FEUILLE DE ROUTE **DU** DIS « SYSTEMES ENERGETIQUES ET HABITATS DURABLES »

# Schéma récapitulatif

**

# Ampoule et engrenageVision et ambitions (objectifs globaux) à l’horizon 2030

## Vision et ambitions

### Introduction

Les ambitions de la Wallonie sont cadrées par le « Clean energy for all Europeans package", qui comprend notamment le Règlement 2018/1999 du Parlement européen et du Conseil sur la gouvernance de l’union de l’énergie. L’article 3 stipule que chaque État membre notifie à la Commission un plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC). Ce plan comporte 5 dimensions, dont la dimension « recherche, innovation et compétitivité ». Cette contribution a été intégrée au Plan National Energie Climat belge[[1]](#footnote-2) transmis officiellement à la Commission européenne.

Le PNEC indique pour la Wallonie (page 130) : Les domaines thématiques prioritaires seront déterminés à partir des priorités stratégiques de la stratégie de spécialisation intelligente wallonne en recherche et innovation en cours de révision, en visant spécifiquement les matières dans lesquelles une expertise est reconnue en Région Wallonne, et en cohérence avec la feuille de route européenne (SET-plan) et les thématiques du cluster « climat, énergie et mobilité » du futur programme- cadre Horizon Europe.

L’investissement en recherche, développement et innovation vise à faire des contraintes énergétiques et climatiques des opportunités de développement économique et social, comme la réduction de la précarité énergétique, le soutien au développement de nouveaux modèles d’affaires intégrant notamment une approche circulaire. Il vise également à diminuer le coût des technologies et systèmes énergétiques et leur impact au niveau des ressources afin de diminuer les émissions de CO2, les consommations d’énergie et faciliter le développement des énergies renouvelables. Enfin, la recherche s’intéressera à l’acceptation sociale des nouvelles technologies et services associés et impliquera le citoyen et les entreprises dans leur conception, leur acceptation sociale et leur utilisation, par exemple via des « laboratoires vivants » (living labs) ou des accompagnements visant à soutenir les entreprises de toutes tailles dans cette transition. Outre l’impact à long terme sur l’atténuation du changement climatique, la recherche-énergie amène des co-bénéfices en termes de santé, de qualité de l’air, de confort d’hiver et d’été dans les bâtiments, de réduction du coût des investissements et de la facture énergétique et, in fine, de la dépendance géopolitique de la Wallonie.

Les objectifs énergie-climat wallons sont :

* **Gaz à effet de serre** : réduction des émissions de gaz à effet de serre des secteurs non ETS (Emission Trading System) en 2030 de 37% par rapport à 2005, et atteinte de la neutralité carbone en 2050. Afin d’intégrer l’objectif de 55% de réduction des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 1990, inscrit dans la Déclaration de politique régionale, les objectifs de réduction des gaz à effet de serre, d’efficience énergétique et de production d’énergies renouvelables ci-dessous à l’horizon 2030 vont être renforcés. Nous indiquons néanmoins les objectifs 2019 de la contribution wallonne au Plan National Énergie-Climat (PNEC).
* **Efficience énergétique** : réduction de la consommation d’énergie finale en 2030 de 23% par rapport à 2005 et par rapport à un scénario à politique inchangée, et de 50%[[2]](#footnote-3) en 2050.
* **Production d’énergie renouvelable** : elle doit couvrir 23,5 % de la consommation finale d’énergie en 2030 et 100% en 2050.

Le développement des technologies et systèmes pour y arriver est mondial. La Wallonie apportera sa contribution dans les 4 ambitions et 4 aires stratégiques retenues dans le Domaine d’Innovation Stratégique « Systèmes énergétiques et habitats durables ».

### Ambition 1 : Amélioration de l’efficacité énergétique des bâtiments et réduction des émissions de CO2 dans la construction

En 2030, le secteur wallon du bâtiment sera à la pointe en matière de constructions « zéro énergie », de rénovations performantes et maîtrisera les technologies de matériaux, composants et structures à faible impact environnemental.

L’enjeu est énorme et la rénovation engagera des moyens financiers et humains considérables. En effet, en 2017, les bâtiments étaient responsables de 38 % des consommations d’énergie de la Région (28 % pour le résidentiel, 10 % pour le tertiaire). Ces consommations représentent 21 % des émissions de gaz à effet de serre de la Région (17 % pour le résidentiel et 4 % pour le tertiaire)[[3]](#footnote-4). Outre les aspects purement énergétiques, il s’agira (i) d’améliorer le confort et la santé des habitants, avec une attention particulière aux personnes en situation de précarité, (ii) de réduire les impacts environnementaux, notamment les émissions de CO2, liés à la construction et à l’occupation du parc de bâtiments et (iii) de diminuer la dépendance énergétique de la Région.

Pour mémoire, les objectifs de la stratégie de rénovation sont :

* **Pour le résidentiel** : tendre en 2050 vers le label PEB A décarboné en moyenne pour l’ensemble du parc de logements et viser en priorité la rénovation profonde des logements les moins performants. Cette rénovation doit être également réalisée en favorisant la circularité (lien avec le DIS ‘Matériaux circulaires’) et en analysant l'impact carbone des moyens mis en œuvre. Si nécessaire un équilibre entre performance énergétique et impact carbone liée à la rénovation sera réalisé.
* **Pour le tertiaire** : tendre en 2040 vers un parc de bâtiments tertiaires efficace en énergie et neutre en carbone pour le chauffage, la production d’eau chaude sanitaire, le refroidissement, la ventilation, et l’éclairage.

La stratégie de rénovation prévoit un phasage quantifié et échelonné. Il s’agit de scénarios permettant d’atteindre l’objectif de réduction de -55% d’émissions de GES en 2030 par rapport à 1990 et d’avoir un parc de bâtiments décarboné en 20503.

Au travers de la stratégie de spécialisation intelligente, la Wallonie entend développer les technologies de pointe qui contribueront à atteindre ces objectifs en Wallonie et ailleurs.

### Ambition 2 : Amélioration de l’efficacité énergétique des productions industrielles et leur décarbonation

L’industrie wallonne consomme 39,7 TWh en 2017, soit 32% de la consommation énergétique finale, et est responsable de 30 % des émissions de gaz à effet de serre. L’ambition est d’arriver à diminuer la consommation énergétique de l’industrie et à décarboner le secteur à l’horizon 2050. Ces deux objectifs n’étant pas toujours concomitants, La recherche et l’innovation s’orienteront donc vers :

* L’amélioration des produits, des procédés, des flux de production et de consommation d’énergie, le développement de l’économie circulaire, la réduction des besoins en ressources utilisées dans les processus. « Energy efficiency first » ;
* Le développement de l’économie de l’hydrogène : l’utilisation de l’hydrogène dans les processus industriels, et pour subvenir aux besoins énergétiques lorsque cela a du sens.

### Ambition 3 : Déploiement des énergies renouvelables

En Wallonie, en 2018, la puissance électrique nette installée de l’énergie solaire photovoltaïque et éolienne (à la production aléatoire bien que relativement prévisible) est de 2.000 MW pour 5.540 MW de puissance installée pour les installations à la production maîtrisable (centrales thermiques et autres). En revanche, dû au petit nombre d’heures annuelles de présence de vent et d’ensoleillement, la production éolienne et photovoltaïque n’était que de 17,5% de la production électrique totale. On comprend donc que le défi en matière de recherche se situe tant au niveau de l’augmentation de la puissance installée que de l’optimisation des flux d’énergie et de la gestion des réseaux, notamment en favorisant l’intégration locale et la gestion flexible des sources diversifiées d’énergie par exemple au sein de bâtiments et communautés d’énergie intelligentes et l’utilisation opérationnelle de systèmes énergétiques décentralisés, interconnectés, flexibles et décarbonés, ainsi qu’au travers du stockage. Celle-ci passe par la prise en compte de la flexibilité de la demande et l’implication de l’ensemble des catégories de consommateurs dans une logique Bottom-up, ainsi que par le stockage énergétique sous diverses formes.

L’ambition pour la Wallonie est d’être à la pointe en matière de développement de systèmes de gestion d’énergie (électrique et thermique) et de solutions intégrées de stockage d’énergie, notamment la bioénergie, l’hydrogène et les e-fuels, et de développer une économie exportatrice de solutions.

Pour mémoire, 37% de la production d’énergie renouvelable en 2030 sera assurée par l’électricité renouvelable, 52% par l’énergie thermique renouvelable et 11% par les carburants alternatifs[[4]](#footnote-5).

### Ambition 4 : Décarbonation du secteur logistique et du transport

La consommation des transports en Wallonie a atteint 37,3 TWh en 2018 pour une consommation totale d’énergie finale de 120,5 TWh, soit 31 %. La consommation du transport routier est de 30,2 TWh dont 17,8 TWh pour les voitures particulières et 11,6 TWh pour les véhicules utilitaires légers et lourds, le reste se répartissant entre les bus, autocars, motos et vélos électriques[[5]](#footnote-6). La Wallonie a adopté la « VISION FAST 2030 » en 2017 et la « Stratégie régionale de mobilité » en 2019. Les leviers de décarbonation pour le transport peuvent se résumer en « shift » ou déplacer la mobilité vers des moyens moins énergivores pour le transport (bateau et rail) et pour les voyageurs (rail et modes de transport doux), « avoid », éviter ou rationaliser les besoins de déplacement par exemple par l’aménagement du territoire et « improve » ou orienter le transport vers des véhicules bas carbone.

L’ambition pour la Wallonie est le développement de ses compétences industrielles et de services en matière de gestion intégrée des flux de trafic et des réseaux (logistique-transport-mobilité). Cette ambition demandera le développement de solutions intégrées de stockage électrique, de bioénergie, d’hydrogène et d’e-fuels d’origine renouvelable.

Ces quatre ambitions demandent des applications technologiques et des compétences qui pourront être transversales. Elles sont reprises dans les aires stratégiques. Par exemple, le stockage énergétique concerne les bâtiments, les producteurs d’énergie renouvelable, les réseaux, etc. La digitalisation touche non seulement les réseaux d’énergie, mais aussi la logistique de transport et la gestion intelligente des bâtiments et des processus. Autre exemple, la production d’hydrogène, la mise au point de piles à combustible ou de batteries requiert des compétences en catalyse, présentes en Wallonie.

## Guide opérationnelLogique d’intervention

### Ambition 1 : Amélioration de l’efficacité énergétique des bâtiments et réduction des émissions de CO2 dans la construction

La Wallonie dispose d’atouts remarquables dans de nombreux sous-domaines de la transition énergétique verte, mais doit redoubler d’efforts en matière d’intégration innovante, de démonstration et de montée en échelle des solutions qu’elle développe. Cette intégration doit s’effectuer dans une approche de ‘chaîne de valeur’, incluant les producteurs, prestataires de services, distributeurs et utilisateurs finaux ainsi que la logistique et le cadre réglementaire. Elle doit également prendre en considération les impératifs de formation (par exemple dans le secteur de la construction) et de sensibilisation (par exemple au niveau des consommateurs d’énergie : particuliers, entreprises, industriels). La Wallonie cherchera à mettre en place une plateforme d’acteurs industriels et de recherche proposant des solutions intégrées et financièrement attractives, pour l’amélioration de la performance énergétique du parc immobilier wallon, par la combinaison d’innovations technologiques et non technologiques.

Des actions (hors recherche) FEDER concernent la stratégie de rénovation à long terme des bâtiments, et notamment des bâtiments publics. Un dialogue sera instauré entre les parties prenantes afin de créer des synergies (meilleure compréhension des besoins, bonne transmission des informations, transfert de connaissances de la R&D aux applications à grande échelle).

De même, la bonne transmission des acquis de la R&D vers le terrain passe par une excellente formation des opérateurs et de la main d’œuvre. Un dialogue sera instauré avec les centres de compétences (FOREM, IFAPME, …), les écoles techniques et l’enseignement supérieur.

Cette ambition wallonne se retrouve aussi dans le partenariat européen d’innovation co-programmé (Commission européenne – parties prenantes) « People-centric, Sustainable Built Environment » (Built4People). Les entreprises et organismes de recherche sont vivement encouragées à y participer.

Les recherches seront menées au niveau du bâtiment, du quartier ou de la communauté, en développant les synergies.

Les priorités seront données à l’amélioration de l’efficacité énergétique des bâtiments (lien possible avec la DIS 1 pour les matériaux et le recyclage) vers le nZEB (nearly zero energy building).

La recherche et l’innovation s’orienteront vers les solutions qui accélèrent une approche de rénovation massive, vers la production de fournitures, systèmes et services plus performants et à moindre coût, dont la construction éco-durable, les solutions digitales liées à la sécurisation, la modélisation, simulation et le monitoring de la consommation et des performances énergétiques des bâtiments. Le développement de la construction modulaire sera poursuivi en favorisant la conception et le déploiement de modèles de construction modulaire préfabriquée permettant une approche de mass customisation. Une attention particulière sera portée à l’acceptation sociale concernant les solutions proposées aux particuliers et au secteur public. Tout cela devra se faire en améliorant significativement la productivité, l’efficacité, le bien-être au travail et l’empreinte climatique (énergie grise). Ces innovations seront éprouvées via des prototypes, démonstrateurs et le cas échéant par l’intermédiaire de laboratoires vivants (living labs) ambitieux à l’échelle européenne.

En lien avec le DIS ‘Matériaux circulaires’, la circularité dans la construction sera favorisée en mobilisant les acteurs pour permettre d’accroître la réutilisation et le recyclage de matériaux dans la construction par des outils innovants (éco-conception, caractérisation, réutilisation, recyclage, outils digitaux, …) qui soutiendront les évolutions normatives et réglementaires nécessaires.

La Wallonie évaluera aussi de nouveaux modèles économiques basés sur l’usage et la performance de bâtiments ou d’éléments techniques et constructifs, plutôt que sur la propriété et le produit.

### Ambition 2 : Amélioration de l’efficacité énergétique des productions industrielles et leur décarbonation

Les priorités seront données à la décarbonation des processus des productions industrielles (en lien avec le DIS « Innovations pour des modes de conception et de production agiles et sûrs’), à l’efficacité énergétique et au développement de systèmes de gestion de l’énergie qui intègrent aussi bien la production locale d’énergie, le stockage et l’utilisation efficiente de l’énergie, dont la gestion de la consommation. Les améliorations doivent s’effectuer en tenant compte de la ‘chaîne de valeur’, incluant les diverses parties prenantes (clients, fournisseurs, prestataires, organismes de certifications, etc.)

Cette ambition est réalisée en synergie avec le DIS ‘Matériaux circulaires’. La circularité appliquée à l’efficience énergétique inclut également la valorisation de la chaleur fatale et le développement de réseaux de chaleur adaptés.

Le recours accru aux énergies renouvelables dans l’industrie demandera de relever de nombreux défis comme l’intermittence de production. Ces solutions seront développées en commun avec l’ambition 3 concernant le déploiement des énergies renouvelables.

Une roadmap technologique de décarbonation de l’économie sera réalisée. Elle permettra d’identifier les solutions à développer au niveau des entreprises wallonnes et donc de prioriser les projets R&D qui pourront y répondre.

Les recherches et développements réalisés dans le cadre de cette ambition permettront aux fédérations d’entreprises d’atteindre leurs objectifs repris dans leurs roadmaps sectorielles d’efficience énergétique et de décarbonation, et notamment dans les accords de branche de 3e génération.

L’aire stratégique « Economie de l’hydrogène » contribuera à la décarbonation de l’industrie.

### Ambition 3 : Déploiement des énergies renouvelables

Il est nécessaire d’obtenir un développement des énergies renouvelables qui contribue efficacement à la réduction de l’empreinte environnementale, à la réduction de consommation des ressources naturelles, à la compétitivité industrielle ainsi qu’au maintien de notre qualité de vie. La réduction de l’empreinte environnementale, la consommation et le recyclage des produits sera assurée par le DIS ‘Matériaux circulaires’.

Le maintien de notre qualité de vie et la compétitivité industrielle découleront des aires stratégiques « Digitalisation et gestion des flux », qui permettra à la société un effort de flexibilité, « Stockage d’énergie », en complément de la flexibilité, et « Economie de l’hydrogène ».

La gestion des flux énergétiques doit être optimisée et doit tenir compte de l’autoconsommation.

La Wallonie doit élaborer un cadre stable pour encourager les investissements dans ce déploiement.

### Ambition 4 : Décarbonation du secteur logistique et du transport

Une mobilité décarbonée demandera des développements pour l’optimisation de la supply chain au niveau des flux en logistique, la digitalisation et l’amélioration ou la conversion des équipements (Aire stratégique « digitalisation et gestion des flux »). La production et le stockage d’énergie pour le transport feront l’objet des aires stratégiques « stockage d’énergie » et « économie de l’hydrogène ». La transition vers l’hydrogène renouvelable ou bas carbone impliquera le développement de nouveaux modes de production, des systèmes de stockage et de transport, des modifications des processus industriels et des équipements. Cette ambition est en lien avec le DIS ‘Innovations pour des modes de conception et de production agiles et sûrs’, le DIS ‘Matériaux circulaires’, et le plan de relance.

## Indicateurs potentiels

### Ambition 1 :

* ***A court terme*** : nombre de projets de R&D (produits, procédés, services) en efficience énergétique (construction, industrie, …) financés et budget associé, nombre de participations aux appels Horizon Europe, en particulier dans les sujets liés au partenariat européen Built4People.
* La performance de l’industrie du bâtiment ne s’améliorera qu’avec la compétence accrue de la main d’œuvre. L’indicateur de l’évolution du nombre de formations pertinentes dans les centres de compétences (FOREM, IFAPME, …) doit être suivi, sous peine de nullité des efforts de R&D.
* ***A moyen terme*** : nombre de nouveaux systèmes de construction, produits et services mis sur le marché suite aux projets financés, nombre de projets consécutifs aux premiers appels.
* Valeur des investissements relatifs à l’amélioration de l’efficacité énergétique des bâtiments.
* Les indicateurs de l’accroissement des formations dans le domaine de l’efficacité énergétique dans la construction et de l’évolution de la main d’œuvre qualifiée doivent être suivis.
* ***A long terme*** : comme indicateur de résultat, la réduction de la consommation nette d’énergie dans le secteur du bâtiment, l’emploi, le chiffre d’affaires généré par les activités liées aux projets de R&D, le chiffre d’affaires liés aux rénovations/ constructions nZEB.

### Ambition 2 :

* ***A court terme*** : nombre de projets de R&D en efficience énergétique dans l’industrie financés et budget associé, nombre de participations aux appels Horizon Europe.
* ***A moyen terme*** : nombre de nouveaux produits et services mis sur le marché suite aux projets financés, nombre de projets consécutifs aux premiers appels.
* ***A long terme*** : comme indicateur de résultat, l’amélioration de l’efficience énergétique et la décarbonation de l’industrie, l’augmentation des performances économiques de l’industrie, l’emploi, le chiffre d’affaires généré par les activités liées aux projets de R&D.

En vue de valoriser la performance des outils industriels, l’accroissement des formations dans le domaine de l’efficacité énergétique dans les processus industriels devra être suivi.

### Ambition 3 :

* ***A court terme*** : nombre de projets de R&D (produits, procédés, services) en stockage énergétique financés et budget associé, nombre de participations aux appels Horizon Europe.
* ***A moyen terme*** : Nombre de nouveaux produits et services mis sur le marché suite aux projets financés, nombre de projets consécutifs aux premiers appels. Augmentation de l’autoconsommation dans les entreprises. Evolution de la quantité d’énergie renouvelable en Wallonie et dans les micro-réseaux/communautés d’énergie, évolution du nombre de projets de production de bioénergie, d’hydrogène et d’e-fuels.
* ***A long terme*** : production énergétique renouvelable (thermique et électrique) en Wallonie et entre autres au niveau des communautés d’énergie, quantité d’énergie électrique autoconsommée, quantité d’énergie thermique autoconsommée, récupérée ou produite de manière renouvelable. Emploi, chiffre d’affaires généré par les activités liées aux projets de R&D. Budget total des micro-réseaux et communautés d’énergies installés. Nombre de systèmes de gestion de production et d’utilisation d’énergie installés. Nombre de nouveaux systèmes de stockage (électricité) installés sur la période.

### Ambition 4 :

* ***A court terme*** : initiatives pour le développement d’une filière pour l’utilisation de l’hydrogène. Lancement d’appels à projets pour le moyen et long terme, nombre de projets en logistique/digitalisation/trafic.
* ***A moyen terme*** : nombre de nouveaux produits et services mis sur le marché suite aux projets financés, nombre de projets consécutifs aux premiers appels.
* ***A long terme*** : emploi, chiffre d’affaires généré par les activités liées aux projets de R&D et des différents plans d’investissement. Nombre de systèmes de gestion des flux logistiques et du trafic installés en Wallonie. Quantité d’hydrogène vert produite et consommée en Wallonie pour le transport.

# Aires stratégiques et calendrier de mise en œuvre

## Aire stratégique 1 : « Outils de conception, méthodes et éléments constructifs au service d’une meilleure performance énergétique et environnementale de la construction et des bâtiments »

La rénovation énergétique des bâtiments fait face à quelques grands défis, dans lesquels la Wallonie est invitée à développer des compétences afin de devenir un acteur majeur du secteur :

* **Accélérer la vague de rénovations performantes** : Cet axe passe par une numérisation et une industrialisation des activités de rénovation, le développement de mesures 3D et leur intégration dans un modèle numérique, afin de simplifier la préparation, la production et la mise en œuvre automatisée du travail, une approche de mass customisation pour la construction modulaire préfabriquée, des flux de travail standardisés de la conception et la fabrication hors site à l’installation.
* **Rénovation du patrimoine bâti** : Le patrimoine bâti a des exigences de préservation de l’héritage culturel qui demande de la créativité dans les entreprises de rénovation énergétique. Des solutions innovantes doivent prendre en compte tous les aspects, non seulement techniques mais aussi culturels, sociétaux et environnementaux.
* **Enveloppes intelligentes** : L’évolution du climat engendre le problème toujours plus critique des vagues de chaleur et de la surchauffe en été. Dans les villes, cette situation est exacerbée par l’influence de l’îlot de chaleur. La recherche s’orientera vers les systèmes intelligents de refroidissement actif et passif, combinés à des concepts de façade.
* **Matériaux, composants et structures à faible impact environnemental** :
* De nouveaux matériaux et méthodes de construction peuvent réduire sensiblement les émissions de CO2 et l’impact environnemental. Le bois et les matières premières biosourcées et recyclées, extraites de chaînes courtes ou par interaction industrielle, peuvent être utilisés à cette fin.
* Matériau le plus courant, le béton est responsable d’une grande partie de l’impact du secteur sur le changement climatique. La recherche s’orientera vers de nouveaux liants, des granulats de substitution, le recyclage et le réemploi ainsi que les nouvelles méthodes de mise en œuvre.

### Remarques générales

* La prise en compte des performances énergétiques se fera aussi à l’échelle appropriée (bâtiment, quartier, …) pour mieux juger de l’impact global des solutions sur l’efficacité énergétique.
* Le développement de techniques numériques et outils de design seront notamment nécessaires. Les outils permettront de prendre en compte non seulement les performances énergétiques mais également l’impact carbone lié au processus de construction/rénovation des bâtiments (matière…).
* En particulier pour les rénovations, un équilibre devra être trouvé entre l’efficience énergétique, les coûts et retours ainsi que le bilan carbone. Cette aire comporte également l’étude de nouveaux matériaux (isolants, etc.) et éléments constructifs.
* La production et l’utilisation de ressources locales sera aussi mise en avant.
* L’amélioration de la performance énergétique du bâti passe par l’amélioration de l’efficience énergétique (meilleure isolation thermique, systèmes plus efficients) mais aussi par l’intégration des énergies renouvelables et la gestion des flux d’énergie (communautés d’énergie).
* Des modèles d’affaires innovants et des outils financiers devront être mis au point de manière à permettre à tout un chacun d’améliorer son patrimoine bâti, en particulier les propriétaires d’habitations privées qui ne disposent pas toujours du budget suffisant pour effectuer les travaux.

### Effets attendus

* A court terme, sur base des besoins identifiés et de cartographie existante ou à venir, des projets R&D seront lancés visant entre autres à la réalisation de pilotes/démonstrateurs. Une attention particulière sera portée à l’acceptation sociale des solutions proposées aux particuliers.
* A moyen terme, les résultats des projets de recherche financés et des actions entreprises permettent une réévaluation des besoins et de la poursuite des projets (adaptés le cas échéant). Les pilotes et projets plus matures permettent la réalisation de nouveaux produits et services. L’utilisation de résultats obtenus dans l’aire « stockage » est possible.
* En 2030, de nouvelles solutions doivent être disponibles et intégrables dans le bâti wallon en matière de nouveaux matériaux isolants, de nouvelles techniques de rénovation et de construction qui peuvent intégrer les concepts modulaires ainsi que de nouveaux concepts architecturaux et urbanistiques.

### Détail des opérations

* Lancement d’un appel à manifestation d’intérêt couvrant les thématiques potentielles suivantes : méthodes de conception/construction/rénovation innovantes dont les constructions modulables, construction éco-durable, simulation numérique, mise au point et intégration du BIM au sein des entreprises, matériaux et techniques d’isolation, amélioration de l’inertie des bâtiments, intégration des éléments de production ou stockage d’énergie, automatisation et filières de préfabrication dont celles du bois, des matériaux biosourcés, des matériaux recyclés, smart building notamment à l’échelle de quartier, building interactif, développement des solutions pour les bâtiments 4.0 (y compris l’impression 3D). Cela comprend la distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL). Les projets doivent permettre d’avoir de nouvelles constructions ou des rénovations qui visent le nZEB à un coût modéré.
* Définition d’un portefeuille intégré de projets (ou IIS), y compris distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) : identification des ‘briques’ (projets) nécessaires.
* Établissement des modalités de support public en fonction des niveaux de maturité respectifs des sous-domaines / projets (recherche stratégique – PoC (Proof of Concept) - prototypage – démonstration).
* Investissement ciblé dans des plateformes de démonstration et partenariats privés-publics pour la valorisation industrielle des prototypes.
* Tests et première montée en échelle industrielle (TRL4-6), mise en place de protocoles de certification.
* Interactions cross-sectorielles et multidisciplinaires (énergie-construction-architecture-urbanisme-numérique).
* Interactions formation-recherche (intégrer dans les projets une analyse des besoins en qualification professionnelle et de leur disponibilité afin de mettre en place des formations).
* Actions de diffusion des résultats. Y inclus soutien financier des projets visant à l’intégration et diffusion des solutions développées

### Calendrier de mise en œuvre

* A court terme, un appel à concepts IIS sera lancé. Cet appel sera en synergie avec le plan de relance de la Wallonie. Il se basera sur les outils de financement actuellement en place, y compris pour le financement de projets pilotes et démonstrateurs de technologies. Une approche intégrant une chaîne de valeur complète (fournisseur, fabricants, prestataires de services, clients, …) sera privilégiée.
* A moyen terme, Les projets pilotes et de démonstration permettent de développer de nouveaux produits et services. Sur base des résultats de recherche (2 à 4 ans) des actions sont décidées pour permettre la valorisation et la diffusion des résultats. De nouveaux appels à projets pourront être lancés.
* A long terme, mise en œuvre des produits et techniques développées pour l’obtention d’une certification PEB A, produit biosourcé, ... que ce soit dans le cadre de nouvelles constructions ou de rénovations.

### Dimension internationale

L’Union Européenne ayant adopté des objectifs ambitieux en matière de transition énergétique, ceux-ci se traduiront en importantes opportunités de partenariats et de financements européens, notamment au sein de la mission « Climate-neutral and smart cities », des partenariats européens et du cluster « Climat, énergie et mobilité » du programme Horizon Europe. La stratégie de ce DIS devra se développer en cohérence avec les initiatives européennes Horizon Europe, DIS ‘Matériaux circulaires’, DIS ‘Innovations pour des modes de conception agiles et sûrs’ et FEDER.

Clusters Horizon Europe concernés a priori par le DIS « Systèmes énergétiques et habitats durables » :

* Cluster 5 « Climate, Energy and Mobility » et en particulier le partenariat européen d’innovation co-financé « Clean Energy Transition » ;
* Cluster 3 « Civil Security for society » (infrastructures critiques) ;
* Cluster 4 « Digital, Industry and Space ».

Le SET-Plan (plan stratégique européen pour les technologies énergétiques) rassemble les parties prenantes en « groupes d’implémentation ». Ces groupes ont pour objectif de mettre en œuvre une roadmap technologique de recherche, développement et démonstration[[6]](#footnote-7). Un groupe en particulier concerne cette aire stratégique : « Efficience énergétique dans les bâtiments ».

## Aire stratégique 2 : « Digitalisation et Gestion des flux »

**Innovations pour l’optimisation des flux (énergie, trafic, logistique) et la gestion des réseaux.**

La digitalisation et la gestion des flux sont des éléments importants dans nombre de solutions pour la transition énergétique de la Wallonie. Cette aire reprend notamment les différentes solutions numériques et techniques nécessaires à leur optimisation

La Wallonie développera ses compétences dans les domaines suivants :

* **Bâtiments** : les solutions digitales liées à la sécurisation, la modélisation, la simulation et le monitoring de la consommation et des performances énergétiques d’un bâtiment et d’un ensemble de bâtiments, intégration du bâti et de l’électromobilité dans les réseaux électriques (smart-charging, V2G, gestion des pompes à chaleur,…), la gestion des réseaux de chaleur/froid, les districts « zero energy » ou à énergie positive ;
* **Industrie**: la digitalisation des processus, la gestion des flux de production et de consommation d’énergie, les réseaux d’énergie ;
* **Énergies renouvelables** : intégration des énergies renouvelables dans les réseaux électriques et thermiques et gestion de la production décentralisée d’énergie, développement des communautés d’énergie renouvelable et citoyenne, en ce compris en îlotage (micro-réseau) ;
* **Mobilité**: gestion des flux de trafic et de réseaux de transport (logistique-transport-mobilité).

Les flux de données à traiter comprennent des informations sensibles (données à caractère privé, historique des consommations, etc.) qu'il faudra protéger contre toute usurpation et prévenir des cyber-attaques. La continuité des services doit aussi être assurée en toute heure. C’'est pourquoi des solutions de cybersécurité pourront être développées, en symbiose avec le DIS ‘Innovations pour des modes de conception et de production agiles et sûrs’.

### Effets attendus

* **A court terme**, sur base des besoins identifiés et de cartographie existante ou à venir, des projets R&D seront lancés visant entre autres à la réalisation de pilotes/démonstrateurs. Les projets poursuivis intègrent au maximum des acteurs de l’ensemble de la chaine de valeur. Une attention particulière sera portée à l’acceptation sociale des solutions concernant les communautés d’énergie.

Les premiers résultats provenant de la réalisation de pilotes/démonstrateurs et de projets de développement expérimental sont engrangés.

* **A moyen terme**, Les résultats des projets de recherche financés et des actions entreprises permettent une réévaluation des besoins et de la poursuite des projets (adaptés le cas échéant). Les pilotes et projets plus concrets permettent la réalisation de nouveaux produits et services. L’utilisation et l’intégration de résultats obtenus dans les aires « stockage » et « hydrogène » est possible.
* **Pour 2030**, de nouvelles installations de systèmes de gestion intelligente de l’énergie, du trafic et de la logistique ainsi que de nouvelles communautés d’énergies sont réalisés. La diffusion de ces technologies est renforcée grâce à leur installation, notamment dans les industries. Les solutions de financement de ces installations sont adaptées et renforcées.

### Détail des opérations

* Lancement d’un appel à manifestation d’intérêt couvrant les thématiques potentielles suivantes : les systèmes de gestion intelligente des flux (énergétiques, trafic, logistique), les solutions pour améliorer le flux ferroviaire, les systèmes de récupération d’énergie que ce soit sur des processus industriels ou sur les différents moyens de transports, la conception et simulation numérique des réseaux, l’optimisation de l’autoconsommation, les outils de maintenance, etc. Une distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) est réalisée.
* Définition d’un portefeuille intégré de projets (ou IIS), y compris distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) : identification des ‘briques’ (projets) nécessaires.
* Établissement des modalités de support public en fonction des niveaux de maturité respectifs des sous-domaines / projets (recherche stratégique – PoC (Proof of Concept) - prototypage – démonstration).
* Investissement ciblé dans des plateformes de démonstration et partenariats privés-publics pour la valorisation industrielles des prototypes.
* Tests et première montée en échelle industrielle (TRL4-6), mise en place de protocoles de certification.
* Interactions cross-sectorielles et multidisciplinaires (énergie-construction-architecture-urbanisme-numérique).
* Interactions formation-recherche (intégrer dans les projets une analyse des besoins en qualification professionnelle et de leur disponibilité afin de mettre en place des formations).
* Actions de diffusion des résultats concernant les bénéfices de la digitalisation et de la gestion des flux.

### Calendrier de mise en œuvre

* **A court terme**, un appel à concepts IIS sera lancé. Cet appel sera en synergie avec le plan de relance de la Wallonie. Il se basera aussi sur les outils de financement actuellement en place, y compris pour le financement des projets pilotes et démonstrateurs de technologies. Une approche intégrant une chaîne de valeur complète (fournisseur, fabricants, prestataires de services, clients,…) sera privilégiée.
* **A moyen terme**, les projets pilotes et de démonstration permettent de développer de nouveaux produits et services. Sur base des résultats de recherche (2 à 4 ans) des actions sont décidées pour permettre la valorisation et la diffusion des résultats. De nouveaux appels à projets pourront être lancés.
* **A long terme**, installation de nouveaux micro-réseaux et de nouvelles communautés d’énergie, de nouveaux systèmes de gestion énergétique dans les entreprises wallonnes, de nouveaux systèmes de gestion du trafic et de la logistique. Ces systèmes pourront faire l’objet des aides de financement existantes.

### Dimension internationale

L’Union Européenne ayant adopté des objectifs ambitieux en matière de transition énergétique, ceux-ci se traduiront en importantes opportunités de partenariats et de financements européens, notamment au sein de la mission « Climate-neutral and smart cities », des partenariats européens et du cluster « Climat, énergie et mobilité » du programme Horizon Europe. La stratégie de ce DIS devra se développer en cohérence avec les initiatives européennes Horizon Europe, IPCEI « hydrogène », DIS ‘Innovations pour des modes de conception agiles et sûrs’ et FEDER.

Clusters Horizon Europe concernés a priori par le DIS « Systèmes énergétiques et habitats durables » :

* Cluster 5 « Climate, Energy and Mobility » et en particulier le partenariat européen d’innovation co-financé (auquel la Wallonie participe) « Clean Energy Transition » ;
* Cluster 3 « Civil Security for society » (infrastructures critiques) ;
	+ Cluster 4 « Digital, Industry and Space ».

Le SET-Plan (plan stratégique européen pour les technologies énergétiques) rassemble les parties prenantes en « groupes d’implémentation ». Ces groupes ont pour objectif de mettre en œuvre une roadmap technologique de recherche, développement et démonstration[[7]](#footnote-8). Différents groupes concernent cette aire stratégique :

* Energy systems ;
* Positive energy districts.

## Aire stratégique 3 : « Stockage d’énergie »

**Innovations pour des solutions intégrées de stockage d’énergie et leur intégration dans les bâtiments, l’industrie ou le transport / logistique (électricité, chaleur, hydrogène)**

Le stockage d’énergie est un élément central de la stratégie pour réussir la transition énergétique en Wallonie. Cette aire vise le développement de l’écosystème wallon dans les domaines des matériaux avancés et des solutions de stockage pour permettre une flexibilité industrielle accrue, garantir l’alimentation électrique, améliorer le fonctionnement des réseaux électriques et réaliser une prise en charge efficace de l’intermittence des énergies renouvelables aussi bien au niveau industriel que particulier et assurer le bon fonctionnement des réseaux de chaleur et valoriser de manière optimale les investissements dans les sources d’énergies renouvelables.

Nous distinguons la production d’énergie sous forme stockable, et les technologies de stockage proprement dites.

Les aires d’intervention sont :

* La production de vecteurs énergétiques : la valorisation énergétique de la biomasse, les biocombustibles (biogaz) et biocarburants, les carburants synthétiques, les e-carburants (Méthane, recombinaison endothermique à partir du CO2, production de chaines carbonées d’intérêt pour l’industrie à partir d’hydrogène, …) ;
* La capture et l’utilisation du CO2 en lien avec d’autres flux/procédés, dans des conditions d’efficience énergétique soutenables ;
* Les technologies de stockage d’énergie proprement dite (électrique : batterie, pompage-turbinage, chaleur sous différentes formes, froid) ;
* Les processus électrochimiques : électrolyse, catalyse, électrodes, séparateurs, assemblage et encapsulation de cellules électrochimiques … ;
* Les technologies de valorisation de bioénergie, la cogénération, la tri-génération et la micro-cogénération.

Une attention particulière sera accordée à l’efficience énergétique de la chaîne de conversion, depuis l’énergie « gratuite » (soleil, …) jusqu’au vecteur énergétique final. La hiérarchie des usages de la biomasse sera par exemple respectée.

### Effets attendus

* **A court terme**, sur base des besoins identifiés et de cartographie existante ou à venir, des projets R&D sont lancés. Les premiers résultats des projets plus mâtures concernant la réalisation de pilotes et des projets de développement expérimental sont engrangés.
* **A moyen terme**, Les résultats des projets de recherche financés et des actions entreprises permettent une réévaluation des besoins et de la poursuite des projets (adaptés le cas échéant). Les résultats obtenus des pilotes et projets expérimentaux permettent la réalisation de nouveaux produits et services.
* **Pour 2030**, de nouvelles solutions de stockage d’énergie doivent être disponibles et intégrables dans le bâti wallon et l’industrie à un coût raisonnable.

### Détail des opérations

* Lancement d’un appel à manifestation d’intérêt couvrant les thématiques suivantes : Parmi les technologies liées au stockage d’énergie électrique, thermique et d’hydrogène (les batteries, les supercondensateurs, l’électrolyse et les piles à combustible), il y a un appel à certaines mêmes compétences : électrodes, électrolytes, catalyseurs, séparateurs, assemblage et encapsulation de cellules électrochimiques, convertisseur/onduleur. Au niveau des systèmes de gestion intelligente du stockage on retrouve des domaines où la Wallonie excelle ou entend se développer : les systèmes de conversion/onduleurs, la réutilisation/recyclage des batteries, le stockage par pompage-turbinage, les technologies liées au stockage de chaleur et au stockage combiné (la valorisation de biomasse, la cogénération, la tri-génération et la micro-cogénération), la gestion intelligente de la charge. La Wallonie dispose d’acteurs de premier plan pour la conception des différents systèmes.

Une distinction des niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) des solutions envisagées est réalisée.

* Définition d’un portefeuille intégré de projets (ou IIS), y compris distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) : identification des ‘briques’ (projets) nécessaires.
* Établissement des modalités de support public en fonction des niveaux de maturité respectifs des sous-domaines / projets (recherche stratégique – PoC (Proof of Concept) - prototypage – démonstration). Adaptation des moyens de financement existants. Le financement de démonstrateurs fait partie intégrante de la stratégie relative à cette aire stratégique.
* Investissement ciblé dans des plateformes de démonstration et partenariats privés-publics pour la valorisation industrielle des prototypes.
* Tests et première montée en échelle industrielle (TRL4-6), mise en place de protocoles de certification.
* Interactions cross-sectorielles et multidisciplinaires (énergie-construction-numérique).
* Interactions formation-recherche (intégrer dans les projets une analyse des besoins en qualification professionnelle et de leur disponibilité afin de mettre en place des formations).
* Actions de diffusion des résultats concernant les bénéfices de l’utilisation de stockage d’énergie. Adaptation des moyens de financement existants afin de favoriser la diffusion des technologies/solutions développées.

### Calendrier de mise en œuvre

* **A court terme**, un appel à concepts IIS sera lancé. Cet appel sera en synergie avec le plan de relance de la Wallonie. Il se basera aussi sur les outils de financement actuellement en place au SPW, Sowalfin, ...y compris pour le financement des projets pilotes et démonstrateurs de technologies. Une approche intégrant une chaîne de valeur complète (fournisseur, fabricants, prestataires de services, clients, …) sera privilégiée.
* **A moyen terme**, les projets pilotes et de démonstration permettent de développer de nouveaux produits et services. Sur base des résultats de recherche (3-4 ans en moyenne) des actions sont décidées pour permettre la valorisation et la diffusion des résultats. De nouveaux appels à projets pourront être lancés.
* **A long terme**, installation chez les industriels et particuliers de nouveaux systèmes de stockage d’énergie. Ces installations seront facilitées le cas échéant via des mécanismes de financement (Sowalfin, …) adaptés.

### Dimension internationale

L’Union Européenne ayant adopté des objectifs ambitieux en matière de transition énergétique, ceux-ci se traduiront en importantes opportunités de partenariats et de financements européens, notamment au sein de la mission « Climate-neutral and smart cities », des partenariats européens et du cluster « Climat, énergie et mobilité » du programme Horizon Europe. La stratégie de ce DIS devra se développer en cohérence avec les initiatives européennes Horizon Europe, IPCEI « batterie » et FEDER.

Clusters Horizon Europe concernés a priori par le DIS « Systèmes énergétiques et habitats durables » :

* Cluster 5 « Climate, Energy and Mobility » et en particulier le partenariat européen d’innovation co-financé (auquel la Wallonie participe) « Clean Energy Transition »
* Cluster 3 « Civil Security for society » (infrastructures critiques)
* Cluster 4 « Digital, Industry and Space »

Le SET-Plan (plan stratégique européen pour les technologies énergétiques) rassemble les parties prenantes en « groupes d’implémentation ». Ces groupes ont pour objectif de mettre en œuvre une roadmap technologique de recherche, développement et démonstration[[8]](#footnote-9). Le SET-Plan n’assure cependant pas les financements. Différents groupes concernent cette aire stratégique :

* Combustibles renouvelables et bioénergie ;
* Batteries.

## Aire stratégique 4 : « Economie de l’hydrogène »

Le Bureau du Plan[[9]](#footnote-10) prévoit pour la Belgique en 2050 une production domestique d'hydrogène par le biais d’électrolyseurs entre 80 et 99 TWh. Avec un rendement d’électrolyse estimé à 80% en 2050, la production d’électricité renouvelable exclusivement dédiée à l’hydrogène devrait être entre 100 et 125 TWh. Ceci en plus de la production renouvelable d’électricité dédiée à la consommation électrique directe et aux usages indirects (chauffage, fours électriques). En comparaison, en 2020, la production belge d’électricité est de 85,4 TWh[[10]](#footnote-11) dont 20 % environ sont d’origine renouvelable.

Ces données démontrent l’ampleur de l’effort à fournir et des enjeux économiques et financiers.

Dans certains configurations (optimisation des heures de fonctionnement, des coûts de l’électricité, des services annexes), le coût de l’hydrogène vert pourrait être acceptable.

Aires d’intervention :

* **Technologies de production d’hydrogène vert** : électrolyse, pyrolyse plasma, bioénergie, etc. ;
* **Technologies de transport et stockage d’hydrogène** : réseau d’hydrogène, réservoirs à matériaux composites, matériaux de stockage innovants (MOF, hydrures métalliques,…), … ;
* **Technologies d’utilisation de l’hydrogène** :
	+ Power to fuel : production de e-méthane, e-méthanol, e-kérosène, e-ammoniac,… ;
	+ Power to power : piles à combustible et moteurs à hydrogène, en ce compris la cogénération ;
	+ Power to mobility : infrastructures de rechargement, flottes captives, autobus et autocars, poids lourds :
	+ Power to industry :
		- Production de e-fuels dans le cadre de la décarbonation des procédés industriels, en particulier dans les secteurs repris dans l’ETS (Emission Trading System) ;
		- Production d’hydrogène vert dans les secteurs ETS dépendant de la production d’hydrogène (chimie de l’ammoniac par exemple) et valorisation de l’hydrogène fatal ;
		- Utilisation d’hydrogène vert dans une grande variété d'autres applications, comme les semi-conducteurs, les aliments et les boissons, le secteur hospitalier, ou pour le traitement de métaux en utilisant ses propriétés réactives et protectrices ;
		- Conversion de certains processus industriels vers l’hydrogène (sidérurgie).

Les liens avec l’aire stratégique 3 sont essentiels.

### Effets attendus

* **A court terme**, sur base des besoins identifiés et de cartographie existante ou à venir, des projets R&D sont lancés. Les premiers résultats des projets plus mâtures concernant la réalisation de pilotes et des projets de développement expérimental sont engrangés.
* **A moyen terme,** Les résultats des projets de recherche financés et des actions entreprises permettent une réévaluation des besoins et de la poursuite des projets (adaptés le cas échéant). Les résultats obtenus des pilotes et projets expérimentaux permettent la réalisation de nouveaux produits et services.
* **Pour 2030**, de nouvelles solutions de production et d’utilisation d’hydrogène doivent être disponibles et intégrables dans l’industrie et le transport à un coût raisonnable.

### Pièces de puzzleDétail des opérations

* Lancement d’un appel à manifestation d’intérêt. Une distinction des niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) des solutions envisagées est réalisée.
* Définition d’un portefeuille intégré de projets (ou IIS), y compris distinction de leurs niveaux de maturité technologique et économique (TRL et MRL) : identification des ‘briques’ (projets) nécessaires.
* Établissement des modalités de support public en fonction des niveaux de maturité respectifs des sous-domaines / projets (recherche stratégique – PoC (Proof of Concept) - prototypage – démonstration). Adaptation des moyens de financement existants. Le financement de démonstrateurs fait partie intégrante de la stratégie relative à cette aire stratégique.
* Investissement ciblé dans des plateformes de démonstration et partenariats privés-publics pour la valorisation industrielle des prototypes.
* Tests et première montée en échelle industrielle (TRL4-6), mise en place de protocoles de certification.
* Interactions cross-sectorielles et multidisciplinaires (énergie-construction-numérique).
* Interactions formation-recherche (intégrer dans les projets une analyse des besoins en qualification professionnelle et de leur disponibilité afin de mettre en place des formations).
* Actions de diffusion des résultats concernant les bénéfices de l’utilisation de l’hydrogène. Adaptation des moyens de financement existants afin de favoriser la diffusion des technologies/solutions développées.

### Calendrier de mise en œuvre

* **A court terme**, un appel à concepts IIS sera lancé. Cet appel sera en synergie avec le plan de relance de la Wallonie. Il se basera aussi sur les outils de financement actuellement en place au SPW, Sowalfin... y compris pour le financement des projets pilotes et démonstrateurs de technologies. Une approche intégrant une chaîne de valeur complète (fournisseur, fabricants, prestataires de services, clients, …) sera privilégiée.
* **A moyen terme**, les projets pilotes et de démonstration permettent de développer de nouveaux produits et services. Sur base des résultats de recherche (3-4 ans en moyenne) des actions sont décidées pour permettre la valorisation et la diffusion des résultats. De nouveaux appels à projets pourront être lancés.
* **A long terme**, installation chez les industriels et particuliers de nouveaux systèmes de stockage d’énergie. Ces installations seront facilitées le cas échéant via des mécanismes de financement (Sowalfin, …) adaptés.

### Dimension internationale

Toute l’Europe travaille sur l’économie de l’hydrogène, vue comme « le » moyen de décarboner l’industrie et susceptible d’apporter une importante contribution à la mobilité verte.

La participation des entreprises et des organismes de recherche au partenariat d’innovation technologique « Clean Hydrogen » sera encouragée. C’est un partenariat institutionnalisé « article 187 du TFUE », en ce sens qu’un consortium d’entreprises et d’organismes de recherche gère le programme, les appels et les financements, pour le compte du programme-cadre Horizon Europe.

1. <https://energie.wallonie.be/fr/la-contribution-wallonne-au-plan-national-energie-climat-2030.html?IDC=6238&IDD=127763> et <https://www.plannationalenergieclimat.be/admin/storage/nekp/pnec-version-finale.pdf> [↑](#footnote-ref-2)
2. Stratégie à long terme de la Belgique, p.66 https://www.cnc-nkc.be/sites/default/files/report/file/2020-02-19\_lts\_be\_fr\_0.pdf [↑](#footnote-ref-3)
3. Stratégie wallonne de rénovation énergétique à long terme du bâtiment https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/gw-201112-strategie-renovation-2020-rapport-complet-final.pdf?ID=60498 [↑](#footnote-ref-4)
4. L’électricité renouvelable représentera également 37 % de la production d’électricité en 2030, tandis que la chaleur renouvelable représentera 24,7 % de la consommation finale brute de chaleur. <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/pwec-2030-version-definitive-28-novembre-2019-approuvee-par-le-gw.pdf?ID=58450> pages 31 et 34 [↑](#footnote-ref-5)
5. <https://energie.wallonie.be/servlet/Repository/spw-tlpe-energie-bilanenergetiquewallonie2018-transports-v052-mai2020.pdf?ID=60937> pages 83, 53 [↑](#footnote-ref-6)
6. https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions\_es [↑](#footnote-ref-7)
7. https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions\_es [↑](#footnote-ref-8)
8. https://setis.ec.europa.eu/implementing-actions\_es [↑](#footnote-ref-9)
9. https://www.plan.be/uploaded/documents/202010210453210.WP\_2004\_FUELFORFUTURE\_12221.pdf [↑](#footnote-ref-10)
10. https://www.febeg.be/fr/statistiques-electricite [↑](#footnote-ref-11)