



Conseil de
l'Union européenne

**Bruxelles, le 29 février 2024
(OR. en)**

7172/24

**RECH 94
IND 118
MI 231
COMPET 248**

NOTE DE TRANSMISSION

Origine:	Pour la secrétaire générale de la Commission européenne, Madame Martine DEPREZ, directrice
Date de réception:	28 février 2024
Destinataire:	Madame Thérèse BLANCHET, secrétaire générale du Conseil de l'Union européenne
N° doc. Cion:	COM(2024) 98 final
Objet:	COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS Matériaux avancés pour assurer la primauté industrielle

Les délégations trouveront ci-joint le document COM(2024) 98 final.

p.j.: COM(2024) 98 final



Bruxelles, le 27.2.2024
COM(2024) 98 final

**COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU
CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ
DES RÉGIONS**

Matériaux avancés pour assurer la primauté industrielle

COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS

Matériaux avancés pour assurer la primauté industrielle

1. INTRODUCTION

Par la présente communication, la Commission définit une stratégie européenne visant à garantir la primauté industrielle dans le domaine des matériaux avancés, considérés comme une technologie générique clé. Les matériaux ont façonné le développement humain dès l'âge de la pierre. Grâce à la compréhension scientifique et à la puissance de calcul actuelles, il est possible de développer des matériaux présentant des performances supérieures ou des fonctions spéciales avec une rapidité sans précédent. **Ces matériaux conçus et élaborés intentionnellement sont appelés *matériaux avancés* par l'OCDE⁽¹⁾.**

Les matériaux avancés représentent un facteur important pour la compétitivité des industries européennes⁽²⁾ et constituent des éléments essentiels pour **la résilience et l'autonomie stratégique ouverte de l'UE**. Ils figurent dans la liste des 10 domaines technologiques critiques pour la sécurité économique de l'Union⁽³⁾.

Les matériaux avancés offrent une multitude de solutions pour une mise en œuvre réussie du pacte vert pour l'Europe. Ils stimulent les innovations dans les nouvelles technologies énergétiques propres prévues dans le règlement pour une industrie «zéro net» et peuvent potentiellement remplacer certaines matières premières critiques, contribuant ainsi à la réalisation des objectifs du règlement sur les matières premières critiques. Les matériaux avancés peuvent également remplacer des substances dangereuses, améliorer la performance environnementale des produits et des procédés, et favoriser la circularité. Ils renforcent donc la transition de notre économie et de notre industrie à bien des égards; en contribuant à la stratégie pour la durabilité dans le domaine des produits chimiques, au plan d'action en faveur de l'économie circulaire et à la mise en œuvre de la législation «Ajustement à l'objectif 55». Ils sont également essentiels dans le cadre du règlement sur les semi-conducteurs, compte tenu de leur rôle dans la prochaine génération de technologies des semi-conducteurs. Les matériaux avancés jouent également un rôle primordial dans des domaines tels que l'espace et la défense du fait de leurs propriétés améliorées dans des environnements difficiles, renforçant ainsi la sûreté, la sécurité et la protection du personnel tout en permettant la fonctionnalité d'équipements et d'infrastructures stratégiques. Ils offrent également des applications potentielles dans l'agriculture (par exemple, pour le remplacement des pesticides), dans l'agroalimentaire (par exemple, pour l'emballage) ou dans les produits pharmaceutiques et les soins de santé.

⁽¹⁾ On entend par matériaux avancés les matériaux qui sont conçus de manière rationnelle pour obtenir i) des propriétés nouvelles ou améliorées et/ou ii) des caractéristiques structurelles ciblées ou améliorées dans le but de produire des performances fonctionnelles spécifiques ou améliorées. Il s'agit à la fois de nouveaux matériaux fabriqués émergents (matériaux de haute technologie) et de matériaux fabriqués à partir de matériaux traditionnels (matériaux de faible technologie). Description fonctionnelle de l'OCDE sur les matériaux avancés [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2022\)29/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2022)29/en/pdf) OECD working description on advanced materials [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2022\)29/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2022)29/en/pdf)

⁽²⁾ Materials 2030 Manifesto <https://www.ami2030.eu/wp-content/uploads/2022/06/advanced-materials-2030-manifesto-Published-on-7-Feb-2022.pdf>

⁽³⁾ Domaines technologiques critiques pour la sécurité économique de l'Union en vue d'une évaluation approfondie des risques avec les États membres, C(2023) 6689 final

La présente communication sera complétée par l'initiative à venir en faveur des biotechnologies et de la production de produits biologiques dans le cadre de la transition vers des matières premières de substitution dans le but de produire des matériaux avancés et d'accroître l'utilisation de sources et matériaux renouvelables pour leur production.

La demande en faveur de matériaux avancés devrait augmenter considérablement dans les années à venir⁽⁴⁾, par exemple pour la production d'énergie renouvelable⁽⁵⁾, les batteries⁽⁶⁾, les bâtiments à émissions nulles⁽⁷⁾, les semi-conducteurs⁽⁸⁾, les médicaments et dispositifs médicaux, les satellites, les lanceurs d'engins spatiaux ou d'aéronefs, ou encore pour d'autres applications à double usage ainsi que pour les équipements de défense.

L'Europe doit mener à bien la double transition **afin de maintenir sa primauté industrielle mondiale et de parvenir à une autonomie stratégique ouverte**. Pour contribuer à la réalisation de cet objectif, l'UE devrait: **i) intensifier la recherche et le développement technologique dans le domaine des matériaux avancés; ii) renforcer ses capacités d'innovation et de production; et iii) accélérer l'utilisation des matériaux avancés par l'industrie**. Cela nécessite la création d'un environnement qui, d'une part, s'appuie sur les atouts existants et préserve les investissements dans la recherche et l'innovation ainsi que la production dans l'UE et, d'autre part, stimule la compétitivité, la résilience et la croissance dans le domaine des matériaux avancés et de la fabrication.

L'**objectif général de la présente communication** est donc de créer **un écosystème dynamique, sûr et inclusif pour les matériaux avancés en Europe**, qui non seulement assure une primauté en matière de recherche mais accélère aussi les innovations sur le marché unique. À cette fin:

- (1) les priorités européennes, nationales et régionales en matière de recherche et d'innovation dans le domaine des matériaux avancés doivent être coordonnées dans le cadre d'une approche européenne et les investissements privés doivent être considérablement renforcés;
- (2) les innovateurs et les petites et moyennes entreprises doivent bénéficier d'un soutien pour concevoir et tester des matériaux présentant des performances et des propriétés supérieures en matière de circularité et de durabilité;
- (3) le déploiement à plus grande échelle et plus rapide de matériaux avancés doit servir de catalyseur du marché aux fins de la double transition et renforcer la résilience et la sécurité économique de l'UE.

2. DEFIS A RELEVER EN VUE DE LA CREATION D'UN ECOSYSTEME INCLUSIF POUR LES MATERIAUX AVANCES

Pour atteindre ces objectifs, l'Europe doit relever les défis ci-après.

- (1) **La fragmentation de l'écosystème de la recherche et de l'innovation (R&I):** l'UE occupe traditionnellement la première place sur la scène mondiale dans le

⁽⁴⁾ Supply chain analysis and material demand forecast in strategic technologies and sectors in the EU – A foresight study, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/386650, JRC132889

⁽⁵⁾ Plan d'action de l'UE en matière d'énergie éolienne, COM(2023) 669 final

⁽⁶⁾ https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/batteries_en?prefLang=fr

⁽⁷⁾ [https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/12/07/fit-for-55-council-and-parliament-reach-deal-on-proposal-to-revise-energy-performance-of-buildings-directive//](https://www.consilium.europa.eu/fr/press/press-releases/2023/12/07/fit-for-55-council-and-parliament-reach-deal-on-proposal-to-revise-energy-performance-of-buildings-directive/)

⁽⁸⁾ Règlement (UE) 2021/694 sur les puces

domaine de la science des matériaux, grâce à la fois: i) au soutien considérable offert dans le cadre de programmes nationaux couvrant différents domaines d'application; et ii) aux programmes-cadres de l'UE en faveur de la R&I. Cependant, seule une petite minorité d'États membres ont élaboré des stratégies spécifiques dans le domaine des matériaux, tandis que d'autres intègrent la recherche sur les matériaux dans des programmes nationaux généraux. En l'absence de stratégie commune et coordonnée, les ressources publiques consacrées à la R&I dans les matériaux avancés sont fragmentées et ne renforcent pas suffisamment la compétitivité et la capacité d'innovation de l'UE dans le cadre de la double transition et aux fins de la résilience de l'UE.

- (2) **Les investissements privés ne sont pas à la hauteur des besoins croissants:** le plan industriel du pacte vert souligne la nécessité pour l'UE de veiller à ce que ses marchés des capitaux puissent soutenir le volume et la diversité des financements dont les entreprises de l'UE ont besoin dans des secteurs stratégiques. Les investissements industriels de l'UE dans la R&I ne se situent même pas à la moitié des investissements réalisés aux États-Unis d'Amérique (19,8 milliards d'EUR d'investissements en 2020 contre 50,3 milliards d'EUR), et sont talonnés par la Corée du Sud et le Japon (avec respectivement 19,6 milliards d'EUR et 14,0 milliards d'EUR), tandis que les investissements de l'industrie chinoise sont plus faibles (7,7 milliards d'EUR)⁽⁹⁾. En outre, la position mondiale de l'UE en matière de brevets industriels s'affaiblit de sorte que l'UE occupait en 2019 la cinquième place derrière les États-Unis, le Japon, la Corée du Sud et la Chine⁽⁹⁾.
- (3) **Un manque de progrès dans le cadre de la circularité et de l'efficacité des matériaux:** le taux d'utilisation circulaire des matériaux dans l'UE stagne actuellement en dessous de 12 %⁽¹⁰⁾ tandis que la R&I dans les matériaux n'est toujours pas suffisamment axée sur la circularité, par exemple en raison d'un manque de connaissance approfondie des flux de matériaux. La durabilité et la circularité sont importantes pour renforcer la transition de notre économie et de notre industrie ainsi que pour maintenir la compétitivité de nos entreprises sur le marché mondial. Elles sont essentielles pour atteindre les objectifs du règlement sur l'écoconception pour des produits durables et du règlement sur les matières premières critiques. Il conviendrait de faire en sorte que les nouveaux matériaux avancés soient «sûrs et durables dès la conception»⁽¹¹⁾ afin de réaliser les ambitions du pacte vert pour l'Europe en faveur d'une pollution nulle et d'un environnement exempt de substances toxiques.
- (4) **De longs processus d'innovation et un niveau de numérisation insuffisant:** le développement de matériaux avancés à l'aide de méthodes conventionnelles peut prendre entre 10 et 30 ans⁽¹²⁾. La numérisation de la recherche et du développement peut potentiellement accélérer la découverte de matériaux innovants, tandis que l'Europe pourrait bénéficier d'une meilleure exploitation des outils numériques dans ce domaine. Par exemple, le pouvoir de l'intelligence artificielle a récemment

⁽⁹⁾ Industrial R&D&I investments and market analysis in advanced materials https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581_en. Les chiffres incluent les investissements industriels dans les matériaux industriels avancés, à l'exclusion du secteur pharmaceutique.

⁽¹⁰⁾ Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/web/circular-economy/monitoring-framework>

⁽¹¹⁾ Recommandation (UE) 2022/2510 établissant un cadre européen d'évaluation des produits chimiques et des matériaux «sûrs et durables dès la conception»

⁽¹²⁾ Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. and Scapolo, F., *Towards a green and digital future*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2022, doi:10.2760/54, JRC129319

aidé les chercheurs à prévoir près de 400 000 structures cristallines stables, ouvrant ainsi la voie à des progrès significatifs dans les domaines de l'énergie propre et de l'électronique⁽¹³⁾. La rapidité et la complexité de l'innovation s'intensifient et d'importants investissements en capital sont nécessaires pour développer et fabriquer des matériaux avancés.

- (5) **Une déconnexion entre la recherche innovante et l'adoption de solutions innovantes dans les applications et procédés industriels:** l'écart entre la recherche novatrice et l'application industrielle a pour conséquence de restreindre la collaboration et de limiter l'alignement stratégique, ce qui entrave l'intégration des matériaux avancés dans les industries. En l'absence de liens et de synergies solides entre les besoins industriels et les ambitions en matière de recherche, la position de chef de file de l'Union européenne dans le domaine de l'innovation est menacée, de sorte que les industries se retrouvent dans une situation où elles peinent à adopter des solutions reposant sur des matériaux avancés.
- (6) **Un manque d'infrastructures d'essai et d'expérimentation:** les infrastructures technologiques dotées d'installations d'expérimentation, de prototypage, d'essai et de pilotage contribuent à accélérer la mise sur le marché des produits. Les industries technologiques, notamment les start-ups et les petites et moyennes entreprises (PME), peuvent rarement se permettre des infrastructures internes, de sorte qu'elles ont besoin d'un meilleur accès à ces installations afin de pouvoir valider et optimiser les technologies nouvelles et essentielles avant leur commercialisation. Afin de répandre l'excellence dans toute l'Europe et de promouvoir une participation plus large à l'Espace européen de la recherche, il est important de relier les infrastructures qui existent dans différentes régions et de favoriser leur spécialisation intelligente⁽¹⁴⁾.
- (7) **La nécessité de normes harmonisées:** les normes revêtent une importance particulière lorsqu'il s'agit: i) de renforcer la confiance des investisseurs et des consommateurs dans de nouvelles solutions innovantes; et ii) de permettre la numérisation. Ainsi, les avancées dans la transition numérique sont entravées par la prolifération d'approches divergentes en matière de numérisation, notamment en ce qui concerne la description et les formats des données. Afin de favoriser l'adoption par le marché et de faciliter le processus réglementaire, il est tout aussi important de garantir l'harmonisation des normes relatives à la caractérisation et à la performance des matériaux ainsi qu'aux méthodes d'évaluation de la sécurité et de la durabilité.
- (8) **Un manque de compétences:** pour accroître la capacité d'innovation et la production de matériaux avancés, il est nécessaire que les chercheurs et les travailleurs possèdent des compétences techniques au sein de l'UE dans toute une série de disciplines. Toutefois, les niveaux de pénurie de main-d'œuvre et de compétences, comme indiqué dans le plan industriel du pacte vert⁽¹⁵⁾, ont doublé entre 2015 et 2021 dans les secteurs considérés comme essentiels pour la transition écologique. Cette situation est amplifiée par la sous-représentation des femmes dans les sous-domaines des sciences, de la technologie, de l'ingénierie et des

⁽¹³⁾ Peplow, M., *Google AI and robots join forces to build new materials*, Nature, 2023, doi:<https://doi.org/10.1038/d41586-023-03745-5>, <https://www.nature.com/articles/d41586-023-03745-5>

⁽¹⁴⁾ https://ec.europa.eu/regional_policy/policy/communities-and-networks/s3-community-of-practice_en

⁽¹⁵⁾ Un plan industriel du pacte vert pour l'ère du zéro émission nette, COM(2023) 62 final

mathématiques (STIM), autant de disciplines particulièrement pertinentes pour les matériaux avancés. Le renforcement du vivier de professionnels est particulièrement important pour les technologies profondes et propres. Des fondateurs qualifiés sont nécessaires pour les start-ups⁽¹⁶⁾, de même que pour renforcer les compétences des chercheurs et des travailleurs dans l'utilisation des outils numériques, dont l'IA.

Dans ce contexte, la présente communication s'articule autour de cinq piliers: i) la R&I européenne dans les matériaux avancés: un tremplin pour la double transition, la résilience de l'Union et l'autonomie stratégique ouverte; ii) une procédure accélérée du laboratoire à la fabrication; iii) l'augmentation des investissements en capital et de l'accès au financement; iv) des mesures visant à encourager la production et l'utilisation de matériaux avancés; et v) un cadre général de gouvernance.

3. LA R&I EUROPEENNE DANS LES MATERIAUX AVANCES: UN TREMPLIN POUR LA DOUBLE TRANSITION, LA RESILIENCE DE L'UNION ET L'AUTONOMIE STRATEGIQUE OUVERTE

Pour accélérer le déploiement des technologies propres et de l'innovation deep tech en Europe, la résilience et l'autonomie stratégique ouverte de l'UE dans le domaine des technologies critiques, ainsi que des financements publics et privés dans la recherche fondamentale et la recherche appliquée jouent un rôle essentiel. Il convient dès lors de définir des priorités et des objectifs communs entre les États membres de l'UE, les pays associés et les parties prenantes de manière à: i) encourager l'innovation et la capacité de production dans le domaine des matériaux avancés; ii) renforcer la base scientifique et industrielle de l'Europe; iii) réduire la dépendance à l'égard des ressources critiques et iv) rechercher des synergies dans les activités liées aux matériaux avancés dans tous les secteurs.

L'Europe bénéficiera d'un écosystème inclusif pour les matériaux avancés où les parties prenantes pourront travailler ensemble, où les initiatives dispersées et non coordonnées seront évitées, et où le partage des connaissances et les activités d'apprentissage par les pairs seront encouragés.

Une approche stratégique commune facilitera également la coordination dynamique et l'alignement sur les objectifs clés. Une telle approche stratégique commune favorisera la coopération, l'apprentissage mutuel et l'élaboration de stratégies de R&I pour les matériaux avancés qui seront mutuellement bénéfiques. Dans le cadre des activités du Conseil technologique (voir la section 7), et conformément au processus de planification stratégique d'Horizon Europe, la Commission collaborera avec les États membres et les pays associés à Horizon Europe pour **définir un ensemble de priorités et d'objectifs communs pour la R&I dans les matériaux avancés**, en commençant par l'énergie, la mobilité, la construction et l'électronique comme priorités préliminaires qu'il conviendra d'étendre régulièrement à d'autres domaines en fonction des besoins communs recensés. Le tableau 1 illustre, pour ces domaines préliminaires choisis, les priorités correspondantes en matière de recherche et d'innovation. L'annexe 1 présente un aperçu complet des priorités correspondantes en matière de recherche et d'innovation, élaborées avec les États membres et les parties prenantes de l'industrie. Les critères de sélection de ces domaines et d'éventuels domaines futurs comprennent la capacité de réduire les émissions et l'utilisation des ressources, de renforcer l'efficacité énergétique et d'améliorer la

⁽¹⁶⁾ Tübke, A., Evgeniev, E., Gavigan, J., Compañó, R. & Confraria, H.: Leveraging the Deep-Tech Green Transition & Digital Solutions to Transform EU Industrial Ecosystems, Commission européenne, Séville, 2023, JRC133774

recyclabilité, ainsi que la pertinence de ces domaines pour la réduction des dépendances de l'UE, le renforcement de la résilience et l'accroissement de la compétitivité. Une fois que des priorités communes auront été arrêtées, les États membres seront encouragés à coordonner leurs stratégies, en tenant compte de leurs dotations nationales et régionales, et à veiller à la complémentarité avec les priorités convenues aux fins de la mise en œuvre.

Tableau 1 «Priorités préliminaires en matière de R&I pour les domaines stratégiques»; voir l'annexe pour plus de détails.

Domaine stratégique	Priorités en matière de R&I dans les matériaux avancés
Énergie	Matériaux nécessaires pour la conversion et la production d'énergie renouvelable et à faibles émissions de carbone, le stockage de l'énergie et l'amélioration de l'efficacité énergétique
Mobilité	Matériaux nécessaires pour le stockage et l'utilisation de l'énergie; matériaux solides et légers destinés aux moyens et actifs de transport, favorisant la protection, la durabilité, la circularité et la performance environnementale; matériaux pouvant fonctionner dans des environnements difficiles
Construction	Matériaux permettant des bâtiments plus économes en énergie, des structures de bâtiment plus robustes et un suivi de l'intégrité structurelle, ainsi qu'un meilleur bien-être dans les bâtiments; matériaux améliorant la circularité et la performance environnementale
Électronique	Matériaux permettant une amélioration des performances ainsi que de nouvelles fonctionnalités pour les composants électroniques et les capteurs; matériaux favorisant de nouveaux concepts informatiques, destinés à la production de puces électroniques, permettant une plus grande efficacité dans la prochaine génération de technologies de communication et pouvant fonctionner dans des environnements difficiles

L'une des stratégies clés est la substitution des matières premières critiques et la réduction de leur utilisation, afin d'améliorer l'efficacité des matériaux et de réduire la dépendance à l'égard des ressources critiques. La Commission s'efforcera de déterminer les **activités de R&I nécessaires pour contribuer à promouvoir le remplacement des matières premières critiques** par des matériaux avancés de substitution. L'analyse de substitution sera réalisée en étroite collaboration avec les groupes de travail sur la mise en œuvre du plan stratégique pour les technologies énergétiques (plan SET) traitant des matériaux. Elle sera alignée sur les besoins de substitution recensés dans le règlement sur les matières premières critiques et bénéficiera du système d'information sur les matières premières⁽¹⁷⁾.

La Commission et les États membres:

- *définiront des priorités et des objectifs communs pour les investissements en R&I dans les matériaux avancés et élaboreront, d'ici la fin de 2024, une approche stratégique commune pour les matériaux avancés afin de soutenir la double transition, la résilience et l'autonomie stratégique ouverte de l'UE, qu'il*

⁽¹⁷⁾ RMIS – Système d'information sur les matières premières (europa.eu) <https://rmis.jrc.ec.europa.eu/>

conviendra d'actualiser régulièrement pour tenir compte des évolutions socio-économiques, scientifiques ou technologiques;

- *mettront régulièrement à jour les domaines prioritaires afin de tenir compte des évolutions socio-économiques, scientifiques ou technologiques, ou de l'identification de nouveaux besoins communs en matière d'action conjointe.*

La Commission:

- *définira les besoins supplémentaires en matière de R&I aux fins de la substitution des matières premières critiques par des matières premières avancées, les premiers résultats étant attendus au premier trimestre 2025.*

4. UNE PROCEDURE ACCELEREE DU LABORATOIRE A LA FABRICATION

Conformément aux objectifs du plan industriel du pacte vert, du nouveau programme européen d'innovation, de l'Europe numérique et de la stratégie de sécurité économique de l'UE, les activités décrites dans le présent chapitre visent à accélérer l'expansion et la capacité de production (du laboratoire à la fabrication) des matériaux avancés, en abordant toutes les étapes du développement des matériaux avancés. L'objectif est de contribuer à stimuler la numérisation et à améliorer l'accès aux installations d'essai et d'expérimentation pour créer un changement de paradigme permettant de raccourcir le processus global d'innovation et le temps nécessaire pour la commercialisation de solutions innovantes dans le domaine des matériaux avancés.

L'un des objectifs généraux est de créer une **infrastructure numérique européenne** durable à long terme **pour la R&I dans les matériaux avancés: les communs des matériaux (*materials commons*)**⁽¹⁸⁾. Cette infrastructure numérique aidera les chercheurs et les innovateurs à accélérer sensiblement la conception, le développement et l'expérimentation de nouveaux matériaux avancés dans un environnement contrôlé, soutenu par des outils d'IA. Les communs des matériaux doivent être dignes de confiance pour toutes les parties prenantes, y compris les chercheurs, les organismes de recherche, l'industrie et les PME, et reposer sur des principes FAIR⁽¹⁹⁾. Il sera tenu compte de la sécurité et de la durabilité en permettant l'accès à des données et à des outils fondés sur des technologies telles que l'intelligence artificielle. Afin de contribuer à la construction de ces communs, la Commission collaborera avec les États membres et étudiera la possibilité de lancer un **consortium pour une infrastructure numérique européenne**⁽²⁰⁾. Celui-ci s'appuiera sur l'expérience acquise dans le domaine des infrastructures de recherche et du nuage européen pour la science ouverte⁽²¹⁾ (EOSC) et garantira des synergies efficaces avec les espaces européens des données, tels que l'espace des données de fabrication et l'EOSC, avec les stratégies et initiatives nationales, telles que MaterialDigital⁽²²⁾ et Diadem⁽²³⁾, ainsi qu'avec des projets financés par l'UE, tels que

⁽¹⁸⁾ Materials 2030 Roadmap

https://www.ami2030.eu/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-09_Materials_2030_RoadMap_VF4.pdf

⁽¹⁹⁾ Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables.

⁽²⁰⁾ Décision (UE) 2022/2481 établissant le programme d'action pour la décennie numérique à l'horizon 2030.

⁽²¹⁾ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/open-science/european-open-science-cloud-eosc_en?prefLang=fr

⁽²²⁾ <https://www.materialdigital.de/>

⁽²³⁾ <https://www.cnrs.fr/fr/pepr/pepr-exploratoire-diademe-materiaux>

BIG-MAP⁽²⁴⁾, dont l'objectif est la mise au point d'une plateforme d'accélération des matériaux pour les batteries. Les communs des matériaux favoriseront des taxonomies, des ontologies et l'interopérabilité des données dans le domaine des matériaux qui seront communes, tout en soutenant à la fois la conception virtuelle des matériaux et la numérisation des procédés de fabrication. Afin de créer des synergies et des possibilités d'essaimage, ce consortium pour une infrastructure numérique européenne devrait être accessible dans tous les secteurs.

Les dispositions du règlement sur les données et du règlement sur la gouvernance des données jettent les bases de l'interopérabilité entre différentes plateformes, telles que celles mentionnées ci-dessus. Ces dispositions devraient permettre la **connexion des espaces numériques de R&I aux espaces de données sectorielles et réglementaires**. Pour parvenir à une économie circulaire, il est nécessaire d'optimiser l'interopérabilité des infrastructures de données afin de promouvoir une connaissance approfondie des flux de matériaux. En outre, la capacité de tracer les matériaux, les composants et les produits sur la base de facteurs tels que la composition, les propriétés ou les qualités sera essentielle pour une identification et une classification appropriées. Le futur passeport numérique des produits contribuera à cet objectif de traçabilité.

Les **infrastructures technologiques**, y compris les bancs d'essai pour l'innovation ouverte (OITB) et les pôles d'innovation numérique, jouent un rôle essentiel dans la commercialisation de l'innovation dans les matériaux avancés⁽²⁵⁾. Ces infrastructures technologiques offrent des installations, des équipements et des capacités qui permettront aux acteurs industriels d'explorer de nouveaux produits, procédés et services, tout en veillant au respect de la réglementation de l'UE. Des OITB sont actuellement utilisés dans les domaines de l'énergie, de la construction et de l'électronique. Le secteur de la mobilité pourrait également bénéficier des OITB pour évaluer la recyclabilité, la durabilité et la sécurité des matériaux avancés. L'entreprise commune «Semi-conducteurs» a lancé des appels⁽²⁶⁾ pour des lignes pilotes destinées à des technologies des semi-conducteurs de pointe et de nouvelle génération, dans le cadre desquelles les matériaux sont considérés comme un moteur essentiel de l'innovation. Toutefois, une analyse a mis en évidence de grandes disparités régionales en ce qui concerne le soutien financier, le degré de fragmentation, le risque de double emploi et les difficultés d'accès au niveau transnational pour les entreprises européennes souhaitant accéder à des infrastructures technologiques⁽²⁷⁾. Pour résoudre ces problèmes, un **catalogue à entrée unique sera lancé en ligne** afin de fournir des orientations aux entreprises sur la manière d'accéder aux infrastructures technologiques existantes soutenues par la Commission et les États membres, y compris aux services qu'elles fournissent. Ce catalogue en ligne facilitera également l'accès des entreprises technologiques et des PME aux installations d'essai et encouragera la mise en réseau des infrastructures technologiques. Le site web central comprendra également des informations sur le soutien financier disponible au niveau de l'UE et au niveau national. Une analyse des besoins de l'industrie sera réalisée dans le but de **recenser les lacunes et de proposer, le cas échéant, de nouvelles infrastructures technologiques** pertinentes pour les matériaux avancés.

⁽²⁴⁾ <https://www.big-map.eu/>

⁽²⁵⁾ <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/0aaf1e05-2082-11ee-94cb-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-289339785>

⁽²⁶⁾ <https://www.chips-ju.europa.eu/Pilot-lines/>

⁽²⁷⁾ Technology infrastructures <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/0df85f8b-7b72-11e9-9f05-01aa75ed71a1>

Afin d'encourager la poursuite du déploiement et de l'adoption par l'industrie des résultats d'Horizon Europe dans le domaine des matériaux avancés, des **activités de sensibilisation spécifiques**, parmi lesquelles des événements de mise en relation pour les milieux de l'industrie et le monde universitaire, seront régulièrement organisées dans le cadre des activités de diffusion et d'exploitation d'Horizon Europe.

La Commission et les États membres:

- *élaboreront, d'ici à la mi-2025, une infrastructure numérique européenne durable à long terme pour la R&I dans les matériaux avancés – les «communs des matériaux» – afin d'accélérer les processus de R&I pour les matériaux avancés.*

La Commission:

- *aidera les innovateurs et les PME à accéder aux infrastructures technologiques pertinentes, d'ici à 2024, par la publication d'un catalogue à entrée unique, afin qu'ils puissent tester et développer des matériaux avancés innovants, en mettant un accent particulier sur les domaines clés recensés dans l'annexe; et examinera avec les parties prenantes la possibilité de financer de nouveaux OITB pour des applications de matériaux avancés dans le domaine de la mobilité.*

5. AUGMENTATION DES INVESTISSEMENTS EN CAPITAL ET DE L'ACCES AU FINANCEMENT

L'augmentation des financements et des investissements publics et privés en faveur de la recherche et du déploiement de matériaux avancés sera essentielle. La Commission étudiera l'ensemble des outils disponibles pour accroître et faciliter les investissements et concevoir des formules possibles de financement innovantes rassemblant ressources publiques et privées.

Afin de renforcer la coopération stratégique de l'UE avec l'industrie, **un nouveau partenariat public-privé coprogrammé, intitulé «Matériaux innovants pour l'UE», a été proposé dans le cadre d'Horizon Europe⁽²⁸⁾**. Ce partenariat devrait permettre de débloquer des capitaux privés, en doublant la contribution attendue de l'UE de 250 millions d'EUR pour la période 2025-2027, de manière à pouvoir étendre et accélérer le déploiement de matériaux avancés.

Les **projets importants d'intérêt européen commun (PIIEC)** permettent aux États membres de coopérer dans le cadre d'innovations radicales ou de projets d'infrastructure à grande échelle dans des secteurs et technologies clés, financés par les budgets nationaux, en préservant l'intégrité du marché unique et en respectant les obligations internationales de l'UE. Un PIIEC pourrait couvrir le premier déploiement industriel de nouvelles technologies, mais pas la production de masse. À l'automne 2023, la Commission a créé le forum européen conjoint pour les PIIEC (FEC-PIIEC). Ce forum est un partenariat entre la Commission et les États membres et vise à accroître l'efficacité et l'efficacités des PIIEC en tant qu'instrument de compétitivité industrielle, i) en alignant les nouveaux PIIEC potentiels sur les objectifs ou stratégies de l'UE, tels que la stratégie industrielle de l'UE, et ii) en améliorant le processus, la rapidité, la conception et la mise en œuvre des PIIEC,

⁽²⁸⁾ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/commission-proposals-new-candidate-european-partnerships-are-now-public-2023-07-17_en?prefLang=fr

dans le respect des règles en matière d'aides d'État. Le FEC-PIIEC explorera la possibilité pour les PIIEC de mettre au point des matériaux avancés en vue de mobiliser davantage de fonds pour le premier déploiement industriel des résultats de la **R&I** grâce à des investissements publics et privés ⁽²⁹⁾.

Le **Fonds pour l'innovation**⁽³⁰⁾ vise à mettre sur le marché des solutions permettant de décarboner l'industrie européenne et de soutenir sa transition vers la neutralité climatique, avec un budget disponible de 40 milliards d'EUR entre 2020 et 2030 (en supposant un prix du carbone de 75 EUR/CO₂). Dans le cadre de la fabrication d'équipements de technologies propres (installations d'énergie renouvelable – y compris leur raccordement au réseau –, électrolyseurs et piles à combustible, solutions de stockage de l'énergie et pompes à chaleur), le Fonds peut soutenir la fabrication de matériaux (à l'exception des matériaux miniers) qui contribuent de manière significative à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les projets sélectionnés jusqu'à présent portent, par exemple, sur des panneaux solaires légers, sur des éléments de toiture innovants pour les bâtiments ou sur la production de lignine thermoplastique. Les activités liées au recyclage ou à la réutilisation de matériaux critiques destinés à être utilisés dans des équipements ou composants de technologies propres peuvent également bénéficier d'un soutien du Fonds, l'appel ouvert actuellement en cours prévoyant 4 milliards d'EUR pour les technologies «zéro net»⁽³¹⁾.

La **plateforme «Technologies stratégiques pour l'Europe» (STEP)**⁽³²⁾ devrait être opérationnelle en mars 2024. Cette plateforme vise à stimuler les investissements dans les technologies critiques dans les secteurs du numérique, des technologies propres et des biotechnologies. Les matériaux avancés devraient normalement faire partie des domaines couverts. Les investissements seront probablement réalisés en recourant aux instruments de financement existants, tels que le programme Horizon Europe, le Fonds européen de la défense, InvestEU, ou encore les fonds de la politique de cohésion et les plans de la facilité pour la reprise et la résilience. Les premiers projets financés au titre de la STEP sont attendus vers la fin de 2024.

Le **programme de travail du Conseil européen de l'innovation (CEI)**⁽³³⁾ pour 2024 continue de soutenir l'innovation dans le domaine des matériaux avancés, avec 132 millions d'EUR liés à la double transition. Il joue également un rôle essentiel dans la promotion de l'écosystème d'innovation de l'UE pour les matériaux avancés. Le programme de travail 2024 comprend les défis du CEI portant sur des solutions innovantes pertinentes dans les domaines de la production de béton, des nanomatériaux et des technologies solaires à haute concentration (*solar-to-x*), ainsi que sur les innovations à grande échelle dans les domaines des composants quantiques et des sources d'énergie renouvelables. Le CEI rassemble de grandes entreprises avec des start-ups, des entreprises en expansion et des projets de recherche, qui intègrent directement l'innovation en matière de matériaux avancés dans leurs modèles économiques.

Le réseau «European Enterprise Network»⁽³⁴⁾ facilitera les liens avec des partenaires de financement potentiels grâce à l'organisation d'événements de mise en relation. En outre,

⁽²⁹⁾ Lors de la réunion technique du FEC-PIIEC du 26 janvier 2024, les États membres ont été invités à examiner les PIIEC potentiels dans le domaine des matériaux avancés.

⁽³⁰⁾ En quoi consiste le Fonds pour l'innovation? (en anglais) - Commission européenne (europa.eu), https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/what-innovation-fund_en?prefLang=fr

⁽³¹⁾ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/IP_23_5948

⁽³²⁾ https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/eu-budget/strategic-technologies-europe-platform_fr

⁽³³⁾ https://eic.ec.europa.eu/eic-2024-work-programme_en

⁽³⁴⁾ <https://een.ec.europa.eu/>

il continuera d'**aider les PME innovantes** en diffusant des informations sur la législation européenne/nationale pertinente, ainsi que sur les programmes de financement et de soutien nationaux/régionaux/européens, en organisant des ateliers et des séances de formation.

InvestEU, en tant qu'instrument de l'UE destiné à catalyser les investissements privés dans les domaines prioritaires de l'UE, est bien placé pour stimuler les investissements dans les matériaux avancés au sein de l'UE. La Banque européenne d'investissement a déjà approuvé en 2023 une opération d'InvestEU⁽³⁵⁾ dans le cadre de laquelle un fonds investira dans des entreprises de matériel informatique en phase de démarrage, avec un accent particulier sur l'innovation dans les matériaux avancés.

L'**union des marchés des capitaux (UMC)** vise à ouvrir de nouvelles sources de financement pour les entreprises et à améliorer l'accès au financement, en particulier pour les PME, offrant de la sorte une source potentielle importante de financement pour les investissements privés dans le domaine des matériaux avancés. Ces possibilités devraient bénéficier aux entreprises innovantes qui investissent dans les matériaux avancés.

La stratégie «**Global Gateway**»⁽³⁶⁾ définit une stratégie neutre pour le climat visant à favoriser un développement durable plus rapide, en investissant dans le développement d'infrastructures propres, résilientes face au changement climatique et alignées sur les trajectoires vers la neutralité carbone, tout en garantissant des conditions de concurrence équitables aux investisseurs potentiels. Les matériaux avancés sont essentiels pour atteindre ces objectifs, et la stratégie «Global Gateway» offre des possibilités d'intensifier leur déploiement à l'échelle internationale. Le groupe consultatif des acteurs de marché pour la stratégie «Global Gateway» servira de forum pour un échange stratégique avec les représentants du secteur privé. En outre, la question des matériaux avancés sera également au centre des échanges bilatéraux menés dans le cadre de la stratégie «Global Gateway» avec les États membres, la Banque européenne d'investissement et la Banque européenne pour la reconstruction et le développement.

La Commission et l'industrie:

- *mobiliseront, dans le cadre d'un partenariat coprogrammé au titre d'Horizon Europe, 500 millions d'EUR, l'industrie devant contribuer à hauteur de minimum 250 millions d'EUR pour correspondre à la contribution de l'UE.*

La Commission et les États membres:

- *travailleront étroitement dans le cadre du forum européen conjoint pour les PIIEC sur les PIIEC potentiels liés aux matériaux avancés.*

La Commission:

- *favorisera le développement et l'expansion des matériaux avancés grâce au soutien et aux investissements du CEI, en encourageant l'implication de start-ups dans le domaine des matériaux avancés;*

⁽³⁵⁾

<https://www.eib.org/fr/products/egf/index?sortColumn=projectsSignedDate&sortDir=desc&pageNumber=0&itemPerPage=10&pageable=true&la=FR&deLa=FR&orCountries=true&orBeneficiaries=true&orWebsite=true>

⁽³⁶⁾ Voir JOIN(2021) 30.

- *renforcera, mobilisera et orientera les investissements publics et privés dans le développement et le déploiement de technologies destinées aux matériaux avancés en recourant aux instruments de l'UE, en particulier le Fonds pour l'innovation, la plateforme STEP et InvestEU.*

6. MESURES VISANT A ENCOURAGER LA PRODUCTION ET L'UTILISATION DE MATERIAUX AVANCES

L'utilisation de matériaux avancés doit être encouragée afin d'améliorer la résilience et la compétitivité de l'Union, de garantir la circularité et l'efficacité des matériaux, et d'atteindre les objectifs globaux en matière de durabilité. Pour permettre à l'industrie de produire ces nouveaux matériaux avancés, il est nécessaire de disposer de normes adéquates qui facilitent l'adoption par l'industrie et d'accroître le nombre de professionnels qualifiés. La demande de matériaux avancés peut être renforcée par des achats et un engagement éclairés de la part des acteurs régionaux.

En créant une demande publique stable et en ouvrant les marchés, les **marchés publics** ont un rôle crucial à jouer pour favoriser l'adoption des matériaux avancés. Les acheteurs publics peuvent jouer un rôle de premier plan dans la stimulation de l'innovation et devraient évaluer la valeur ajoutée des nouveaux facilitateurs tels que les matériaux avancés pour la double transition ainsi que pour la résilience et la sécurité économique de l'UE. Par exemple, la directive de 2023 relative à l'efficacité énergétique⁽³⁷⁾ exige que les acheteurs publics n'acquiescent que des produits, services, bâtiments et travaux présentant des performances élevées en matière d'efficacité énergétique. Plus généralement, les directives de l'UE sur les marchés publics autorisent l'attribution de marchés sur la base non seulement du prix le plus bas, mais aussi d'autres critères liés à l'objet du marché, tels que l'amélioration des performances/fonctionnalités fournies par les matériaux avancés.

La Commission a également lancé le projet «**Big Buyers Working Together**»⁽³⁸⁾ afin de soutenir la collaboration entre les acheteurs publics ayant un important pouvoir d'achat et de promouvoir une utilisation plus large des marchés publics stratégiques en faveur de solutions innovantes et durables. Le partage d'informations sur les matériaux avancés dans le cadre du projet «Big Buyers Working Together» ainsi que les conseils dispensés aux acheteurs publics sur la manière de les rendre sûrs, durables et adaptés à la circularité peuvent contribuer à ouvrir plus rapidement de nouveaux marchés et à réduire les coûts des innovations disponibles. En travaillant ensemble et en mettant en commun leurs ressources, les villes, les centrales d'achat ainsi que d'autres grands acheteurs publics peuvent maximiser leur pouvoir de marché.

Il est également nécessaire d'analyser la production et l'utilisation des matériaux avancés au sein des secteurs industriels européens et du marché unique. La mise en place d'un **processus de suivi** spécifique contribuera à mettre en évidence les innovations et technologies de pointe, à analyser les chaînes d'approvisionnement et à évaluer l'incidence économique potentielle de ces matériaux de même que leur contribution à la double transition, à la résilience et à la compétitivité de l'UE. Ce suivi permettra de déterminer, catégoriser et mesurer l'évolution et l'adoption de solutions innovantes reposant sur des matériaux avancés. Il donnera un aperçu de la position de l'Europe dans le paysage

⁽³⁷⁾ Directive relative à l'efficacité énergétique (UE) 2023/1791.

⁽³⁸⁾ <https://public-buyers-community.ec.europa.eu/about/big-buyers-working-together>

mondial des matériaux avancés, permettant de la sorte une comparaison approfondie avec d'importants acteurs mondiaux tels que les États-Unis et la Chine. Ce processus de suivi devrait être mené en coopération avec le nouveau partenariat public-privé coprogrammé, proposé dans le cadre d'Horizon Europe et intitulé «Matériaux innovants pour l'UE».

Les **normes** constituent une base pour l'intégration des technologies dans des solutions et systèmes complexes et innovants. Elles permettent l'interopérabilité entre les éléments, les produits et les services, en atténuant le «verrouillage» des fournisseurs et en offrant davantage de choix aux clients à l'échelle mondiale. La recommandation de la Commission sur un code de bonnes pratiques en matière de normalisation⁽³⁹⁾ est essentielle pour renforcer le lien entre la recherche, l'innovation et la normalisation. Le projet pilote «accélérateur de normalisation» (Standardisation Booster)⁽⁴⁰⁾ fournit des services à des projets relevant d'Horizon Europe afin d'accroître l'adoption de nouvelles technologies résultant des activités de normalisation. Afin de promouvoir l'adoption de normes européennes et internationales pour les matériaux avancés, la Commission collaborera avec des organismes de normalisation reconnus au niveau international, dont le CEN, le CENELEC, l'ETSI et l'ISO, y compris dans le cadre du nouveau partenariat coprogrammé au titre d'Horizon Europe, intitulé «Matériaux innovants pour l'UE». L'objectif est de recenser systématiquement les normes existantes, de mettre en évidence les lacunes et les priorités qui en découlent, et de lancer des demandes de normalisation sur la base de l'analyse.

Il importe de veiller à ce que les innovations dans les matériaux avancés soient conformes aux réglementations existantes et adaptées à leur finalité, de sorte qu'il est nécessaire de mettre en place **des méthodes et des outils d'évaluation harmonisés pour la caractérisation et l'expérimentation** des matériaux avancés. Il est également important que ces méthodes et outils d'évaluation harmonisés aient obtenu une acceptation réglementaire. Lors de la mise au point d'un produit, il est essentiel que les fabricants soient également informés, le plus tôt possible, des **exigences réglementaires** qui les concernent, telles que les exigences relatives à la protection de la santé humaine et de l'environnement ou les exigences en matière de recyclabilité. Un défi majeur dans ce domaine découle du fait que les matériaux avancés peuvent avoir des propriétés uniques qui ne sont pas nécessairement bien comprises dans le cadre des études toxicologiques ou environnementales existantes. Aussi importe-t-il également que les régulateurs soient informés et comprennent les innovations les plus récentes. Par exemple, les futures exigences en matière de durabilité au titre du règlement sur l'écoconception pour des produits durables tiendront compte des innovations dans le domaine des matériaux avancés et en favoriseront l'adoption. Pour que cette adoption soit une réussite, il est nécessaire de mettre en place des outils et des méthodes adéquats permettant la description et le partage des informations pertinentes.

Conformément à la communication de la Commission intitulée «Exploiter au mieux le potentiel d'innovation de l'UE»⁽⁴¹⁾, il importe d'analyser les défis recensés dans le domaine des **brevets** et, plus généralement, au niveau de la protection des **droits de propriété intellectuelle**, en particulier en ce qui concerne le secteur des matériaux avancés, domaine dans lequel une nouvelle étude publiée sur les investissements

⁽³⁹⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX%3A32023H0498&qid=1678171117168>

⁽⁴⁰⁾ <https://www.hsbooster.eu/>

⁽⁴¹⁾ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/ALL/?uri=CELEX:52020DC0760>

industriels dans la R&I⁽⁴²⁾ montre que l'UE est en perte de vitesse. Il est donc essentiel d'encourager les développeurs de matériaux avancés à utiliser au mieux les principes directeurs pour la valorisation des connaissances. Afin de mieux comprendre les raisons qui expliquent les faiblesses de l'UE dans le domaine des brevets, la Commission procédera à une **analyse du paysage des brevets et des besoins de l'industrie**. Cette analyse examinera également la nécessité d'une entité intermédiaire chargée de la centralisation et de la gestion des droits conférés par les brevets qui, dans ce domaine, sont dispersés.

De nouvelles **compétences** sont nécessaires dans le domaine des méthodes et outils innovants, ainsi que pour la conception et le développement de nouveaux matériaux. Les compétences dans ce domaine sont particulièrement nécessaires dans la science des matériaux, la chimie, l'ingénierie et les technologies de l'information. Des compétences pluridisciplinaires sont également indispensables. Ces compétences doivent être identifiées et intégrées dans les systèmes nationaux d'éducation et de formation. Il s'agit, par exemple, d'élaborer et de promouvoir des programmes d'études et des programmes d'enseignement et de formation professionnels correspondants de manière à renforcer les compétences de la main-d'œuvre actuelle et future. Des efforts devraient être faits en particulier pour exploiter les talents des femmes en remédiant à leur sous-représentation dans les études de sciences, de technologie, d'ingénierie et de mathématiques (STIM). Dans le même ordre d'idées, cette remarque vaut également pour les personnes handicapées. Le pacte pour les compétences joue aujourd'hui un rôle central dans la préparation des travailleurs aux emplois de demain, y compris dans les secteurs utilisant des matériaux avancés, en regroupant des organisations publiques et privées en vue du perfectionnement professionnel et de la reconversion professionnelle en fonction des compétences demandées.

Un appel à concurrence entre les différentes communautés de l'Institut européen d'innovation et de technologie (EIT) sera lancé en 2024 en vue de la création d'une **académie des matériaux avancés**, qui bénéficie au total d'un financement d'amorçage de 10 millions d'EUR. L'action proposée répond au domaine phare n° 4 du nouveau programme européen d'innovation⁽⁴³⁾ concernant les talents deep tech et suit les modèles des académies de l'industrie «zéro net». L'académie élaborera des programmes d'études qui doteront la prochaine génération de scientifiques spécialisés dans le domaine des matériaux des nouvelles compétences requises, en offrant également un soutien aux prestataires d'enseignement et de formation, et développera des certifications que les États membres utiliseront sur une base volontaire. Elle coopérera avec les centres d'excellence professionnelle afin de procurer des compétences de haute qualité débouchant sur des perspectives d'emploi et de carrière, ainsi qu'avec les États membres et l'alliance «université européenne» afin de faciliter l'adoption de nouveaux programmes d'études dans les systèmes éducatifs nationaux.

La Commission:

⁽⁴²⁾ Industrial R&D&I investments and market analysis in advanced materials https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/8f77caee-3a2c-4ef9-8ca2-65fd6c900581_en.

⁽⁴³⁾ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/support-policy-making/shaping-eu-research-and-innovation-policy/new-european-innovation-agenda_fr

- *mobilisera les autorités de gestion de la communauté des «grands acheteurs» (Big Buyers) dans le cadre d'un financement régional ainsi que les acteurs de la stratégie «Global Gateway» afin de stimuler les marchés de l'innovation dans le domaine des matériaux avancés grâce à la demande publique;*
- *créera une académie des matériaux avancés en collaboration avec l'Institut européen d'innovation et de technologie, sur la base d'un appel à concurrence lancé en 2024, afin d'accélérer l'élaboration de programmes d'études et de certifications pour les compétences requises dans le secteur;*
- *améliorera en 2024 l'élaboration et la définition de normes sur les matériaux avancés pour les domaines et les caractéristiques transversales énumérés dans l'annexe, en collaboration avec le CEN/CENELEC/ETSI et l'ISO;*
- *lancera d'ici à 2025 des études en vue d'analyser en profondeur la production et l'utilisation des matériaux avancés, ainsi que le paysage des brevets.*

7. CADRE GENERAL DE GOUVERNANCE

Les matériaux avancés sont conçus, développés et utilisés dans de nombreuses applications différentes et dans différents secteurs scientifiques et industriels. Une approche coordonnée associant les différents acteurs en Europe, qu'il s'agisse du monde universitaire, de l'industrie, de bailleurs de fonds ou de décideurs politiques, nécessite un organisme de référence commun. De même, la mise en œuvre des actions énumérées dans la présente communication requiert une orientation stratégique de la part des États membres et des acteurs du secteur, à tous les niveaux, afin non seulement de parvenir à un accord sur le contenu précis des actions mais aussi de superviser leur mise en œuvre.

C'est pourquoi la Commission mettra en place un **conseil des technologies pour les matériaux avancés**⁽⁴⁴⁾. Ce conseil sera composé d'États membres (ministères chargés de la recherche et de la politique sectorielle/industrielle), d'acteurs de la recherche et de l'industrie, et de la Commission européenne. Il fournira des conseils sur l'écosystème européen des matériaux avancés, soutiendra la définition d'objectifs communs et de domaines prioritaires aux fins d'une action coordonnée dans le domaine des matériaux avancés, en réponse à la première action annoncée dans la présente communication, en tenant compte de toutes les activités pertinentes menées dans l'UE en rapport avec les matériaux avancés. Il garantira également une participation adéquate des pays associés à Horizon Europe et, le cas échéant, d'autres pays tiers avec lesquels l'UE a conclu des accords de partenariat stratégique. Ce conseil des technologies associera les partenaires sociaux et intégrera les connaissances issues des alliances industrielles concernées, du Forum industriel européen, des groupes du plan stratégique européen pour les technologies énergétiques (plan SET) et des partenariats pertinents d'Horizon Europe.

En outre, le conseil des technologies pour les matériaux avancés examinera et créera des synergies avec les vallées régionales de l'innovation, lesquelles visent à développer et à déployer des solutions innovantes matures; avec des stratégies de spécialisation

⁽⁴⁴⁾ À cette fin, la Commission mettra en place un groupe d'experts conformément à la décision C(2016) 3301 final de la Commission du 13 mai 2016.

intelligente (S3) adoptées dans le cadre du Fonds européen de développement régional, et avec des partenariats thématiques de la communauté de pratique S3, dans le cadre desquels les régions recensent leurs avantages concurrentiels, leurs atouts uniques et leurs compétences dans le but de renforcer leur capacité en matière de R&I de haute qualité⁽⁴⁵⁾.

Le conseil des technologies se penchera également sur les partenariats internationaux, en favorisant l'excellence et la primauté mondiale dans le domaine des matériaux avancés grâce au dialogue et à la coopération avec les pays partenaires. L'UE a conclu des accords d'association ainsi que des accords de coopération dans le domaine de la science et de la technologie, avec des pays jouissant d'une solide expertise en la matière. Des contacts supplémentaires peuvent être recherchés avec d'autres pays dans des domaines bien ciblés. Ces accords reposeront sur une ouverture réciproque, le respect des valeurs fondamentales et des conditions de concurrence équitables, notamment dans le cadre d'Horizon Europe et de son successeur tout au long de cycles entiers de R&I, ainsi que le prévoit la communication sur l'approche mondiale de la recherche et de l'innovation⁽⁴⁶⁾. Les matériaux avancés sont également couverts par l'annexe de la recommandation de la Commission relative aux domaines technologiques critiques pour la sécurité économique de l'Union en vue d'une évaluation approfondie des risques. Conformément à la stratégie de sécurité économique, les mesures prises peuvent répondre à la nécessité de protéger, de promouvoir ou d'établir des partenariats.

Le conseil des technologies examinera tous les éléments probants disponibles, y compris les résultats de l'analyse réalisée sur le suivi de la production et de l'utilisation de matériaux avancés. Il évaluera également la possibilité pour la Commission ou les États membres de mettre en place des bacs à sable réglementaires⁽⁴⁷⁾ en mesure de préparer le terrain pour une simplification du processus d'autorisation/certification en vue de la mise sur le marché de matériaux avancés.

La Commission:

- *mettra en place en 2024 le conseil des technologies pour les matériaux avancés afin de prodiguer des conseils sur le pilotage de cette initiative avec les États membres, les pays associés à Horizon Europe et l'industrie.*

8. CONCLUSIONS

Les matériaux avancés sont essentiels à la prospérité et à l'autonomie stratégique ouverte de l'Europe, de même qu'à la transition écologique et numérique. Si l'UE conserve encore une position de force dans le domaine de la science des matériaux, d'autres acteurs clés intensifient stratégiquement leurs investissements dans ce domaine et sont idéalement placés pour adopter et déployer rapidement et à grande échelle des technologies reposant sur des matériaux avancés.

⁽⁴⁵⁾ Le domaine des matériaux avancés a été pointé par plusieurs États membres et régions comme une priorité S3 pour la période 2021-2027. Par exemple, la Grèce a défini une priorité thématique portant sur «les matériaux, l'industrie, la construction et l'industrie», tandis que l'Autriche a fixé une priorité portant sur «les matériaux et la production intelligente». Au niveau régional, les matériaux avancés constituent des priorités S3 notamment aux Pays-Bas occidentaux (NL), dans le comté de Skåne (SE) et à Bucarest (RO). Ces priorités se traduisent par des projets spécifiques: la Lettonie a lancé un projet sur les matériaux intelligents, la photonique, les technologies et l'écosystème d'ingénierie, tandis que la Slovaquie a lancé le projet MATPRO axé sur les matériaux et leur production en vue de créer des chaînes de valeur et des réseaux de développement communs dans ce domaine.

⁽⁴⁶⁾ Approche mondiale de la recherche et de l'innovation, COM(2021) 252 final

⁽⁴⁷⁾ Comme le prévoient le règlement pour une industrie «zéro net» et le nouveau programme européen d'innovation.

La présente communication couvre de manière systématique l'écosystème des matériaux avancés de l'UE en combinant 14 actions qui se renforcent mutuellement et s'accompagnent d'une stratégie concertée au niveau de l'UE, des États membres et de l'industrie. Les actions proposées portent sur l'ensemble de la création de valeur, depuis les premiers stades de la recherche jusqu'au déploiement et à l'adoption par le marché. Pour concevoir, développer, produire et utiliser des matériaux avancés en Europe, la stratégie propose un écosystème des matériaux dynamique et inclusif, associant les États membres, les chercheurs, les innovateurs et l'industrie.

Ensemble, ces actions ouvriront la voie:

- a) à un écosystème européen plus coordonné et plus réactif pour les matériaux avancés, mobilisant les investissements publics et privés dans des domaines stratégiques;
- b) à de nouvelles perspectives économiques pour les entreprises de l'UE qui reposent sur ces technologies critiques ou qui sont disposées à les tester dans leur processus d'innovation; et
- c) à un déploiement à plus grande échelle et plus rapide des matériaux avancés qui servira de catalyseur du marché pour la double transition, renforçant ainsi la résilience et la sécurité économique de l'UE.

ANNEXE

La présente annexe fournit une liste préliminaire des priorités en matière de recherche et d'innovation qui ont été identifiées, après consultation des États membres, comme particulièrement pertinentes pour une action commune dans le domaine des matériaux avancés afin de réussir la double transition écologique et numérique européenne: énergie, mobilité, construction et électronique. Cette liste de domaines prioritaires sera mise à jour régulièrement afin de tenir compte des évolutions socio-économiques, scientifiques ou technologiques, ou de l'identification de nouveaux besoins communs en matière d'action conjointe.

Les qualités intrinsèques des matériaux avancés leur permettent en effet de stimuler l'innovation caractérisée par les principes d'action suivants: repenser, réduire, réutiliser, réparer, réhabiliter, refabriquer, reconvertir, recycler, rénover et recupérer. Ces priorités devraient contribuer à répondre aux besoins industriels et sociétaux mis en évidence dans la présente communication, dans la lignée des priorités politiques.

I. Énergie

Dans ce domaine, les besoins doivent être définis selon quatre catégories: la conversion/production d'énergie, le stockage, le réseau de distribution et de transport, et les carburants renouvelables.

- a) **Conversion et production d'énergie renouvelable et à faibles émissions de carbone:** ce domaine peut inclure des matériaux avancés afin d'améliorer la durabilité des dispositifs permettant de convertir des sources d'énergie renouvelables (SER); catalyseurs; revêtement et imperméabilité; amélioration des conditions de fonctionnement environnementales (par exemple, résistance à la corrosion); amélioration de l'efficacité de conversion dans différentes sources d'énergie renouvelables (panneaux photovoltaïques, éoliennes ou pompes à chaleur, par exemple).
- b) **Systèmes de stockage de l'énergie:** il peut s'agir de matériaux avancés circulaires et plus durables pour des technologies de stockage de l'énergie telles que les technologies électrochimiques (par exemple, les batteries et les supercondensateurs), les technologies thermiques et thermochimiques (par exemple, les matériaux à changement de phase) ou les technologies chimiques.
- c) **Réseau de distribution et de transport de l'énergie:** cette catégorie peut concerner les matériaux avancés permettant d'accroître l'efficacité, la capacité, la fiabilité et la durabilité du réseau de distribution et de transport de l'énergie (par exemple, des revêtements à haute performance protégeant les infrastructures contre la corrosion, le frottement ou le givrage, ou d'autres solutions fondées sur d'autres matériaux).
- d) **Carburants renouvelables:** il peut s'agir de matériaux avancés utilisés pour produire des carburants durables, tels que les carburants renouvelables d'origine non biologique et les carburants synthétiques, de manière à réduire l'empreinte environnementale. L'une des principales difficultés consiste à développer des catalyseurs suffisamment actifs, stables et peu coûteux pour produire des carburants ou des produits chimiques renouvelables en grandes quantités et à faible coût.

II. Mobilité

Dans ce domaine, les besoins doivent être définis selon quatre catégories: les besoins de stockage de l'énergie pour les modes de transport, des infrastructures et des moyens

de transport plus légers et plus solides, une plus grande circularité, et une amélioration des performances environnementales.

a) Stockage de l'énergie et carburants de substitution pour différents moyens de transport. Par exemple:

- les **batteries avancées (par exemple, à l'état solide)**, caractérisées par une plus grande efficacité, une empreinte environnementale plus réduite lors de leur production, une utilisation plus limitée et une substitution durable des matières premières critiques, un meilleur profil de sécurité, une meilleure durabilité et de meilleures performances, une densité énergétique plus élevée, et une plus grande recyclabilité;
- les **systèmes de piles à combustible** pour l'hydrogène, l'ammoniac et/ou le méthanol, qui présentent un niveau d'efficacité beaucoup plus élevé et favorisent des solutions de récupération de chaleur fatale; les électrolyseurs: les catalyseurs.

b) Matériaux avancés à haute performance pour des applications de transport légères, capables de fonctionner dans des environnements difficiles, hautement fiables et durables. Par exemple:

- des **matériaux avancés – plus légers** – qui combinent une consommation d'énergie réduite et une sécurité accrue (par exemple, pour les occupants des véhicules ainsi que pour les piétons, les cyclistes et les autres usagers);
- des **matériaux et structures composites avancés** adaptés aux véhicules, aux aérostructures et aux composants de moteur, y compris aux thermoplastiques à haute performance, aux systèmes adaptatifs et aux exigences multifonctionnelles (par exemple, soudage ou procédés permettant d'assembler différents matériaux de manière fiable).

c) Renforcement de la protection, de la résilience et de la durabilité des moyens et infrastructures de transport. Par exemple:

- les **revêtements et peintures**, qui augmentent leur durabilité tout en diminuant la consommation de carburant – pertinents pour le marquage dans le domaine aérospatial, fluvial, automobile et routier;
- les **procédés de fabrication hybrides** (par exemple, les technologies additives basées sur l'extrusion combinées au placement automatisé de la fibre optique), les technologies d'assemblage, les traitements de surface, ainsi que l'inspection/le contrôle automatisé de la qualité pour les grandes aérostructures primaires et les composants de moteur.

d) Une plus grande circularité et de meilleures performances environnementales pour les matériaux. Par exemple:

- de meilleurs matériaux pour une **utilisation sûre et durable** (par exemple, utilisation dans tous les modes de transport de matériaux composites, batteries et applications électroniques recyclables et/ou biodégradables);
- de nouveaux matériaux qui réduisent encore l'**empreinte environnementale et renforcent la résilience des infrastructures de transport** (par exemple, grâce à une incidence moindre sur le cycle de vie, une utilisation circulaire, des matériaux plus durables/plus résistants pour les routes et les voies ferrées, et un impact plus réduit sur la biodiversité; des pneumatiques et freins à faibles émissions de particules);

- **l'entretien et la réparation rentables** de composites avancés, de superalliages, de revêtements et de structures hybrides et adaptatives pour les applications de transport.

III. Construction

Dans ce chapitre, les besoins sont définis selon quatre catégories: une meilleure efficacité énergétique des bâtiments, des bâtiments plus robustes et plus durables, un plus grand bien-être dans les bâtiments, et des matériaux permettant d'améliorer la circularité et d'accroître la performance environnementale.

- Améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments.** Par exemple: mousses composites, matériaux d'isolation thermique et de stockage, systèmes énergétiques intégrés.
- Rendre les structures des bâtiments plus robustes et plus durables, et mieux maîtriser l'intégrité structurelle.** Par exemple: des matériaux composites, y compris le béton renforcé au graphène, des matériaux légers, de nouveaux matériaux pour l'impression 3D et la fabrication additive, des matériaux pour la préfabrication et la construction modulaire, ainsi que des matériaux permettant un autocontrôle, une autoréparation ou une autoprotection.
- Renforcer le bien-être dans les bâtiments.** Par exemple: des matériaux pour l'amélioration du confort et la réduction du bruit, des matériaux pour l'éclairage, les technologies de vitrage dynamique ou optiquement transparent, ou l'électronique transparente avec oxydes, ou encore des matériaux électrochromiques, thermochromiques, gasochromiques, photochromiques, ou destinés à des revêtements antisalissures, antigivrage, antidérapage, anticorrosion ou superhydrophobes.
- Des matériaux **permettant d'améliorer la circularité et d'accroître la performance environnementale.** Par exemple: de nouveaux revêtements et formulations de peinture biosourcés, l'isolation à base de bois, des adhésifs et matériaux composites dans les bâtiments, et des mesures permettant de lutter contre le potentiel de réchauffement planétaire de ces matériaux lié aux bâtiments et à leur déconstruction.

IV. Électronique

Les besoins relevant de ce chapitre doivent être déterminés en mettant l'accent sur les puces électroniques, ainsi que sur les composants et systèmes électroniques. Les besoins recensés relèveront des deux rubriques suivantes:

- les matériaux avancés permettant **d'améliorer les performances – y compris les caractéristiques spécifiques nécessaires à un fonctionnement dans des environnements difficiles – de réduire la consommation d'énergie et d'enrichir de nouvelles fonctionnalités les composants électroniques** (aux fins d'applications dans différents domaines). Ces matériaux avancés devraient également englober: les capteurs, de nouveaux concepts de calcul et de mémoire, l'électronique de puissance, la communication (y compris la transmission de signaux et la gestion thermique pour les prochaines générations de réseaux 5G et 6G et au-delà), l'électronique flexible, l'optoélectronique, la photonique et les composants quantiques:
- les matériaux avancés pour de **nouvelles** technologies de production et d'emballage de **puces électroniques**, y compris les plaquettes et les substrats au-delà du silicium, afin d'améliorer l'efficacité (pour des applications dans différents

domaines tels que l'énergie, l'électricité et la communication), de renforcer la longévité, la durabilité et la circularité, et de réduire la dépendance à l'égard des matières premières critiques.

CARACTERISTIQUES TRANSVERSALES

La **numérisation** de la R&I dans le domaine des matériaux avancés (avec des infrastructures de données, des outils de modélisation numérique, des analyses/ontologies communes de données et le recours à l'intelligence artificielle) peut potentiellement accélérer la découverte de nouveaux matériaux innovants en permettant l'analyse de vastes ensembles de données et l'interprétation de données provenant de diverses techniques de caractérisation, pour une meilleure modélisation, et en proposant la composition ou la structure de nouveaux matériaux. Tout cela contribuera à renforcer la compétitivité de l'Europe.

Dans le même temps, la mise en œuvre du **concept de «sécurité et durabilité dès la conception»** sera au cœur du processus de transformation des matériaux. Il s'agit d'un changement de paradigme vers des matériaux avancés qui contribuent à la sûreté et à la durabilité, tout en étant moins chers et plus performants quel que soit l'environnement. Cette mise en œuvre implique des efforts afin de remplacer ou de limiter autant que possible les substances dangereuses pour la santé humaine et l'environnement. La circularité est également un élément essentiel et constitue un défi particulier pour les mélanges de matériaux complexes; il importe de veiller à ce que les matériaux avancés, à la fin de leur utilisation, puissent servir à la production de matériaux avancés secondaires, de manière à réduire à la fois la pression sur les chaînes d'approvisionnement et l'empreinte environnementale globale des matériaux.

Les autres aspects transversaux à prendre en considération dans les domaines prioritaires sont la caractérisation, l'instrumentation, la métrologie et la fabrication.