergétique vers un registre macroéconomique : une rupture de flux ou une hausse brutale des prix ne menace plus seulement les approvisionnements stratégiques, mais l'ensemble des variables économiques, notamment l'inflation, les coûts industriels, les

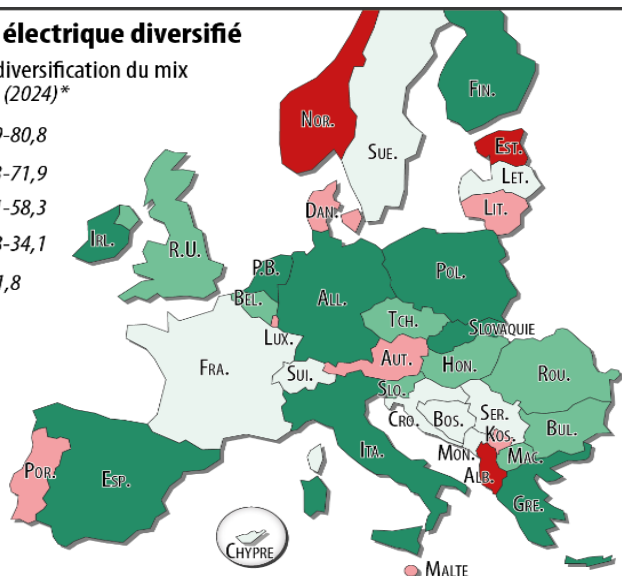
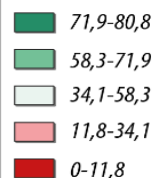
finances publiques, la balance commerciale et le pouvoir d'achat. La création de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), les stocks stratégiques et les politiques de diversification traduisent alors la volonté des pays consommateurs de stabiliser leurs économies face au pouvoir de marché des pays producteurs.

Les trajectoires nationales montrent toutefois que **la sécurité énergétique n'est jamais conceptualisée de manière uniforme**. Les différences observées au sein de l'Union européenne (UE) démontrent que **la sécurité énergétique est toujours retravaillée par la géographie des ressources, l'histoire des consommations, la construction du mix énergétique, les infrastructures disponibles et les représentations collectives de ce qui doit être protégé**.

Des facteurs de sécurité électrique qui révèlent des disparités européennes

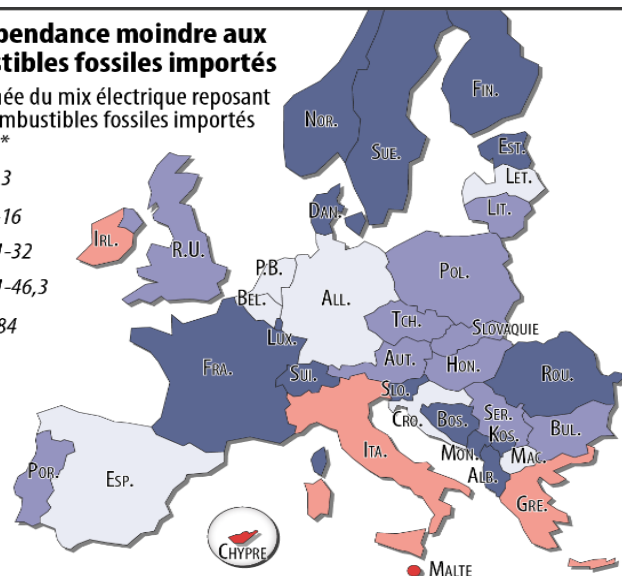
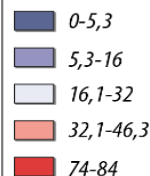
Un parc électrique diversifié

Indice de diversification du mix électrique (2024)*



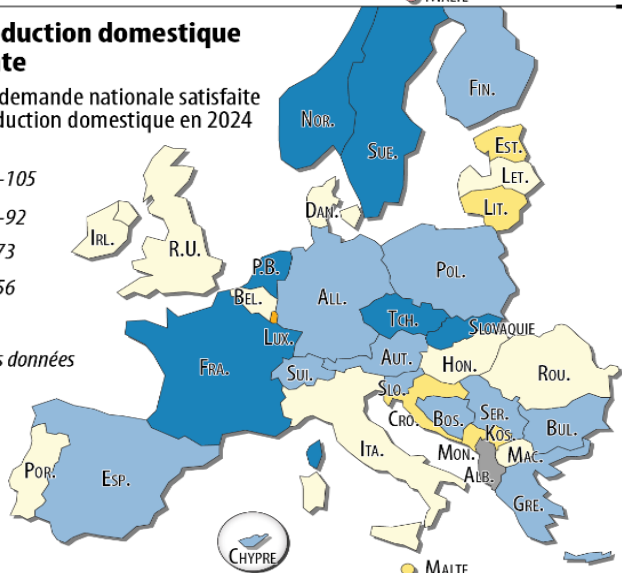
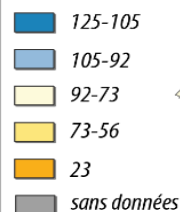
Une dépendance moindre aux combustibles fossiles importés

Part estimée du mix électrique reposant sur des combustibles fossiles importés (% 2024)**



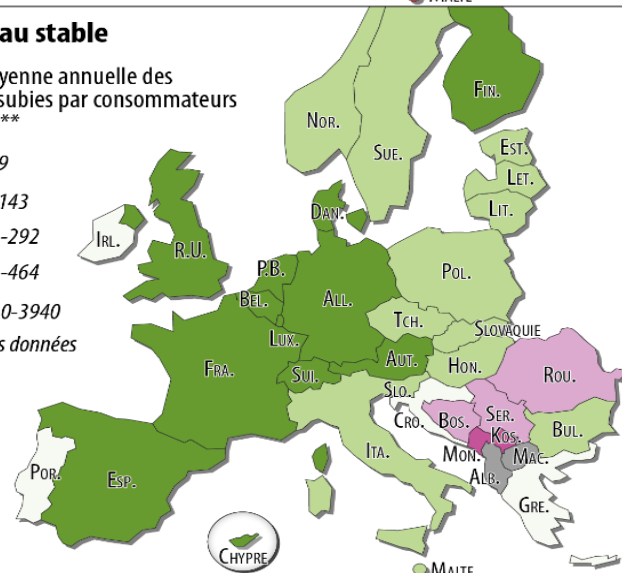
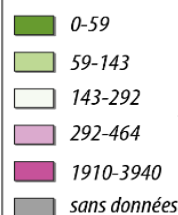
Une production domestique suffisante

Part de la demande nationale satisfaite par la production domestique en 2024 (% 2024)



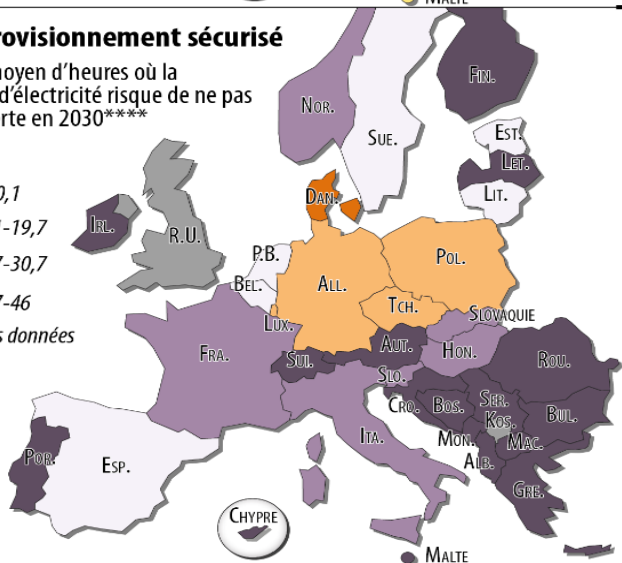
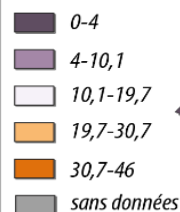
Un réseau stable

Durée moyenne annuelle des coupures subies par consommateurs (minutes)***



Un approvisionnement sécurisé

Nombre moyen d'heures où la demande d'électricité risque de ne pas être couverte en 2030****



*Indice de Herfindahl-Hirschman (HHI) inversé: plus la valeur est proche de zéro, plus le mix électrique est concentré autour d'une seule source. À l'inverse, plus elle est proche de 100, plus le mix est réparti entre plusieurs sources.

**Les combustibles nucléaires ne sont pas pris en compte : bien que leur chaîne d'approvisionnement présente certains goulots d'étranglement et reste exposée aux risques géopolitiques, les faibles volumes concernés, la facilité de stockage, les possibilités de recyclage et la durée des contrats de fourniture réduisent le risque de rupture.

*** Indice de durée moyenne d'interruption du service (SAIDI): Plus la valeur est élevée, plus la continuité du service électrique est dégradée. Les valeurs peuvent être affectées par des événements exceptionnels.

****Indice de durée attendue de défaillance du système électrique (LOLE): estime le nombre d'heures pendant lesquelles l'offre d'électricité pourrait ne pas couvrir la demande. Il prend en compte les capacités de production disponibles, les indisponibilités imprévues, la variabilité météo des renouvelables, le stockage et la flexibilité, l'évolution de la demande, ainsi que les échanges permis par les interconnexions. Plus la valeur est élevée, plus le risque de tension sur l'adéquation du système est important.



Réalisation: Cassini, juin 2026

Sources: Eurostat, Ember, ENTO-E (EERA 2024), CEER-ECRB (2022)

La libéralisation des marchés, l'intégration européenne et le développement des infrastructures gazières et électriques ont ensuite transformé l'interdépendance en principe d'organisation de la sécurité énergétique. Les marchés intégrés, les contrats de long terme, les interconnexions et les signaux-prix ont été présentés comme des instruments d'efficacité, de diversification et de stabilité. Mais les crises récentes en révèlent l'ambivalence : **une infrastructure peut sécuriser un acteur tout en fragilisant un autre ; un marché liquide peut diversifier les routes tout en exposant les consommateurs à la concurrence mondiale sur les prix ; une dépendance longtemps jugée rationnelle peut devenir une vulnérabilité stratégique lorsque le contexte géopolitique change.** Nord Stream illustre cette ambivalence : conçu par l'Allemagne comme un outil de sécurisation des approvisionnements et de contournement des risques de transit, il a été perçu par l'Ukraine et la Pologne comme une infrastructure de vulnérabilisation stratégique. Le GNL produit **une autonomie sous contrainte** : il diversifie les routes et réduit la dépendance à un gazoduc fixe, mais expose les acheteurs européens aux arbitrages mondiaux de prix et à la concurrence asiatique pour les cargaisons disponibles.

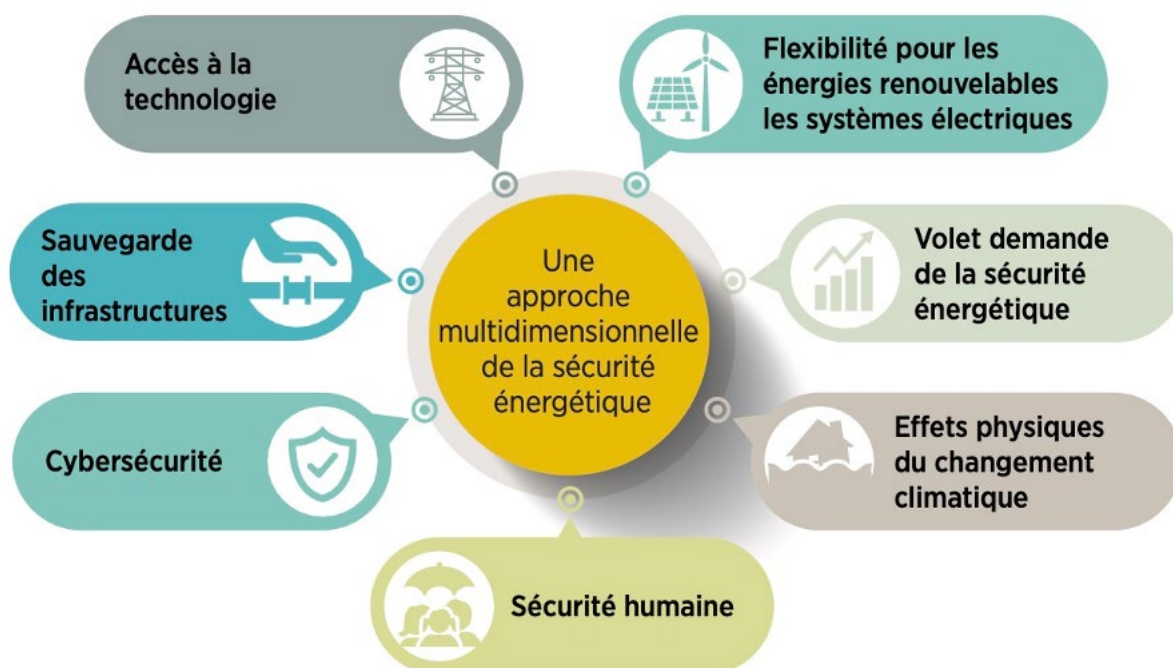
Tableau 1 : les notions associées à la sécurité énergétique

Notion	Question centrale	Ce que cela désigne	Ce que cela permet de voir
Sécurité énergétique	Que faut-il protéger pour garantir la continuité des fonctions vitales ?	L'exposition des systèmes énergétiques vitaux aux chocs et leur capacité à maintenir des services essentiels	Les vulnérabilités qui pèsent sur les flux, les infrastructures, les prix, les usages, les marchés, les territoires et les chaînes de valeur
Souveraineté énergétique	Qui décide des orientations structurantes du système énergétique ?	La capacité politique à orienter le mix, les infrastructures, les stocks, les règles de marché, les filières industrielles et les dépendances jugées acceptables ou non	Le retour de l'État, les arbitrages entre marché et puissance publique, ainsi que la manière dont certaines infrastructures ou dépendances deviennent stratégiques
Autonomie énergétique	Quelles marges de manœuvre conserve-t-on dans l'interdépendance ?	La capacité à choisir, diversifier ou réduire ses contraintes sans prétendre supprimer toute dépendance	Les options disponibles face aux dépendances : diversification des fournisseurs, substitution, stockage, réduction de la demande, mutualisation

			européenne ou relocalisation ciblée.
Indépendance énergétique	Quelle part de l'énergie consommée est produite sur le territoire ?	Un indicateur statistique rapportant la production domestique à la consommation intérieure	La dépendance apparente aux importations d'énergie, mais seulement de manière partielle
Résilience énergétique	Que se passe-t-il lorsque le choc ne peut pas être entièrement évité ?	La capacité d'un système à absorber une perturbation, fonctionner en mode dégradé, rétablir ses fonctions essentielles et se transformer si nécessaire	Les effets de cascade, la continuité minimale des services, l'apprentissage après crise et l'adaptation des infrastructures, des organisations et des territoires

Cette histoire explique enfin le **décalage entre la nature systémique des vulnérabilités contemporaines et le caractère fragmenté de la gouvernance internationale de l'énergie**. Il n'existe pas d'organisation mondiale régulant l'ensemble des marchés énergétiques, des infrastructures, des technologies bas-carbone, des chaînes industrielles et des matériaux critiques. L'AIE reste marquée par son origine de club de pays consommateurs de l'OCDE, construit autour de la sécurité pétrolière et des stocks stratégiques. L'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) et l'OPEP+ demeurent centrées sur la gestion des volumes et des prix du pétrole. L'Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA) promeut les renouvelables, l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et l'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) traitent du nucléaire, le Conseil mondial de l'énergie et le Forum international de l'énergie favorisent le dialogue, mais sans mécanisme contraignant de gouvernance globale. **La sécurité énergétique est donc devenue un problème systémique, alors qu'elle reste gouvernée par des institutions sectorielles, héritées d'une histoire principalement pétrolière, nationale et segmentée.**

Figure 1 – Approche multidimensionnelle de la sécurité énergétique



Source : International Renewable Energy Agency (IRENA), Géopolitique de la transition énergétique : la sécurité énergétique, Abou Dhabi : IRENA, 2024, 54.

LES RÉALITÉS PHYSIQUES DERRIÈRE LE CONCEPT DE SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE

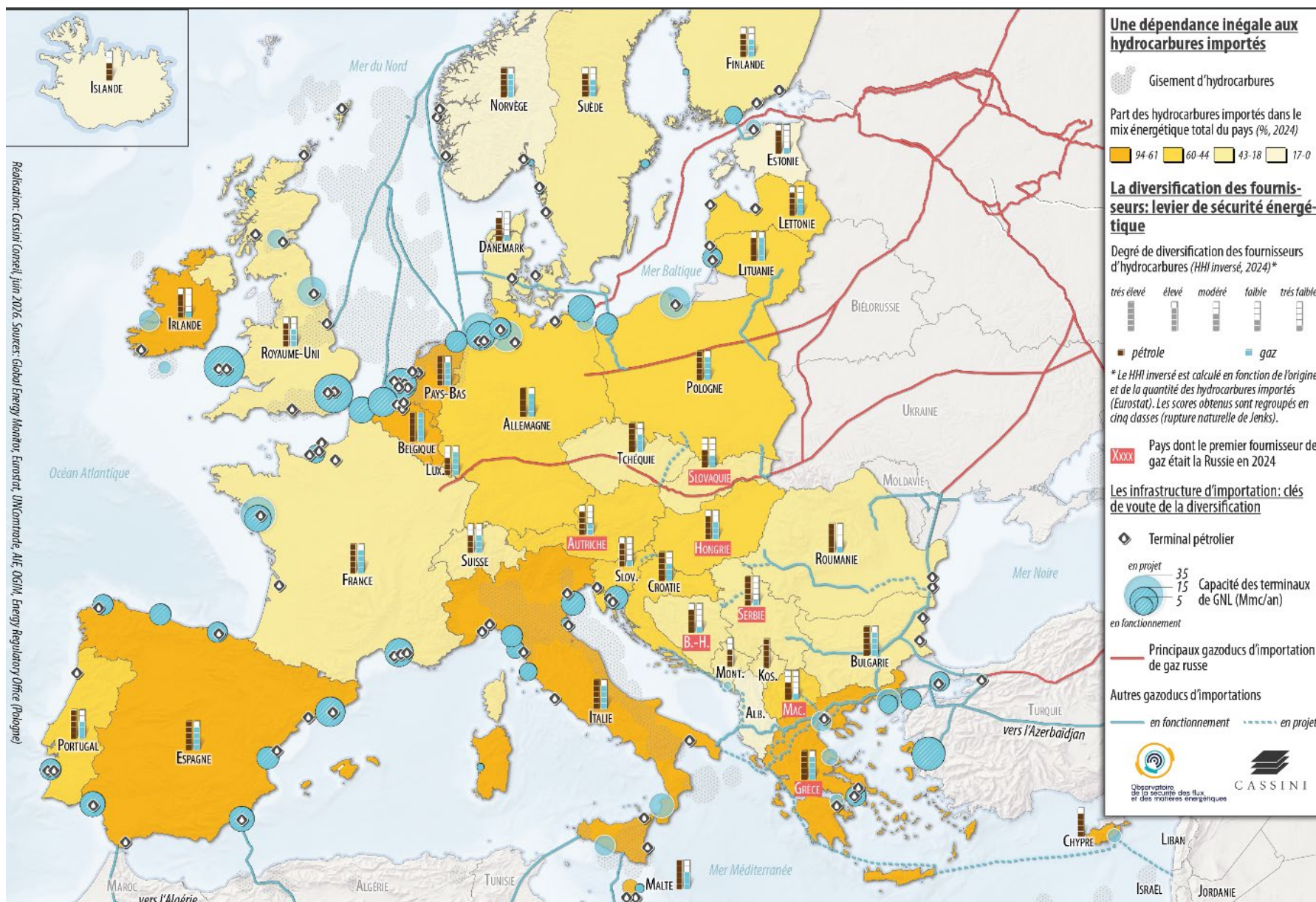
Les infrastructures sont les déterminants techniques des flux énergétiques, que ce soit en calibrant leurs volumes ou leurs orientations géographiques. L'architecture du réseau composé par ces infrastructures est un paramètre majeur des risques pesant sur l'approvisionnement énergétique et sur la résilience de ce réseau. **Puisque les infrastructures sont les déterminants techniques des flux énergétiques, leur contrôle confère un pouvoir certain sur la gestion des flux à leur propriétaire et/ou opérateur.** L'encadrement de ces acteurs par des normes précises et des autorités de régulation à même de faire appliquer ces normes est donc essentiel à la sécurité énergétique d'un pays.

La protection physique des systèmes énergétiques est un enjeu de plus en plus pesant. **L'Ukraine apparaît comme un cas d'école permettant d'identifier les facteurs de résilience d'un système énergétique pris pour cible.** Parmi ceux-ci nous pouvons noter la redondance de l'architecture électrique, la décentralisation du système et notamment des capacités de production, l'installation de protections physiques pour abriter certaines infrastructures des attaques par drones ou missiles, la sécurisation des données numériques du système énergétique, la constitution de stocks de matériels destinés à l'entretien et à la réparation des

infrastructures et la disponibilité des ressources humaines permettant de réaliser l'entretien et les réparations.

La compétitivité de l'Europe est vulnérable à la volatilité des prix des énergies fossiles qu'elle importe massivement. **L'interdépendance des marchés gaziers mondiaux et l'exposition croissante du marché européen au marché spot expliquent pourquoi l'UE subit un choc de prix engendré par la fermeture du détroit d'Ormuz** alors même que le Qatar ne représentait que 3,8 % de ses importations en 2025. **Cette situation expose les limites de la stratégie de diversification des approvisionnements.** Ainsi, pour se protéger des ruptures d'approvisionnement en hydrocarbures et de la volatilité de leurs prix, la solution optimale semble être de décarboner la production électrique et d'électrifier les usages, notamment celui du transport, premier secteur consommateur de pétrole.

Sécuriser des systèmes énergétiques dépendants des hydrocarbures importés : le cas européen



Mais la politique de transition énergétique engagée par l'UE a été décrite par une partie de la littérature des « *Energy studies* » comme le remplacement d'une dépendance aux importations de combustibles fossiles par une dépendance aux importations de minerais, métaux et de technologies bas-carbone. Cette transition laisse apparaître la Chine en principale menace car celle-ci domine largement ces filières. **Alors que les systèmes énergétiques basés sur les hydrocarbures reposent sur la sécurité de l'approvisionnement énergétique, la transition vers des systèmes énergétiques décarbonés semble faire évoluer la problématique sécuritaire vers la sécurité d'approvisionnement en équipements énergétiques.** La transition énergétique nécessite la maîtrise de chaînes d'approvisionnement plus complexes que celles des combustibles fossiles, impliquant plus de matières premières et de technologies. Dans ce contexte, les rivalités géopolitiques se matérialisent au travers de politiques industrielles interventionnistes.

Les normes sont un outil de hiérarchisation des pouvoirs. Tandis que les États-Unis, en tant que chef de file des pétro-États, exercent des pressions diplomatiques afin d'empêcher l'émergence de normes défavorables au secteur des hydrocarbures, la Chine, elle, façonne déjà l'environnement normatif des systèmes énergétiques bas carbone et électrifiés. L'adoption de ces normes oriente l'innovation, bloque en partie les substituabilités et accroît les coûts de sortie pour les secteurs qui les adoptent. Ces conséquences ont un impact géopolitique puisqu'elles engendrent une interopérabilité asymétrique qui donne un avantage compétitif au fournisseur ce qui cimente la dépendance aux importations et fait obstacle à l'émergence d'une industrie locale des technologies bas-carbone.

LA SÉCURITÉ ÉNERGÉTIQUE À L'ÉPREUVE D'UNE DOUBLE DYNAMIQUE : LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET LA POLYCRISE

Dans un contexte où les crises énergétiques de 2022 et 2026 sont issues d'une contraction de l'offre gazière et pétrolière, **la transition énergétique est de plus en plus perçue comme un moyen de renforcer la sécurité énergétique.** Les gouvernements tentent donc d'accélérer la transition énergétique dans le but de réduire la dépendance de leur pays aux énergies fossiles et l'exposition aux risques qui les accompagnent.

Cependant, la transition bas-carbone transforme les enjeux liés à la sécurité énergétique. Si elle participe à réduire le risque principal qui pèse sur cette dernière aujourd'hui et qui concerne les hydrocarbures, **elle complexifie le système énergétique et fait apparaître de nouveaux risques** – tels que la dépendance à de nouvelles énergies et à leur importation – et en amplifie d'autres – tels que les attaques cybers –, ce qui questionne le gain réel de cette transformation sur le plan de la sécurité énergétique.

Quelle sécurité pour les approvisionnements électriques des pays européens ?

Une sécurité électrique à plusieurs vitesses dans un réseau interconnecté

Sécurité électrique par pays (voir ci-contre)

- Très forte (87,6-81,8)
- Forte (81,8-76)
- Intermédiaire (76-69)
- Faible (69-58)
- Très faible (48,4, Malte)
- sans données

Origine et zone affectée par un blackout transfrontalier (10 dernières années)

Principale cyberattaque ayant ciblé le(s) système(s)/entreprises électrique(s) (depuis 2014)

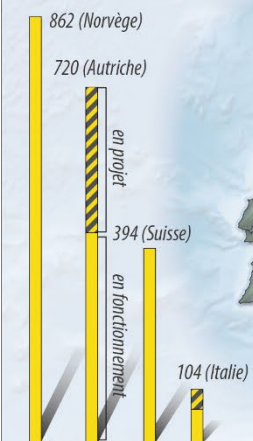
Interconnecter et moderniser le réseau, intégrer les EnR: la réponse européenne

Interconnexion transfrontalière et ligne haute tension en projet (Projet d'Intérêt Commun)

Projets de smart grid (PCI)

Xxxx Pays dont au moins 50% de la production est assurée par des EnR (2024)

Capacité de stockage d'électricité par pays (GWh, mécanique réversible, électrochimique, chimique et thermique)



L'indicateur de sécurité électrique

Notre **indice composite** a été calculé à partir de cinq variables couvrant la diversification du mix électrique, son exposition aux hydrocarbures importés, le degré d'autonomie électrique, la qualité des approvisionnements en électricité et le risque de non adéquation entre l'offre et la demande à l'horizon 2030. Le détail de chaque indicateur par pays est disponible dans l'autre carte incluse dans le rapport.

Un score entre 0 et 100 a été calculé par pays à partir de la moyenne des cinq variables, préalablement normalisées (minimum et maximum de l'échantillon). Les scores de l'indice composite sont ensuite répartis en cinq classes (ruptures naturelles de Jenks).

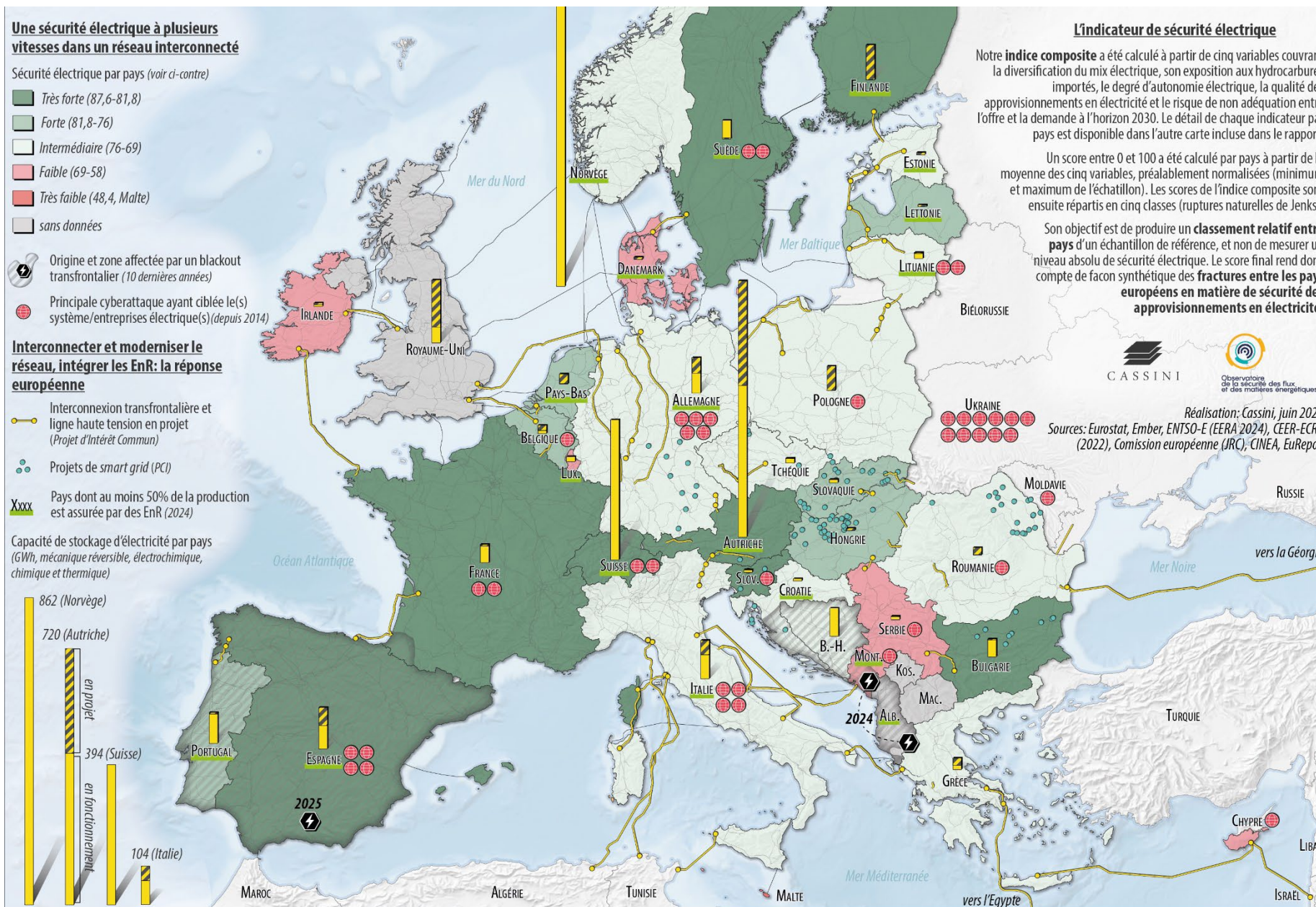
Son objectif est de produire un **classement relatif entre pays** d'un échantillon de référence, et non de mesurer un niveau absolu de sécurité électrique. Le score final rend donc compte de façon synthétique des **fractures entre les pays européens en matière de sécurité des approvisionnements en électricité**.

CASSINI

Observatoire
de la sécurité des flux
et des matières énergétiques

Réalisation: Cassini, juin 2026

Sources: Eurostat, Ember, ENTSO-E (EERA 2024), CEER-ECRB (2022), Commission européenne (JRC), CINEA, EuRepoC



Bien qu'il soit difficile de statuer sur le fait que la transition énergétique soit vectrice ou non de sécurité énergétique, il est néanmoins certain que la géopolitique de l'énergie et les risques associés à la sécurité énergétique évoluent avec la transition, laquelle ouvre aujourd'hui davantage de questions sur le plan géopolitique et sécuritaire qu'elle n'en ferme. Cette transformation tend par ailleurs à complexifier le système énergétique en augmentant le nombre d'acteurs et de systèmes susceptibles de compromettre la sécurité énergétique.

De plus, la multitude de crises – ou **polycrise** – à laquelle nous faisons face de manière croissante aujourd'hui remet également la question de la sécurité énergétique sur le devant de la scène. **Cette dynamique met à l'épreuve tant les énergies fossiles que renouvelables.** Les impacts du changement climatique, les crises économiques et le poids de la dette, les attaques cybers, les sabotages ou les conflits géopolitiques sont autant de risques qui laissent craindre une hausse des contraintes sur le système énergétique dans les années à venir.

La polycrise a des impacts d'autant plus importants sur le système énergétique que ce dernier est fortement couplé. **L'optimisation et les interconnexions qui caractérisent le système énergétique actuel et qui permet d'importants gains économiques en période de stabilité se retrouvent être source de vulnérabilités en période d'instabilité.** Une mutation du système énergétique susceptible de s'adapter à cette polycrise est nécessaire et inéluctable, elle doit se faire en adoptant une compréhension large des enjeux de la polycrise – au-delà du seul défi climatique – dans le but de proposer un nouveau système moins couplé qui accorde plus d'importance à la sécurité énergétique. Bien qu'elle soit aujourd'hui mise en œuvre principalement en période de crise, **une sobriété planifiée serait bénéfique sur le plan de la sécurité énergétique et permettrait de réduire les vulnérabilités du système énergétique.**

L'ANALYSE GÉOPOLITIQUE DES ENJEUX ÉNERGÉTIQUES EN MATIÈRE DE DÉFENSE ET DE SÉCURITÉ

L'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques est coordonné par l'IRIS, en consortium avec Cassini, dans le cadre d'un contrat réalisé pour le compte de la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées. Il est coordonné par Sami Ramdani, chercheur à l'IRIS, et rassemble une équipe d'une vingtaine de chercheurs et professionnels.



www.iris-france.org

