



Alcimed
EXPLORE AND DEVELOP UNCHARTED TERRITORIES

ERDYN
Anticipate
Act Assess

Rapport Final

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Alcimed / Erdyn
25/02/2021

EDITORIAL

En cette période de crise sanitaire, économique et sociale, il nous faut construire l'avenir et répondre aux enjeux du présent, notamment à travers une politique d'innovation ambitieuse qui nous permettra de transformer ces mutations en opportunités plutôt qu'en contraintes. Par ailleurs, cette nouvelle stratégie régionale est la première qui engage la Normandie depuis la réunification de notre territoire, même si les convergences avaient déjà été recherchées dès 2014. C'est donc un moment important pour tous et un document qui nous engage jusqu'en 2027, mais dont la portée va bien au-delà.

Issu d'un processus de découverte entrepreneuriale guidé par les 4C définis par la Commission Européenne^[1], ce travail a mobilisé les services de la Région et de l'AD Normandie, mais également les pôles et filières, les acteurs de l'enseignement supérieur et la recherche, des entreprises et consulaires, les territoires... Je tiens ici à tous les remercier pour leurs contributions et leur participation aux différents ateliers de travail. Ce document est aussi le leur, comme celui de toute la Normandie. Il nous guidera dès 2021 sur la programmation du FEDER comme sur nos politiques régionales.

Cette stratégie nous permettra de pérenniser et renforcer la position industrielle de notre territoire, de réussir la transition écologique et énergétique tout en poursuivant la construction d'une région où il fait bon vivre. Nous y arriverons en confortant la position aussi bien nationale qu'européenne de la Normandie sur nos domaines d'excellence, mais aussi en répondant aux enjeux et défis sociétaux de notre région pour renforcer son attractivité et sa compétitivité.

Au total, ce sont 88 millions d'euros qui seront mobilisables sur les crédits FEDER pour se donner les moyens de cette ambition collective.

Les services de la Région, mais aussi l'AD Normandie, les Universités, écoles d'ingénieurs, Normandie Incubation, Normandie Valorisation, les pôles et filières... seront à vos côtés pour que désormais cette stratégie prenne vie et s'incarne dans les projets ambitieux qui feront de la Normandie en 2027 ce que nous espérons tous : une région tournée vers l'avenir, prospère et attractive pour les entreprises comme pour les citoyens.

Hervé MORIN

Président de la Région Normandie

^[1] Des Choix ciblés basés sur des avantages Concurrentiels en partant d'une masse Critique dans les champs de l'économie et de la RDI afin de penser des Coopérations efficaces entre acteurs régionaux mais également hors région

SYNTHESE

Contexte | Depuis 2007, les régions européennes mettent en place une Stratégie Régionale de l'Innovation (SRI) à la demande de la Commission européenne. En 2014, ces SRI ont intégré l'approche par la « spécialisation intelligente ». Celle-ci implique une sélection de domaines ou secteurs technologiques spécifiques pour lesquels le territoire dispose d'atouts différenciants, et sur lesquels prioriser et concentrer les investissements afin d'en optimiser les retombées économiques. La définition d'une Stratégie Régionale de l'Innovation — Spécialisation Intelligente (SRI-SI) est une condition *ex ante* à l'obtention des fonds structurels et d'investissements européens.

La Commission européenne a confirmé sa volonté de mettre la recherche et l'innovation au centre de la politique de cohésion à la suite du renouvellement de la stratégie de Spécialisation intelligente pour la période 2021-2027. Un travail collaboratif de découverte entrepreneuriale a ainsi été amorcé entre octobre 2019 et juillet 2020 avec les acteurs normands pour coconstruire la S3 2021-2027 de la région Normandie (ateliers de travail, enquête en ligne, organisation de groupes d'experts, entretiens individuels, suivi des travaux par un Comité de pilotage). Il a permis le ciblage de domaines de spécialisation, ainsi que la définition d'axes de développement communs et de priorités de travail partagées pour la période 2021-2027.

Ambition pour la période 2021-2027 | La crise actuelle du COVID-19 a rappelé l'importance de mieux préparer la région Normandie aux mutations en cours et à venir : bouleversements des équilibres climatiques, diminution de la biodiversité, crises potentielles aux niveaux sanitaire, économique et social... Ces mutations auront des impacts forts, y compris à court terme. Elles nécessitent de ce fait une accélération des transitions environnementale, énergétique, industrielle ou encore digitale de nos modèles et territoires.

Fort de ces constats, le Conseil Régional de Normandie souhaite contribuer à ces transitions et construire les solutions de demain, à son échelle, en cohérence avec les caractéristiques de son territoire, ses spécificités et ses atouts en termes d'innovation. Sa stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027 a été orientée en ce sens autour de trois enjeux :

- Pérenniser et développer l'activité industrielle en Normandie
- Réussir la transition écologique et énergétique
- Améliorer le bien-être des citoyens et la résilience du territoire

Domaines de spécialisation | Pour répondre à ces trois enjeux, six domaines de spécialisation ont été définis :

- Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production
- Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone
- Transformer les process pour une industrie performante, durable et digitale
- Développer de nouvelles solutions de mobilités bas-carbone efficaces et sécurisées
- Accélérer les synergies et l'innovation au service d'une médecine 5P humaine et animale
- Faire de la Normandie un territoire résilient par la maîtrise des risques technologiques, naturels, sanitaires et sociaux

➤ **Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production**

Région agroalimentaire et forestière de premier plan, la Normandie se caractérise par la diversité de ses ressources agricoles, marines et sylvicoles. Dans un contexte de changement climatique, les filières associées sont aujourd’hui confrontées à l’enjeu de limiter leur impact environnemental, préserver leurs ressources et la biodiversité, tout en garantissant une sécurité sanitaire et une qualité des produits pour le consommateur. Les filières doivent pour cela faire évoluer leurs organisations, ainsi que les systèmes de production et de transformation.

La S3 2021-2027 accompagnera cette transformation en Normandie, à travers cinq axes de développement :

- Compréhension des équilibres entre les usages agro-sylvo-pastoraux et développement de modes de gestion durable dans l’optique de préserver les écosystèmes normands
- Développement des stratégies innovantes en agroécologie adaptées à la Normandie
- Développement de nouveaux outils (en s’appuyant notamment sur la donnée et le numérique) pour mieux gérer et préserver les ressources marines, sylvicoles, agricoles face au changement climatique
- Renforcement de la qualité des systèmes de production (garantie de qualité et sécurité, limitation du gaspillage)
- Renforcement de la valorisation énergie et matière des produits et coproduits d’origine agricole et marine et recherche de nouvelles voies de valorisation

La Région dispose sur son territoire d’un ensemble d’acteurs intervenant de la production à la transformation et la valorisation de l’ensemble de ses ressources. En s’appuyant sur des structures de recherche de référence, une formation supérieure de haut niveau et la mobilisation de son tissu économique, la Normandie souhaite ainsi soutenir et développer les démarches d’innovation sur son territoire. Ces dynamiques sont fondamentales pour renforcer et pérenniser sur le long terme un domaine clé pour l’économie régionale. Ces dernières en seront d’autant plus facilitées par les projets émanant de structures fédératives de recherche existantes, telles que la SFR NORVEGE Normandie Végétal (FED4277) ou en cours de constitution (SFR Sécurité Sanitaire Aliments Durables, SFR Mer & Littoral Normandie).

➤ **Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone**

La Normandie est la première région énergétique de France en termes d’activité économique et d’emploi. Dans un contexte global de changement climatique, la transition énergétique vers un modèle de production et de consommation d’énergie plus responsable visant zéro émission de carbone est un enjeu pour l’activité économique, qui reste dépendante des ressources énergétiques non renouvelables. Cette transition peut être amorcée en diversifiant les sources d’énergie disponibles (mix énergétique).

Avec une importance historiquement considérable de l’énergie nucléaire, la Normandie a amorcé sa mutation vers les énergies renouvelables. Elle souhaite aujourd’hui l’accélérer en renforçant la recherche et d’innovation. La S3 permettra de travailler sur l’ensemble du bilan carbone de l’énergie :

- La production, en premier lieu, en se concentrant sur les énergies marines renouvelables et l’éolien
- La conversion et le stockage (stockage de l’électricité, hydrogène, batteries)
- L’usage avec l’efficacité et la sobriété énergétique (*smart grids*, récupération de chaleur...)

- Et enfin, la gestion des impacts liés à la production d'énergie et les matériaux associés (développement des matériaux biosourcés pour la construction, gestion du vieillissement des matériaux, limitation des émissions de gaz à effets de serre et des polluants atmosphériques...)

Sur la période 2021-2027, la Normandie pourra mobiliser un tissu cohérent et pertinent de compétences académiques et industrielles de la production à la fin de vie des matériaux utilisés pour l'énergie.

➤ **Transformer les process industriels pour une industrie performante, durable et digitale**

La Normandie reste une région fortement industrialisée, et même la première région française au regard de la part de l'industrie dans le PIB. Elle a réussi à maintenir une grande partie de son activité industrielle dans des secteurs clés comme l'automobile, l'aéronautique, l'énergie — en particulier nucléaire —, la chimie et les produits pharmaceutiques, les mobilités ou encore l'agroalimentaire. Cette activité industrielle doit toutefois expérimenter pour transformer ses processus et procédés pour répondre à des exigences de responsabilité sociale et environnementale et de compétitivité sur la scène internationale, une évolution rendue plus urgente avec la crise du COVID-19.

La S3 constitue l'un des supports clés pour accélérer, par l'innovation et l'expérimentation, la transformation de l'outil industriel. La période 2021-2027 doit permettre de consolider un continuum d'innovation fort entre la recherche fondamentale et appliquée issue des laboratoires académiques et ses applicatifs industriels, en développant et soutenant les forces présentes en région et en les mobilisant collectivement. Quatre axes de développement ont été identifiés, couvrant les principales dimensions de l'« Usine du futur » :

- Expérimentation d'innovations en matière de process et organisation des produits/services en environnement industriel
- Transformation digitale dans l'industrie
- Optimisation de la performance énergétique dans l'industrie
- Valorisation/recyclabilité de la matière et performances des matériaux dans l'industrie

La Normandie pourra s'appuyer sur son identité de territoire de tout premier plan en termes d'expérimentation industrielle (9 sites industriels labellisés « Vitrine Industrie du futur »). Elle bénéficie par ailleurs d'une expertise reconnue autour de la performance des matériaux, du génie des procédés et dans les énergies renouvelables qu'elle pourra également mettre à contribution de la transformation industrielle.

➤ **Développer de nouvelles solutions de mobilité bas carbone, efficaces et sécurisées**

Avec l'axe Seine, la Normandie est la première région logistique de France. Elle accueille également des sites industriels majeurs et entreprises de premier plan dans l'automobile, l'aéronautique et le spatial. En parallèle, les défis des mobilités sont nombreux : urbanisation croissante, enjeux environnementaux et de santé publique, nouveaux usages, révolution digitale...

Pour y répondre, les acteurs normands souhaitent contribuer sur la période 2021-2027 au développement de nouvelles solutions de mobilités (impliquant les véhicules, mais également les infrastructures associées) :

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Bas-carbone : produisant moins de gaz à effet de serre par un mix énergétique adéquat (moins d'hydrocarbures, plus d'hydrogène renouvelable, plus de biocarburants, plus d'électrique, batteries, etc.)
- Efficientes, c'est-à-dire permettant une consommation de ressources moins importante, à coût maîtrisé et tout en assurant un transport efficace
- Sécurisées pour les usagers

La stratégie normande s'articule ainsi autour de quatre domaines : performance des vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion ; logistique efficiente et sécurisée ; électrification, électronique et fiabilité des systèmes et des composants embarqués ; mobilité intelligente et numérique.

Ce sont autant de domaines d'excellence dans lesquels la Normandie dispose de forces remarquables et différenciantes. Ces forces sont très dynamiques en termes d'innovation, ce qui représentera un véritable atout pour la période à venir. En témoignent la vitalité des dépôts de brevets et le montage d'expérimentations collectives d'envergure comme les Territoires d'Innovation du Havre (Smart Port City) et de Rouen (Rouen Mobilité Intelligente).

➤ Accélérer les synergies et l'innovation au service d'une médecine 5P humaine et animale

Deuxième région française pour la chimie pharmaceutique, troisième pour la production de médicaments, la Normandie est un territoire d'excellence en matière de production en santé et cosmétique, ainsi qu'en matière de recherche fondamentale de niveau mondial. La région est également la 1^{ère} région française en santé équine. Ces forces sont mises au défi d'évolutions et de ruptures profondes pour le secteur de la santé attendues dans la prochaine décennie. D'une part, la médecine 5P (personnalisée, préventive, prédictive, participative et de preuves) pourrait s'affirmer comme le paradigme dominant dans la recherche comme dans les soins. D'autre part, la crise COVID-19 souligne actuellement l'urgence d'apporter des solutions aux problématiques de recherche de nouveaux traitements contre les maladies infectieuses, de pénurie de matériels médicaux et médicaments ou encore de difficultés d'accessibilité des soins sur tous les territoires.

A travers la S3 2021-2027, les acteurs normands souhaitent contribuer à accélérer l'innovation au service de ces enjeux. Cinq axes de développement ont été définis pour avoir une action sur différents fronts complémentaires : chimie au service de l'innovation thérapeutique et diagnostique ; technologies et numérique au service de nouveaux usages de la santé ; innovation en recherche biomédicale ; développement des approches *One Health* (centrées sur l'analyse des interactions homme-animal et médecine équine) ; santé, bien-être et résilience (approches non médicamenteuses, prévention, soins et produits de santé et cosmétique sécurisés, accompagnement cognitif et social).

La Normandie pourra mobiliser le continuum inédit de compétences présent sur son territoire dans la santé. Ce continuum se déploie de la recherche fondamentale à la recherche clinique et valorisation industrielle en oncologie, neurologie ou encore dans les maladies cardiovasculaires. Il comprend également des compétences et infrastructures de rayonnement mondial en santé équine concentrées principalement autour des plateformes de Normandie Equine Vallée (Goustranville et St Contest). Multiplier les synergies de recherche et d'innovation entre ces différents acteurs constituera l'un des chantiers clés sur la période 2021-2027.

➤ **Faire de la Normandie un territoire résilient par la maîtrise des risques technologiques, naturels et sociaux**

Avec une situation géographique particulière et la présence d'activités industrielles sensibles, le territoire normand est particulièrement exposé aux risques technologiques, naturels, climatiques et écologiques (érosion côtière, crues, activités industrielles sensibles...). Les projections montrent qu'il devrait l'être de plus en plus. Les événements de ces deux dernières années au niveau national et régional (crise COVID-19, accident de Lubrizol) ont également révélé la vulnérabilité de la région face aux risques sociaux et sanitaires.

Ces constats appellent une réponse. Des démarches collectives sont actuellement amorcées entre les mondes industriels et académiques pour maîtriser ces risques et faire de la Normandie un territoire plus résilient. Pour apporter une cohérence globale, adopter une approche transversale aux différents risques et permettre d'avancer de concert, les acteurs normands ont souhaité inscrire cette thématique en tant que domaine de spécialisation émergent dans leur stratégie d'innovation pour la période 2021-2027.

L'objectif principal sera de développer les compétences et structurer un véritable réseau de recherche et d'innovation en fédérant des acteurs privés et publics autour de cet enjeu clé pour le futur de la Normandie. Les projets s'inscriront sur l'ensemble de la chaîne de valeur du risque, à savoir : connaître et anticiper les risques, prévenir, protéger, intervenir. Trois axes de développement ont été définis en ce sens : développement de nouvelles technologies pour l'anticipation et la prévention des risques (capteurs, drones, intelligence artificielle...); amélioration des pratiques pour la maîtrise des risques (nouvelles stratégies, systèmes de communication...); travail sur une culture du risque et le développement des relations territoires – industries (dialogue territorial, sciences participatives...).

* *

*

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

TABLE DES MATIERES :

1	La stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027	9
1.1	Ambition de la S3 2021-2027	9
1.1.1	Pérenniser et développer l'activité industrielle en Normandie	9
1.1.2	Réussir la transition écologique et énergétique.....	10
1.1.3	Améliorer le bien-être des citoyens et la résilience du territoire	10
1.2	Domaines de spécialisation intelligente retenus pour la période 2021-2027	11
1.3	Processus de découverte entrepreneuriale.....	12
2	Gouvernance et animation de la stratégie de spécialisation 2021-2027	14
2.1	Orientation stratégique et animation	15
2.2	Information et consultation	16
2.3	Evaluation	16
2.3.1	Logique d'intervention	16
2.3.2	Indicateurs retenus.....	17
3	Description des six domaines de spécialisation retenus pour la période 2021-2027	23
3.1	Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production	23
3.1.1	Tissu économique	26
3.1.2	Forces d'innovation remarquables.....	27
3.1.3	Principaux axes de développement.....	29
3.2	Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone	34
3.2.1	Tissu économique	36
3.2.2	Forces d'innovation remarquables.....	37
3.2.3	Principaux axes de développement.....	39
3.3	Transformer les process pour une industrie performante, durable et digitale.....	43
3.3.1	Tissu économique	46
3.3.2	Forces d'innovation remarquables.....	47
3.3.3	Principaux axes de développement.....	50
3.4	Développer de nouvelles solutions de mobilité bas-carbone efficaces et sécurisées	54
3.4.1	Tissu économique	57
3.4.2	Forces d'innovation remarquables.....	58
3.4.3	Principaux axes de développement.....	60
3.5	Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale.....	64
3.5.1	Tissu économique	68
3.5.2	Forces d'innovation remarquables.....	68

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

3.5.3	Principaux axes de développement.....	70
3.6	Faire de la Normandie un territoire résilient en matière de maîtrise des risques (Domaine de spécialisation émergent)	75
3.6.1	Tissu économique	78
3.6.2	Forces d'innovation remarquables.....	78
3.6.3	Principaux axes de développement.....	80
4	Annexes	83
4.1	Description des indicateurs pour le suivi de la stratégie	83
4.2	Forces et projets en présence par domaine de spécialisation	112
4.2.1	Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles ainsi que les systèmes de production.	112
4.2.2	Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone	123
4.2.3	Transformer les process industriels pour une industrie performante, durable et digitale	129
4.2.4	Développer de nouvelles solutions de mobilité bas-carbone efficaces et sécurisées	138
4.2.5	Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale	144
4.2.6	Faire de la Normandie un territoire résilient en matière de maîtrise des risques (Domaine de spécialisation émergent)	154

1 La stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027

1.1 Ambition de la S3 2021-2027

Depuis 2007, les régions européennes mettent en place une Stratégie Régionale de l'Innovation (SRI) à la demande de la Commission européenne. En 2014, ces SRI ont intégré l'approche par la « spécialisation intelligente ». Celle-ci implique une sélection de domaines ou secteurs technologiques spécifiques pour lesquels le territoire dispose d'atouts différenciants, et sur lesquels prioriser et concentrer les investissements afin d'en optimiser les retombées économiques.

La Commission européenne a confirmé sa volonté de mettre la recherche et l'innovation au centre de la politique de cohésion à la suite du renouvellement de la stratégie de Spécialisation intelligente pour la période 2021-2027.

La crise actuelle du COVID-19 a montré l'importance de mieux préparer nos régions aux mutations en cours et à venir : bouleversements des équilibres climatiques, diminution de la biodiversité, crises potentielles aux niveaux sanitaire, économique et social... Ces mutations auront des impacts forts, y compris à court terme. Elles nécessitent de ce fait une accélération des transitions environnementale, énergétique, industrielle ou encore digitale de nos modèles et territoires. Pour y parvenir, l'innovation est, et sera, l'une des clés.

Fort de ces constats, le Conseil Régional de Normandie souhaite contribuer à construire les solutions de demain, à son échelle, en cohérence avec les caractéristiques de son territoire, ses spécificités et ses atouts en termes d'innovation. Sa stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027 a été orientée en ce sens autour de trois enjeux :

- Pérenniser et développer l'activité industrielle en Normandie
- Réussir la transition écologique et énergétique
- Améliorer le bien-être des citoyens et la résilience du territoire

Dès 2014, un travail a été effectué afin de donner une cohérence aux stratégies de spécialisation intelligente des anciennes Régions Haute-Normandie et Basse-Normandie. Réunifiée à la suite de la réforme territoriale de 2015, la Normandie souhaite inscrire cette nouvelle stratégie de spécialisation intelligente dans la continuité du précédent exercice. Les secteurs d'excellence de l'économie normande comme la santé, l'agroalimentaire, l'énergie, la chimie ou encore la construction automobile, navale et aéronautique sont ainsi au cœur de cette nouvelle stratégie.

1.1.1 Pérenniser et développer l'activité industrielle en Normandie

L'industrie fait face aujourd'hui à des enjeux multiples : intensité de la concurrence internationale, pollutions liées à la production, raréfaction de certaines matières premières... Ces enjeux menacent une grande partie des activités industrielles et expliquent en partie les dynamiques de désindustrialisation observées à l'échelle européenne. Elle est ainsi particulièrement confrontée à l'enjeu de se transformer, en faisant évoluer et en optimisant ses process, en réduisant son impact environnemental ou en s'appuyant davantage sur le potentiel du digital.

Le COVID-19 a également mis en évidence la nécessité de maintenir, voire relocaliser, un certain nombre de productions industrielles en Europe. Au-delà des questions d'indépendance stratégique ou d'emploi, l'enjeu clé est de réduire les distances entre les bassins de consommation et de production dans une logique de circuits courts et de réduction de l'impact de ces activités sur l'environnement.

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

La Normandie est une région industrielle de premier plan. Elle souhaite aujourd'hui pérenniser et développer ses activités industrielles, en phase avec les enjeux actuels et dans une approche vertueuse. Pour ce faire, la stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027 constitue un outil central.

En conséquence, un domaine de la S3 2021-2027 a été dédié à la transformation de l'industrie normande par l'innovation. Ce dernier se structure en quatre axes stratégiques clés centrés sur l'optimisation énergétique, la transformation digitale, l'expérimentation de nouveaux procédés industriels et la valorisation de la matière.

En définissant ces axes stratégiques, la Région s'inscrit dans la dynamique engagée à travers le « Pacte vert pour l'Europe », l'objectif de l'Union Européenne (UE) de parvenir à la neutralité climatique d'ici 2050 et les propositions de la Commission pour porter à 50%, en tendant vers 55%, l'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre de l'UE à l'horizon 2030 par rapport aux niveaux de 1990. Ces axes s'inscrivent également dans le cadre de la politique nationale de réindustrialisation « Nouvelle France Industrielle ».

1.1.2 Réussir la transition écologique et énergétique

Les changements climatiques causés par les activités humaines sont des facteurs de risque multiples pour les territoires. Enjeu majeur des prochaines décennies, la transition écologique vise à faire passer notre société d'un modèle à fort impact environnemental à un modèle plus durable.

La Normandie, avec sa façade maritime et l'axe Seine, est directement exposée : montée du niveau de la mer, érosion des sols et tempêtes menacent d'impacter directement ses habitants et son économie.

Le Région souhaite ainsi faire de la transition écologique un enjeu central de sa stratégie de spécialisation intelligente. L'enjeu de la transition écologique infuse directement quatre domaines de spécialisation de la stratégie 2021-2027, qui sont autant de secteurs d'excellence de la Normandie et de champ d'action pour limiter les impacts de l'activité humaine sur l'environnement :

- Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone
- Développer de nouvelles solutions de mobilité bas-carbone efficaces et sécurisées
- Transformer les process industriels pour une industrie performante, durable et digitale
- Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production.

Au travers de sa stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027, la Normandie souhaite contribuer activement aux objectifs et politiques européen(ne)s pour accélérer la transition écologique et énergétique, comme la stratégie européenne pour une mobilité à faible taux d'émission ou encore le Pacte Vert pour l'Europe.

1.1.3 Améliorer le bien-être des citoyens et la résilience du territoire

Face à l'émergence de nouveaux risques naturels et technologiques, la question du bien-être du citoyen constitue aujourd'hui un enjeu central pour les territoires. La dégradation des espaces naturels par les activités humaines n'est par ailleurs pas sans impact sur la santé des habitants.

La Normandie est réputée pour ses espaces naturels offrant un cadre de vie agréable, mais c'est également un territoire qui présente un certain nombre de risques pour la santé de ses habitants. À titre d'exemple, elle présente sur certains types de cancers, un taux d'incidence plus élevé que la

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

moyenne nationale¹. Notre région est également exposée à divers risques technologiques (sites SEVESO) et naturels (tempêtes, montée du niveau de la mer) qui menacent les écosystèmes et le cadre de vie des habitants.

L'amélioration du bien-être du citoyen constituera ainsi un enjeu central dans le cadre de la stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027. Cette volonté s'incarne au travers de trois des six domaines de la stratégie, qui regroupent des expertises significatives en région :

- Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale
- Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production
- Faire de la Normandie un territoire résilient en matière de maîtrise des risques

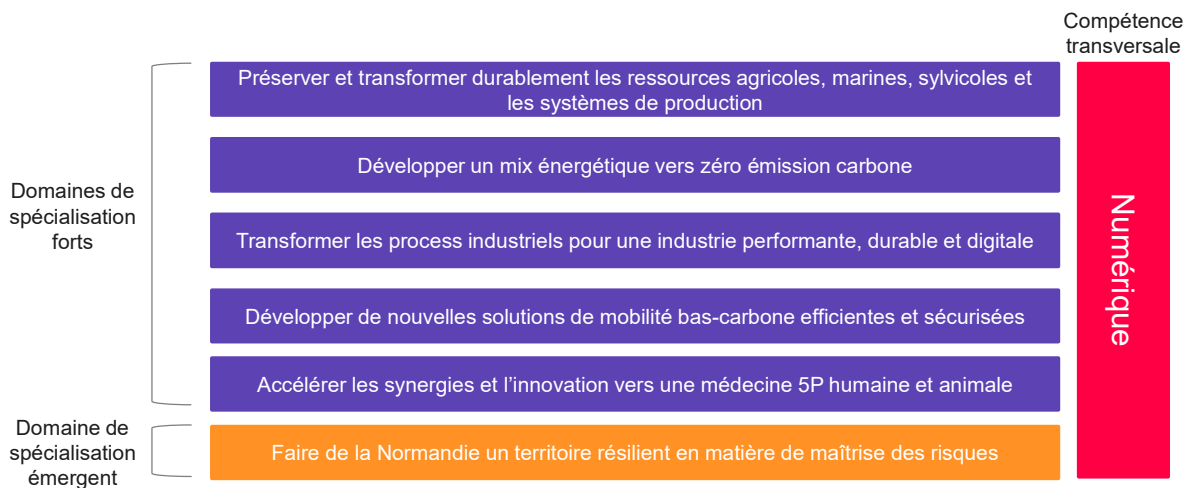
Ce dernier domaine de spécialisation est émergent, dans la mesure où les forces d'innovation sont à développer et à structurer.

1.2 Domaines de spécialisation intelligente retenus pour la période 2021-2027

Au global, la stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie se structure en six domaines de spécialisation. Ces derniers sont déclinés en axes de développement qui reflètent les priorités de travail sur la période, en lien avec les forces en matière de recherche et d'innovation présentes en Normandie.

- Cinq domaines de spécialisation dits « forts » où la Normandie dispose de forces de recherche et d'innovation identifiées, et différenciantes à une échelle européenne ;
- Un domaine de spécialisation dit émergent qui désigne une thématique à fort potentiel pour la Normandie et dont l'écosystème de recherche est en cours de structuration (maîtrise des risques).

Voici un schéma présentant l'ensemble des domaines de spécialisation :



Les acteurs régionaux ont fait le choix de ne pas dédier un domaine de la stratégie à la transition numérique, tout en ayant pleinement conscience de cet enjeu. Le choix de la transversalité a été privilégié pour l'intégrer à la S3 2021-2027, en créant une brique de compétences « support »,

¹ http://orscreainormandie.org/wp-content/uploads/2018/07/Sante-Observee_Cancers_Juillet2018.pdf

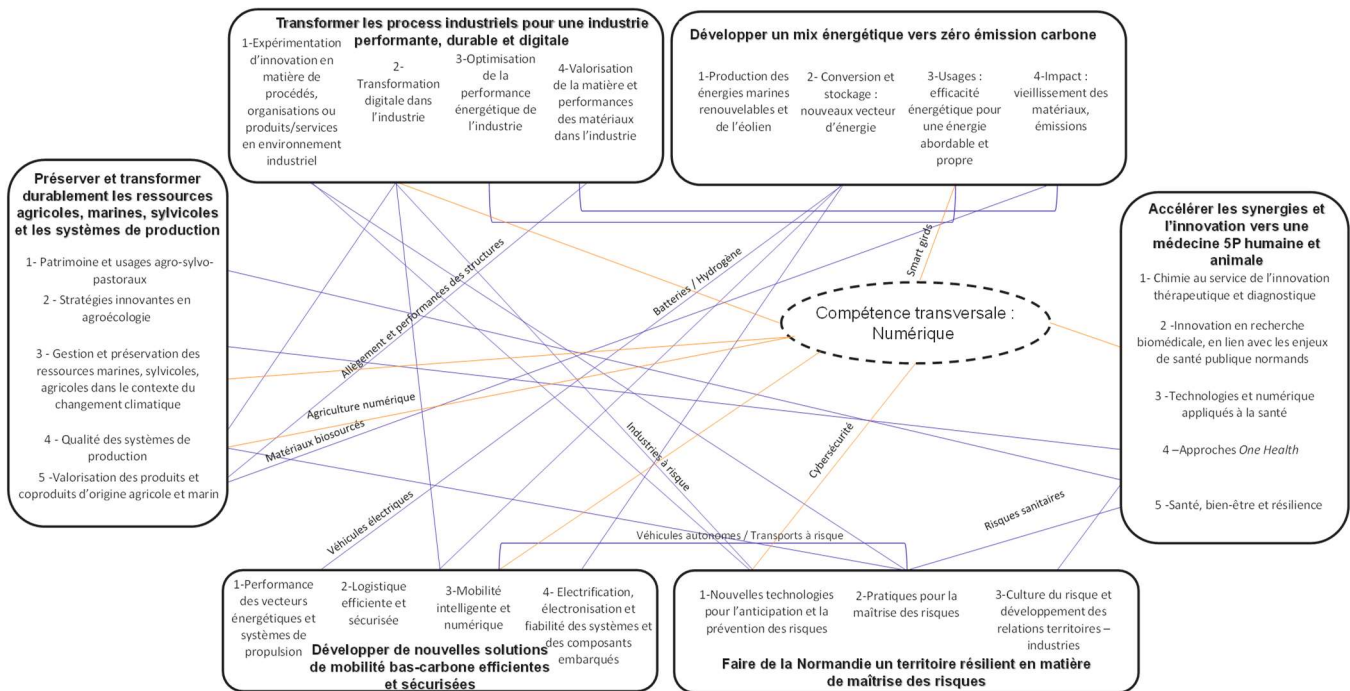
Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

regroupant les acteurs de l'innovation numérique qui pourront intervenir dans les différents domaines de spécialisation.

Ce choix est cohérent si l'on considère l'activité des forces de recherche dans le numérique présentes en Normandie, structurées notamment à travers le pôle « Sciences du Numérique » de Normandie Université. Les travaux des équipes de recherche et infrastructures associées trouvent en effet des applications et usages dans de nombreux secteurs d'activités.

Les thématiques de spécialisation intelligentes ont également été construites de manière à tenir compte de la nature transversale de certains champs d'innovation situés aux croisements des technologies et des filières. Il existe ainsi entre chaque thématique des liens qui peuvent concerner de manière directe les problématiques de secteurs d'activités qui ne sont pas directement concernés par un axe. À titre d'exemple, le secteur de la cosmétique est présent en Normandie au travers du flaconnage, mais également via plusieurs sites de production de produits d'hygiène ou de soins. S'il n'existe pas d'axe en tant que tel centré sur la cosmétique, les problématiques du secteur peuvent s'inscrire dans l'axe santé au travers de la notion de bien-être, ou encore dans l'axe industrie sur les problématiques de valorisation de matière première et performance des matériaux.

Voici quelques exemples de liens non exhaustifs qui peuvent être construits entre les différents axes de spécialisation :



1.3 Processus de découverte entrepreneuriale

Le Conseil régional de Normandie a souhaité travailler en lien avec l'ensemble des acteurs de la recherche et de l'innovation de son territoire dans la construction de la S3 2021-2027.

Cette démarche a été mise en place afin d'aboutir à un résultat partagé, permettant non seulement une parfaite appropriation de la stratégie, mais également de favoriser sa future mise en œuvre.

Ont ainsi participé à la construction de la S3 les acteurs suivants :

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Les représentants des principales structures de l'enseignement supérieur et de la recherche en Normandie (y compris la recherche clinique)
- Les pôles et filières, représentants des principaux secteurs d'activité normands
- Les services de l'Etat et chambres consulaires
- Les services du Conseil Régional et les Elus

Les différentes phases de la consultation sont récapitulées dans le tableau suivant :

Phase	Objectif	Participants
Octobre 2019 Organisation d'un atelier sur l'enseignement supérieur et un autre sur la recherche	Échanger sur les critères de mesure de l'excellence normande dans le cadre de ce qui est demandé dans une S3, les métriques à utiliser, les sources à mobiliser	30 participants issus des Pôles et filières et du monde académique
Décembre 2019 et janvier 2020 Déploiement d'une enquête en ligne auprès des 115 bénéficiaires du FEDER, y compris les entreprises	Identifier les impacts des S3 2014-2020 du point de vue des bénéficiaires et les axes de progrès pour la prochaine S3	46 réponses
Janvier 2020 Organisation de 3 ateliers sur le cadre de collaboration de la future S3	Collecter le retour d'expérience sur les précédentes S3 Haute et Basse Normandie et fixer les grandes lignes des projets collaboratifs, de l'animation et des équipements et infrastructures à déployer pour la future S3	34 participants représentant notamment les territoires, le monde académique, les pôles et filières
Février 2020 Organisation d'une série de 4 ateliers sur 2 jours 4 thématiques définies : transition écologique et énergétique / bien-être, bien vivre et bien vieillir / mobilité et logistique intelligentes et inclusives / protection des biens, des personnes et des données	Identifier des domaines de spécialisation candidats pour la future S3 et les forces pouvant être mobilisées en Normandie ainsi que les bénéfices attendus	70 participants issus des pôles et filières, du monde académique et institutionnel
Avril à juillet 2020 Consultations sur des versions intermédiaires de la stratégie de spécialisation intelligente	Préciser la S3 (axes de développement, objectifs prioritaires)	Groupes de travail par domaine de spécialisation composés de représentants de l'ESR normand Consultation des pôles et filières normands Consultation d'autres acteurs clés du territoire
Juillet 2020 Validation de la S3		

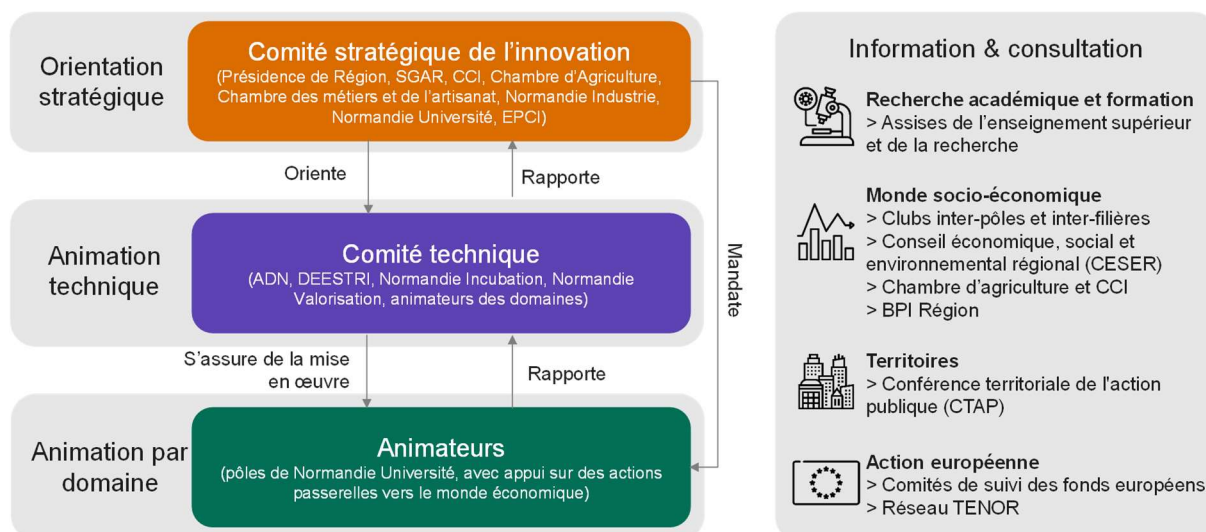
2 Gouvernance et animation de la stratégie de spécialisation 2021-2027

La précédente stratégie (2014-2020) a montré l'importance de mettre en place pour l'exercice 2021-2027 une gouvernance et animation avec des objectifs et mandats clairs.

Effectivement, la gouvernance et l'animation doivent permettre de :

- Réussir le déploiement de la S3 sur les sept prochaines années avec la mise en place d'un pilotage fin et d'une réévaluation régulière de la pertinence des domaines, des résultats et des besoins ;
- Conserver et renforcer la forte implication de l'ensemble des acteurs régionaux de l'enseignement supérieur et de la recherche, des filières et les institutionnels dans la dynamique de co-construction mise en place pour la définition de la stratégie. Cette co-construction est notamment clé pour la définition de lignes communes d'intervention et l'émergence de projets collaboratifs ;
- Garantir une consultation régulière de l'ensemble des acteurs régionaux, pour s'articuler finement avec les feuilles de routes propres aux structures, les organes de consultation et de décision déjà en place (Conseil économique, social et environnemental régional, Conférences Territoriales de l'action publique, etc.), les autres stratégies régionales (Schéma Régional de l'Enseignement Supérieur de la Recherche et de l'Innovation, Schéma Régional de Développement Economique d'Innovation et d'Internationalisation, Contrat de Plan Etat-Région...) et les projets de territoire en cours (Territoires d'Innovation, Territoires d'Industrie...);
- Garantir un travail de veille sur des tendances et projets qui pourraient venir impacter la S3.

En synthèse, la gouvernance pourrait être la suivante :



Une ressource sera mobilisée au sein du Conseil Régional pour organiser efficacement les différents comités, suivre l'évolution globale de la stratégie, assurer une continuité, la remontée des données et la consolidation du tableau de bord de suivi-évaluation.

2.1 Orientation stratégique et animation

La gouvernance se structure autour des comités suivants :

- Un **comité stratégique de l'innovation** :
 - o Missions :
 - Définir et valide les orientations stratégiques de la S3, en fonction notamment des priorités stratégiques régionales et de l'évolution du contexte européen, national et régional.
 - Assurer la cohérence de la S3 avec les autres stratégies régionales.
 - Orienter le Comité technique.
 - o Composition prévue : présidé par le Président de Région ou son représentant, Secrétariat général pour les affaires régionales, Chambre de Commerce et d'Industrie, Chambre d'Agriculture, Chambre des Métiers et de l'Artisanat, Normandie Industrie, Normandie Université, trois principaux établissements publics de coopération intercommunale (Rouen, Caen, Le Havre). Selon les sujets à l'ordre du jour, des experts pourront être conviés.
 - o Fréquence : réunion une fois par an.

- Un **comité technique** :
 - o Missions :
 - S'assurer de la mise en œuvre des orientations du comité stratégique de l'innovation, organise et coordonne opérationnellement le déploiement de la stratégie.
 - Assurer une transversalité entre les différents domaines de spécialisation (partage de bonnes pratiques, cohérence des actions, initiation de projets communs, etc.).
 - o Composition prévue : DEESTRI, ADN, Normandie Incubation et Normandie Valorisation, animateurs des domaines.
 - o Fréquence : trimestrielle (et réunions exceptionnelles autant que nécessaire).

- Un **réseau d'animateurs**

Chaque domaine sera animé par un pôle de Normandie Université. L'animateur sera mandaté par le Comité stratégique de l'innovation.

Cette animation fera l'objet d'un conventionnement entre le Conseil Régional et les structures concernées, autour de missions claires et partagées :

- Mettre en œuvre les orientations stratégiques de la stratégie d'innovation à l'échelle des domaines ;
- Organiser et animer le domaine en s'appuyant sur des « actions passerelles »² entre l'enseignement supérieur et la recherche, et le monde économique ;
- Assurer le reporting des actions auprès du Conseil technique à un rythme trimestriel ;
- Assurer la collecte des informations nécessaires à l'évaluation du domaine ;

² Il s'agit de rencontres B to B entre des industriels et offreurs de solutions privés ou publics, ou de rencontres R&D entre industriels et chercheurs issus de la recherche publique, de laboratoires, de plateformes et de centres techniques. Ces rencontres s'inscrivent dans un dispositif plus large, le Club, lieu de discussion, d'information et d'échanges. Pour en savoir davantage : <https://adnormandie.fr/territoires-reseaux/>

- Représenter le domaine et communiquer sur ses avancées dans les différentes instances de consultation.

L'animation s'appuiera sur des « actions passerelles » permettant de réunir les acteurs pertinents de l'enseignement supérieur et de la recherche, et le monde économique, avec le soutien de l'ADN. Ces actions auront pour objectifs de :

- Suivre l'avancée des projets dans le domaine, pour chacun des axes de développement
- Permettre une veille et une capitalisation autour de la thématique
- Faire émerger des actions communes et des projets structurants

2.2 Information et consultation

Pour permettre d'assurer une consultation large, les avancées de la S3 seront régulièrement mises à l'ordre du jour des réunions d'instances représentatives de l'innovation sur le territoire :

- **Recherche académique et formation** : Assises de l'enseignement, Conférence des chefs d'établissements et grands organismes ;
- **Monde socio-économique** : réunions des clubs inter-pôles et inter-filières de l'ADN, réunions du CESER, rencontres de la Chambre d'Agriculture, la Chambre de Commerce et d'Industrie, Chambre des Métiers et de l'Artisanat et Bpi France Normandie ;
- **Territoires** : réunions de la Conférence territoriale de l'action publique.

Ces démarches de consultation permettront de s'inscrire dans le processus d'actualisation en continu de la S3, et de partager le suivi de la stratégie.

Par ailleurs, pour assurer une cohérence globale de l'action européenne en Normandie, les avancées de la stratégie d'innovation seront également partagées dans le cadre de Team Europe NORmandie (TENOR)³ et au sein des Comités de suivi des fonds européens.

2.3 Evaluation

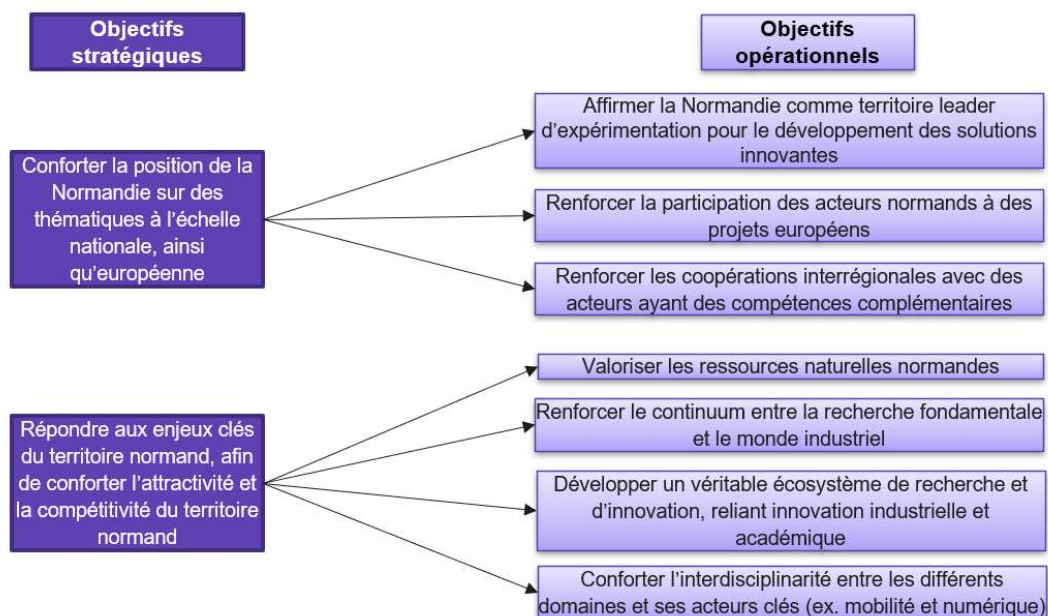
2.3.1 Logique d'intervention

Pour permettre le suivi de la S3, la méthode du cadre logique a été utilisée. Notamment, des objectifs stratégiques, correspondant à des impacts, et des objectifs opérationnels, correspondant à des résultats, ont été identifiés :

³ Ce réseau dynamique vise à améliorer l'accès des acteurs normands de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation aux financements européens au sens large. Avec des réunions 2 à 3 fois par an, il regroupe près de 60 membres, établissements d'ESR, CNRS, CRT, CHU, instituts techniques, institutionnels (Etat, Bpifrance, consulaires), pôles et filières. Le lien avec TENOR permettra de garantir la bonne articulation avec les stratégies européennes au global.

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021



Afin de mesurer l'évolution de la performance régionale par rapport aux objectifs fixés, une liste d'indicateurs est présentée ci-après.

2.3.2 Indicateurs retenus

Le tableau de bord de la future S3 normande a été conçu pour intégrer des indicateurs d'évaluation proposés au niveau national ainsi qu'européen. Ainsi, les indicateurs identifiés sont issus du :

- **Regional innovation scoreboard (RIS) européen⁴** : Le tableau de bord régional de l'innovation est une extension régionale du tableau de bord européen de l'innovation, qui évalue les performances des régions européennes en matière d'innovation sur la base d'un certain nombre d'indicateurs (17 indicateurs collectés au niveau régional et 27 indicateurs utilisés dans le cadre du tableau de bord européen de l'innovation). Les indicateurs sont collectés tous les deux ans et couvrent 238 régions dans 23 États membres de l'UE, en Norvège, en Serbie et en Suisse, à différents niveaux NUTS (nomenclature des unités territoriales statistiques) ; ce tableau de bord permet ainsi de positionner la région Normandie par rapport aux autres régions européennes. 12 indicateurs issus du RIS sont proposés dans le tableau de bord de la S3 normande.
- **Projet de loi de programmation pluriannuelle de la recherche 2020 (LPPR)⁵** : Le 1^{er} février 2019, le Premier Ministre a annoncé la mise en place de groupes de travail afin qu'une loi de programmation pluriannuelle de la recherche (LPPR) soit présentée au Parlement au début 2020. Les indicateurs contenus dans ce texte ont pour ambition d'apprécier sous différentes formes l'évolution du rayonnement et de l'attractivité de la recherche française, de son implication européenne et de son impact en matière de valorisation. Trois indicateurs issus du LPPR sont proposés dans le tableau de bord de la S3 normande.
- **Programme 192 de l'Etat pour financer la recherche et enseignement supérieur en matière économique et industrielle⁶** : Le soutien financier de l'État vise, de façon ciblée pour les crédits budgétaires et de façon plus horizontale pour le crédit d'impôt recherche, à améliorer la part de la R&D réalisée par les entreprises dans le PIB. Notamment, trois objectifs ont été définis : optimiser la valorisation de la recherche des organismes de formation supérieure et de recherche ; contribuer au

⁴ https://ec.europa.eu/growth/industry/policy/innovation/regional_fr

⁵ <https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid39124/loi-de-programmation-pluriannuelle-de-la-recherche.html>

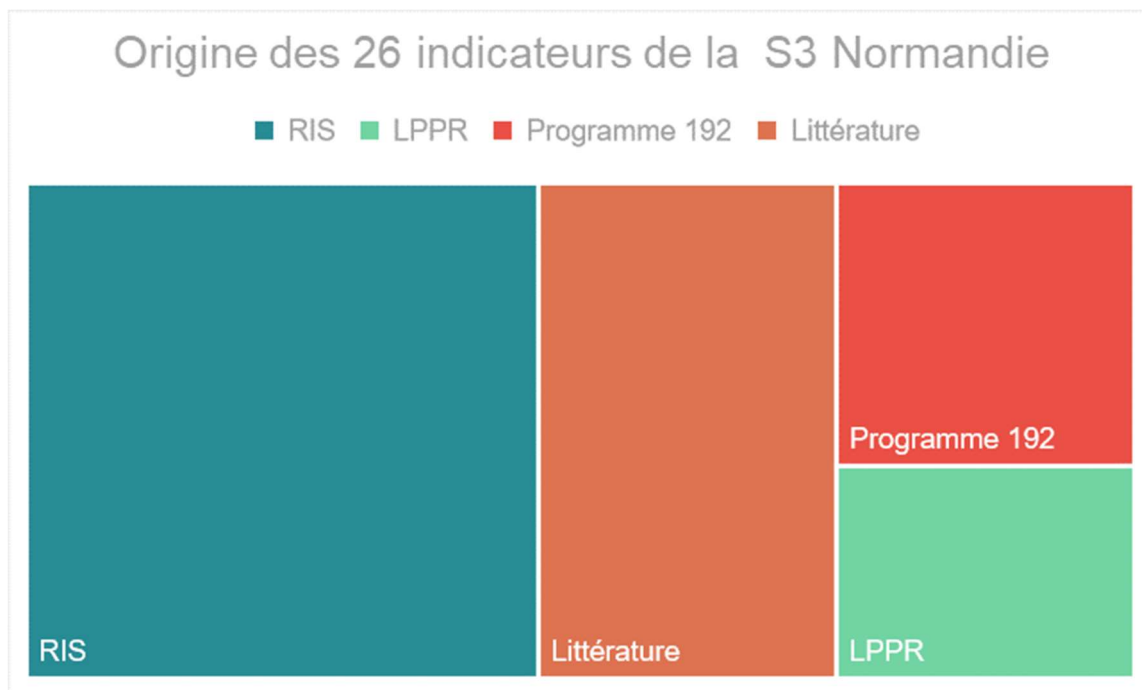
⁶ https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/sites/performance_publique/files/farandole/ressources/2020/pap/html/DBGPGMPRESSTRATPGM192.htm

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

développement des entreprises technologiquement innovantes ; développer l'efficacité et l'attractivité des formations des écoles du programme. Quatre indicateurs issus du programme 192 sont proposés dans le tableau de bord de la S3 normande.

- **Littérature** : sept indicateurs sont issus de la littérature, notamment un article sur les indicateurs de résultats pour les priorités thématiques répondant à l'objectif Europe 2020 "Améliorer les conditions de l'innovation, de la recherche et du développement" a été pris comme référence⁷.



L'ensemble des 26 indicateurs sélectionnés sont détaillés dans les annexes du document.

Le tableau ci-dessous en présente la synthèse.

⁷ https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/evaluation/doc/performance/improve_inno_resear_en.pdf

Objectifs stratégiques	Indicateurs	Type d'indicateur (moyens, résultats, impacts)	Origine de l'indicateur	Renseignement de l'indicateur
<p>Conforter la position de la Normandie sur des thématiques à l'échelle nationale, ainsi qu'européenne.</p> <p>Répondre aux enjeux clés du territoire normand, afin de conforter l'attractivité et la compétitivité du territoire.</p>	1. Ecart entre le taux de croissance de la marge à 3 ans des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires.	Indicateur d'impact	Programme 192	Création d'un groupe de contrôle et utilisation d'une base de données type ORBIS
	2. Ecart entre le taux de croissance à 3 ans du chiffre d'affaires (CA) des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires.	Indicateur d'impact	Programme 192	Création d'un groupe de contrôle et utilisation d'une base de données type ORBIS
	3. Ecart entre le taux de croissance à 3 ans de l'emploi des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires.	Indicateur d'impact	Programme 192	Création d'un groupe de contrôle et utilisation d'une base de données type ORBIS

Objectifs opérationnels	Indicateurs	Type d'indicateur (moyens, résultats, impacts)	Origine de l'indicateur	Renseignement de l'indicateur
Affirmer la Normandie comme territoire leader	4. Pourcentage de PME introduisant des innovations de produits ou de procédés	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

d'expérimentation pour le développement des solutions innovantes				<i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	5. Pourcentage de PME introduisant des innovations en matière de marketing ou d'organisation	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	6. Pourcentage de PME innovantes en interne	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	7. Part du CA liée à des produits nouveaux pour l'entreprise ou pour le marché	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
Renforcer la participation des acteurs normands à des projets européens	8. Nombre de projets lauréats au programme Horizon Europe auxquels participe au moins une équipe normande	Indicateur de résultat	LPPR	Données disponibles sur CORDIS ou le site horizon2020.gouv.fr
	9. Pourcentage de brevets sur le total des brevets dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions européennes (hors France)	Indicateur de résultat	Littérature	Base de données PATSAT ou outil d'analyse type Questel Orbit
	10. Pourcentage de publications par rapport au total des publications avec des coauteurs situés dans d'autres régions européennes (hors France)	Indicateur de résultat	Littérature	Web of Science ou SCOPUS
Renforcer les coopérations interrégionales avec des acteurs ayant des compétences complémentaires	11. Pourcentage de brevets sur le total des brevets dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions françaises	Indicateur de résultat	Littérature	Base de données PATSAT ou outil d'analyse type Questel Orbit
	12. Pourcentage de publications par rapport au total des publications avec des coauteurs situés dans d'autres régions françaises	Indicateur de résultat	Littérature	Web of Science ou SCOPUS

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

Valoriser les ressources naturelles normandes	13. Nombre et part de projets et budgets engagés sur des domaines de spécialisation basés sur des ressources naturelles normandes	Indicateur de résultat	Littérature	Suivi budgétaire du FEDER
Renforcer le continuum entre la recherche fondamentale et le monde industriel	14. Pourcentage des docteurs diplômés depuis 3 ans ayant un emploi hors du monde académique (dont part restant sur le territoire normand)	Indicateur de résultat	LPPR	Ecoles doctorales
	15. Nombre de créations d'entreprises issues de la recherche publique	Indicateur de résultat	LPPR	Normandie Incubation / Valorisation
	16. Taux de pérennité à 3 et 5 ans des entreprises soutenues ou accompagnées par Normandie Valorisation/Incubateur	Indicateur de résultat	Programme 192	Normandie Incubation / Valorisation
	17. Co-publications public-privé par million d'habitants	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
Conforter l'interdisciplinarité entre les différents domaines et ses acteurs clés (ex. mobilité et numérique)	18. Publications scientifiques : mesure de l'interdisciplinarité à partir de la liste de références	Indicateur de résultat	Littérature	Web of Science ou SCOPUS
	19. Brevets : mesure de l'interdisciplinarité à partir de la liste de références des publications scientifiques citées dans les brevets	Indicateur de résultat	Littérature	Base de données PATSAT ou outil d'analyse type Questel Orbit + Web of science ou SCOPUS pour l'indexation disciplinaire des revues
Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique	20. Dépenses de R&D dans le secteur public en pourcentage du PIB	Indicateur de moyen	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>

Domaines de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

	21. Dépenses de R&D dans le secteur des entreprises en pourcentage du PIB	Indicateur de moyen	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	22. Dépenses d'innovation hors R&D dans les PME en pourcentage du chiffre d'affaires	Indicateur de moyen	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	23. Nombre de brevets demandés à l'Office européen des brevets (EPO) par année de dépôt, par milliard de PIB régional	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	24. Nombre de demandes de marques déposées auprès de l'EU IPO par milliard de PIB régional	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	25. Nombre de demandes de design déposées auprès de l'EU IPO par milliard de PIB régional	Indicateur de résultat	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>
	15. Nombre de créations d'entreprises issues de la recherche publique	Indicateur de résultat	LPPR	Normandie Incubation / Valorisation
	16. Taux de pérennité à 3 et 5 ans des entreprises soutenues ou accompagnées par Normandie Valorisation/Incubateur	Indicateur de résultat	Programme 192	Normandie Incubation / Valorisation
	26. Emploi dans l'industrie manufacturière de moyenne/haute technologie et les services à forte intensité de connaissances en pourcentage de l'emploi total	Indicateur d'impact	RIS	Données régionales accessibles sur le site web du <i>Regional Innovation Scoreboard</i>

3 Description des six domaines de spécialisation retenus pour la période 2021-2027

Chaque domaine de spécialisation donne lieu à une présentation complète du cadre stratégique, des enjeux globaux scientifiques et globaux associés, des spécificités et forces normandes et des priorités de travail définies par les acteurs pour la période 2021-2027.

3.1 Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles et les systèmes de production

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Contribution dans des **partenariats européens d'innovation pour la productivité et le développement durable de l'agriculture (PEI-AGRI)** et de la nouvelle programmation des **Fonds européen agricole pour le développement rural**.

Contribution dans le cadre de la nouvelle programmation de **la PAC 2021-2027**.
Contribution à la stratégie européenne « Farm 2 Fork »



Le ministère de l'Agriculture et de l'alimentation a fait en 2019 du **soutien à l'agriculture et à la transition agroécologique sa priorité n°1**

Contribution au **Plan de soutien régional aux industries agro-alimentaires**



Réponse aux **enjeux centraux** du territoire en matière de gestion durable des ressources alimentaires :

- Soutenir un des secteurs d'activité les plus importants de la Région
- Structurer et développer un écosystème de recherche sur les enjeux de production et de transformation des produits alimentaires
- Développer de nouvelles pratiques plus responsables face au changement climatique observé en Normandie (accélération des précipitations et érosion des sols par exemple)
- Favoriser l'utilisation de matériaux biosourcés.

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND

Secteurs d'activité

- Première région française pour sa part de surface agricole utile avec un chiffre d'affaires de près de 3,9 Mds€
- Premier secteur d'activité industriel régional avec un chiffre d'affaires pour l'agroalimentaire de 6,3 Mds€

Défis sociétaux

- Pérenniser par l'innovation les filières agricoles et agroalimentaires normandes
- Développer une production de ressources plus durable et résiliente pour le territoire
- Développer une alimentation plus saine

Technologies et compétences

- Des projets de recherche innovants à la croisée des sciences agronomiques et sciences humaines
- Une expertise régionale forte en matière de valorisation des matériaux

Ressources naturelles ou culturelles de la région

- Une région agricole caractérisée par la diversité de ses ressources (régions d'élevage et zones de culture)
- Des ressources naturelles uniques à valoriser (lin, coquillages, bois)



PERFORMANCE DE L'INNOVATION NORMANDE

Outils issus du Programme d'investissements d'avenir (PIA)

EUR Institut Carnot

1

1

Projets avec financement ANR (hors PIA) :

Chaires
industrielles

Labcom

Autres projets de recherche (2014-19)

**+ 5 projets Interreg
(2014-19)**

1

2

4

*Soit : 1,2 M€ de
crédits alloués*

Déclinaison en axes de développement / Enjeux globaux / Enjeux à 5-10 ans

Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques à 5-10 ans
<p>- 1 - Patrimoine et usages agro-sylvo-pastoraux</p>	<p>Dans un contexte de modifications des comportements des consommateurs, des changements climatiques et des invasions biologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agir pour la préservation des espaces naturels • Sauvegarder la biodiversité • Produire des ressources alimentaires en limitant les impacts en termes de dégradation des milieux naturels • Améliorer l'acceptabilité des modifications paysagères 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mieux comprendre les interactions entre les écosystèmes • Développer de nouveaux modes de gestion des espaces naturels permettant de limiter les phénomènes d'expansion d'espèces à potentiel invasif • Mettre en place des démarches globales intégrant les activités de pêche, d'élevage et la sylviculture pour la protection des écosystèmes régionaux <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer l'économie circulaire pour réduire l'impact environnemental de la production • Diffuser des démarches de production responsables
<p>- 2 - Stratégies innovantes en agroécologie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accroître durablement la productivité, l'autonomie, le revenu et la résilience des exploitants et des territoires face au changement climatique • Limiter l'utilisation d'intrants dans la production agricole • Réduire la consommation de ressources naturelles 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Remplacer les intrants de synthèse par des substituts naturels • Renforcer la recherche participative entre les exploitants et les laboratoires • Optimiser des stratégies adaptées aux environnements locaux <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouvoir pérenniser l'exploitation des ressources naturelles
<p>- 3 - Gestion et préservation des ressources marines, sylvicoles, agricoles et changement climatique</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adapter notre production alimentaire • Pérenniser les activités liées à la production alimentaire (pêche, élevage, cultures etc.) tout en préservant les ressources naturelles et limitant l'artificialisation des sols 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Etudier et surveiller les écosystèmes au travers de nouveaux outils (big data, capteurs, drones) et modéliser avec précision l'impact du changement climatique sur les ressources à horizon 5-10 ans • Mieux comprendre les cycles de reconstitution des stocks d'animaux marins et développer des stratégies pour mieux les préserver • Développer des stratégies pour limiter les effets d'appauvrissement des sols sur les surfaces agricoles, complémentaires aux approches d'agroécologie décrites ci-dessus <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valoriser des modes de gestion responsables • Assurer une reconstitution des ressources naturelles sur le long terme

<p align="center">- 4 -</p> <p align="center">Qualité des systèmes de production</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique et d'évolution des habitudes de consommation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'utilisation de produits critiques (conservateurs, engrais, pesticides) • Garantir une qualité supérieure des produits alimentaires (nutrition et sécurité) • Réduire l'utilisation d'emballages ou développer des emballages biosourcés • Limiter le gaspillage 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre au point de nouvelles méthodes de décontamination adaptées à l'industrie • Développer la robotisation des processus de fabrication • Développer des méthodes de contrôle microbiologique • Préserver et améliorer les qualités nutritionnelles des produits • Développer des solutions pour surmonter la problématique du portionnage et du gaspillage en lien avec la satiété • Utiliser le big data pour des méthodes d'analyse en espaces réels (itinéraires de consommation, gestion des récoltes, approvisionnement etc.) • Développer et exploiter de nouveaux matériaux biosourcés et biodégradables pour l'emballage <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Généraliser l'utilisation des emballages à base de matériaux biosourcés et biodégradables • Limiter les impacts et les coûts de la production alimentaire
<p align="center">- 5 -</p> <p align="center">Valorisation des produits et coproduits d'origine agricole et marine</p>	<p>Les dynamiques d'appauvrissement des écosystèmes liés au changement climatique imposent de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mieux gérer les ressources • Réduire le volume de déchets et mieux les valoriser • Trouver des alternatives durables à des matières critiques 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Valoriser de nouvelles matières premières permettant un bon niveau de performance • Développer de nouvelles applications des matériaux biosourcés à base de déchets d'origine agricole ou issus de la pêche pour l'industrie ou le bâtiment • Développer de nouvelles méthodes d'évaluation de la performance des coproduits • Garantir la performance énergétique des coproduits <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantir les gisements et sécuriser les approvisionnements et la qualité des matières premières • Structurer des filières de la « construction verte » à faible impact environnemental • Structurer une filière de récupération et de recyclage de déchets en circuit court

La Normandie est une région agricole (70 % du territoire et 2 millions d'hectares) où se côtoient des territoires d'élevage (bovins pour le lait, qui est le premier produit agricole régional, viande, porcs, volailles et lapins, moutons, chevaux) et des zones de culture (céréales et oléoprotéagineux, lin, betteraves, pommes de terre, légumes, fruits, horticulture). Ces différentes filières de production agricole s'appuient sur un solide tissu économique constitué d'entreprises et coopératives leaders sur différents marchés et dont certaines entreprises sont d'envergure internationale (Agrial, NatUp, Terre de Lin et la filiale normande du groupe Roullier).

Région agroalimentaire de premier plan, la Normandie se caractérise par une industrie de spécialisations complémentaires, héritée des deux ex-régions qui la composent depuis 2015. Ainsi, la Basse-Normandie, spécialisée dans les industries du lait et des viandes, est avant tout un territoire de production tandis que la Haute-Normandie, tournée vers la transformation de produits à plus forte valeur ajoutée et bénéficiant d'infrastructures performantes, est davantage orientée vers le commerce international.

Avec 640 km de côtes, l'exploitation des ressources marines est par ailleurs un secteur important et spécifique de l'économie régionale. La Normandie est aussi la première région conchylicole de France, première région productrice d'huitres et la deuxième région productrice de moules, de palourdes et de coques. Elle est également la deuxième région de pêche maritime (encornet, bar de ligne, etc.) et enfin la première région pour les coquillages de pêche (coquille St Jacques, bulot, moule). L'aquaculture normande, qu'elle soit marine ou continentale, est favorisée par la présence de côtes bien exposées et de nombreux cours d'eau de moyenne ou faibles dimensions, avec une qualité d'eau exemplaire.

La forêt occupe, quant à elle, environ 14 % du territoire régional qui ne la situe pas dans les régions les plus forestières de France, mais affiche une production biologique annuelle supérieure à la moyenne

nationale (de 7m3/ha/an) liée à un contexte climatique favorable. Elle est riche d'une quarantaine d'essences forestières de grande qualité en production. Par ailleurs, La Normandie est leader national pour la consommation de bois énergie fournissant l'industrie et les particuliers localement.

Toutefois, l'agriculture, la sylviculture tout comme les industries agroalimentaires, sont aujourd'hui confrontées à de multiples enjeux : sécurité sanitaire, impact environnemental, préservation des ressources et biodiversité, qualité des produits agricoles et alimentaires, changement climatique... tirés par l'évolution des modes de consommation et des normes réglementaires. Ces secteurs doivent ainsi faire évoluer leurs organisations et leurs modes de production et de transformation.

La Normandie a ainsi choisi de dédier un domaine de spécialisation sur la gestion et la transformation durable de ses ressources agricoles, sylvicoles et marines. La région dispose sur son territoire d'un ensemble d'acteurs très complet intervenant de la production à la transformation et la valorisation de l'ensemble de ces ressources. En s'appuyant sur des structures de recherche de référence, une formation supérieure de haut niveau (Masters et École d'ingénieurs, Grande École d'ingénieurs en agronomie et agroindustrie — UniLaSalle, formation doctorale) et la mobilisation de son tissu économique, elle souhaite ainsi soutenir et développer les démarches d'innovation sur son territoire. Ces dynamiques sont essentielles pour renforcer et pérenniser dans le long terme un domaine clé pour l'économie régionale et sont facilitées par les projets émanant de structures fédératives de recherche existantes telles que la SFR NORVEGE Normandie Végétal (FED4277) ou en cours de constitution (SFR Sécurité Sanitaire Aliments Durables, SFR Mer & Littoral Normand).

3.1.1 Tissu économique

Près de 68 000 personnes travaillent de manière régulière dans les exploitations agricoles normandes⁸. L'agriculture est principalement orientée vers l'élevage laitier spécialisé, l'élevage pour la viande et les systèmes associant cultures de vente (céréales, oléoprotéagineux, entre autres). Avec 47 000 hectares, la Normandie est également la première région productrice au monde de lin textile. Elle dispose d'un maillage important d'entreprises de première transformation avec un potentiel important en matière d'innovation.

L'agroalimentaire est le premier secteur d'activité industrielle en Normandie avec plus de 820 établissements et près de 25 500 salariés répartis sur l'ensemble du territoire régional, représentant 15 % des emplois industriels⁹. Les grands groupes laitiers privés (Danone, Nestlé, Lactalis, Savencia, Novandie) côtoient des coopératives (la branche lait d'AGRIAL, Isigny Sainte-Mère, Les Maîtres Laitiers du Cotentin, CLHN) et des sociétés de plus petite taille (Graindorge, Réaux). Avec 25 % des salariés de l'industrie agro-alimentaire, l'industrie laitière est le premier pôle d'emplois de ce secteur. La région fabrique 40 % des fromages frais au lait de vache et 30 % des fromages à pâte molle produits au niveau national. Le deuxième point fort de la région réside dans les matières grasses : beurre, beurre concentré et crème dont la région produit 1/3 du total français. La filière viande s'avère très diversifiée et regroupe un grand nombre d'acteurs et de professionnels : au-delà des éleveurs, négociants et établissements d'abattage participent à cette pluralité. Sur le territoire régional, dix établissements d'abattage sont recensés allant du site industriel à l'outil d'abattage plus local. Enfin l'interprofession régionale Interbev Normandie, participe au rayonnement de cette filière sur le territoire en adéquation avec les travaux de l'Institut de l'Élevage, centre de recherche et

⁸ <https://www.normandie.fr/agriculture-0>

⁹Source : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Normandie (<http://draaf.normandie.agriculture.gouv.fr/Decouvrez-les-IAA-de-la-region>)

développement également basé en Normandie, s'articulant autour de thématiques qui répondent aux enjeux principaux pour l'élevage d'herbivores et ses filières.

Le secteur de la pêche et de l'aquaculture représente 24 000 emplois directs et indirects parmi lesquels plus de 2 000 marins et 400 pêcheurs à pied. Des secteurs liés à la valorisation des macro et micro-algues pour des usages alimentaires et non alimentaires (e.g. biostimulants, produits phytosanitaires innovants, plastiques biosourcés) sont également en plein essor (Algaïa, CMI Roullier, NaturePlast).

La filière interprofessionnelle sylvicole compte enfin plus de 22 000 emplois (directs et indirects), positionnant la Normandie au 6^e rang des régions de France pour l'emploi salarié. Elle accueille des industries d'envergure internationale (Groupe Lefebvre leader français du sciage de hêtre, papeteries Double, Linex Panneaux). Surtout, la filière bois se caractérise par la présence de compétences à tous les maillons de la chaîne de transformation et de valorisation du bois depuis l'amont (propriétaires, gestionnaires, exploitants forestiers, entrepreneurs de travaux, coopératives forestières...), en passant par les transformateurs primaire (scieurs) et secondaire (fabricants de panneaux, papetiers...), jusqu'à l'aval (charpentiers, constructeurs bois, bois énergie...) sans oublier l'ouverture à l'internationale *via* la façade maritime.

3.1.2 Forces d'innovation remarquables

La force de la Normandie est de disposer d'une recherche académique reconnue internationalement, constituée de plusieurs fédérations de recherche, dont certaines, labellisées par le CNRS ou labellisées INRAE. Cette recherche académique concentre des compétences multidisciplinaires (e.g. sciences agronomique, économiques, sociologiques, écologiques, environnementales, géographiques, géologique) à même d'accompagner les mutations des filières agricoles, aquacoles et sylvicoles sous contraintes des changements globaux (e.g. réglementaires, climatiques, biologiques) auxquelles elles doivent faire face. Parmi elles, on retrouve :

Force de la recherche académique de niveau national/international :

- Trois pôles de recherche et de formation : Chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être (CBSB), Continuum Terre — Mer (CTM) et Humanités, Culture, Sociétés (HCS)
- Laboratoire Glycobiologie et Matrice Extracellulaire Végétale (GlycoMEV) EA4358
- Laboratoire Ecophysiologie Végétale, Agronomie & nutrition NCS (EVA) UMR INRAE950 UCN
- Laboratoire Stress Environnementaux et Biosurveillance des milieux aquatiques (UMR-I02)
- Laboratoire Étude et Compréhension de la Biodiversité (Ecodiv USC INRAE - EA 1293)
- Laboratoire Agro-écologie, milieux et ressources UP2018.C.101 (AGHYLE-UniLaSalle)
- Laboratoire de Microbiologie/signaux et microenvironnement EA4312
- UMT Protorisk (ACTALIA, Institut du lait et de la sécurité des aliments, EA7510, URN)
- Laboratoire ESO Caen (Espace et sociétés) UMR 6590
- Laboratoire LETG Caen (Littoral, Environnement, télédétection, géomatique)
- UMR 6554FRE BOREA 2030 Biologie des Organismes et Écosystèmes Aquatiques (UNICAEN, MNHN, SU, CNRS-7208, IRD-207, UA)
- Pôle rural de la Maison de la Recherche en Sciences Humaines de Caen (MRSH, USR 3486)
- Unité de Recherche Aliments Bioprocédés Toxicologie Environnements EA 4651
- Fédération internationale Normandie-Québec en Sciences Végétales « NORSEVE »
- Station d'expérimentation en sciences végétales et agronomique « NORMANDSERRE »
- Fédération de Recherche NORVEGE « Normandie Végétale (FED4277)
- Station marine CREC (Centre de Recherche en Environnement Côtier)
- Fédération de Recherche en Sciences Appliquées à l'Environnement (FR 3730 CNRS SCALE)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Fédération de recherche Sécurité Sanitaire Aliment Durable (SESAD)
- Université co-tutelle de L'infrastructure Nationale de Recherche IN-SYLVA France
- ACTA Normandie (8 instituts : ARVALIS, ASTREDHOR, CTIFL, FN3PT, IDELE, IFPC, ITAVI, ITB)

Force des collaborations publiques-privées :

- Institut Carnot I2C (Innovation Chimie Carnot)
- AMIDIOS (Ecotechnilin)
- LabCOM ANR SeasideS (SEAweed extracts in Sustainable plant DEFense and bioStimulation et LabCOM FLAXLAB (Depestele)
- UMT Protorisk (ACTALIA, Institut du lait et de la sécurité des aliments, EA7510, URN)
- PRAXENS : centre de transfert de technologies (agro-alimentaire)
- Coopérative Terre de Lin et filiale Normande de CMI Roullier
- L'association FIMALIN (Fibres MATériaux LIN)
- SILEBAN (Station d'expérimentations de cultures légumières)
- Chambre d'agriculture Régionale de Normandie : Direction « Innovation-Recherche Développement »
- FARM XP La Blanche Maison
- Chaire industrielle « agro-ressources et matériaux biosourcés » UnilaSalle — SIKA
- GIS AOP Laitières de Normandie (GALAN)
- Collaborations ESIX Normandie/entreprises agro-alimentaires : plus de 100 projets contractuels depuis 2010, avec des entreprises régionales et nationales
- Centre Normand de la Pêche, de l'Aquaculture et des Cultures Marines normandes (CENOPAC)
- Accord-cadre de collaboration entre l'Université de Caen et l'Institut de l'Élevage
- L'usine (forme SAS) de teillage Vandecandelaere à Bourguébus dans le Calvados

Force de l'animation de réseau :

- Pôle Valorial
- Pôle Hippolia
- Pôle Nov&Tech
- Normandie Sécurité Sanitaire (N2S) : plateforme technologique labellisée
- Laboratoire d'Innovation Territoriale LIT Ouest Territoires d'Élevage
- RMT ACTIA Florepro (Unicaen et Actalia membres)
- RMT ACTA Fromages de Terroir
- RMT Bouclage Fertilisation et environnement

Dimension internationale :

- École Universitaire de Recherche « XL CHEM »
- ECOTROPHELIA
- PROGEDO
- SFR internationale Normandie-Québec en sciences végétales NORSEVE (SFR Normandie Végétal & Centre SEVE (Canada)
- Centre AG and food city

Formation :

- Master Biologie Agrosociétés ECOBIOVALO (Universités de Caen, Rouen et École UniLasalle)
- Master Agrosociétés, Environnement Territoires Paysage Forêt ECOCAEN (Université de Caen)
- Master Nutrition et Sciences des aliments Parcours Qualité des Aliments et Innovation Santé (Université de Caen)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Master Microbiologie (Universités de Caen et Rouen)
- Master Géographie (parcours aménagement, environnement et développement) UCN
- Master Géographie (parcours territoire en transition) UCN
- Master Sciences de l'Environnement (Parcours Gestion de la Biodiversité dans les Écosystèmes Terrestres, Parcours Gestion des ressources en Eau)
- Master « Sciences de la mer » Exploitation des Ressources Vivantes Côtières (UCN)
- Institut polytechnique UniLaSalle — Campus international de Rouen
- Master of Science « ag and food data management »; « urban agriculture and green cities »
- ESIX Normandie — département agro-alimentaire — Université de Caen Normandie
- Institut polytechnique UniLaSalle — Campus de Rouen
- Licence professionnelle Agro-alimentaire et Biotechnologies (URN)
- Licence professionnelle Métiers de la protection et de la gestion de l'environnement (UCN)
- Licence professionnelle Agronomie, agriculture, développement durable et environnement (URN / MFR Coqueréaumont)
- Licence Professionnelle Métiers des ressources naturelles et de la forêt (ouverture 2021 — URN / Lycée Mesnières en Bray)
- Licence Professionnelle technico-commercial en nutrition animale (URN-CFA Yvetôt-UniLaSalle)
- DUT Génie Biologique option IAB et Licence professionnelle Industries agroalimentaires : gestion, production et valorisation Parcours Génie des bioproductions et de l'agroalimentaire · GBA — Université de Caen Normandie
- DUT Génie Biologique option IAB, Université de Rouen Normandie, IUT Evreux
- Chaire MEA (Modèles entrepreneuriaux agricoles) au sein de l'EM Normandie

Le transfert vers les territoires normands de ce très riche potentiel académique est adossées par des collaborations denses et parfois pilote en France entre les collectivités territoriales et la recherche, comme les initiatives GIEC Métropole et Région et surtout une structure d'interface : l'agence normande de la biodiversité et du développement durable, qui accompagne les acteurs normands souhaitant s'engager dans la préservation et la reconquête de la biodiversité, la transition économique, écologique, sociale et climatique.

3.1.3 Principaux axes de développement

L'agriculture et l'agroalimentaire sont des domaines stratégiques pour la Normandie. Ses secteurs économiques peuvent compter sur des ressources terrestres et maritimes et une filière agroalimentaire, nouvellement structurée pour comprendre à la fois l'amont et l'aval. Cette nouvelle dynamique de structuration et de visibilité doit s'accompagner d'une capacité d'innovation et de recherche, elle-même structurée, en particulier pour relever les défis écologiques d'une agriculture durable, d'une préservation voire d'un accroissement de la biodiversité et d'une alimentation saine et durable. Cette structuration est au cœur de l'ambition du domaine de spécialisation pour la période 2021-2027.

Cinq axes ressortent particulièrement. Ils sont construits autour de problématiques identifiées par les acteurs du territoire de la recherche et de l'innovation comme des domaines clés et spécifiques au territoire Normand.

L'ensemble de ces domaines s'inscrivent dans une triple ambition : accompagner le développement durable du système normand de production agricole et agroalimentaire ; protéger les écosystèmes à travers l'équilibre des usages et l'évolution des procédés de production et transformation ; enfin, faire de la Normandie un territoire moins dépendant en soutenant les secteurs agricoles et agroalimentaires.

Le premier axe intitulé « patrimoine et usages agro-sylvo-pastoraux » a pour objectif la préservation et la valorisation du patrimoine naturel normand au travers de techniques permettant d'associer vertueusement les activités agricoles et la conservation des espaces naturels et des paysages. Le second axe formulé « stratégies innovantes en agroécologie » se centre autour des innovations développées dans le champ de l'agroécologie et des sciences végétales pour développer des méthodes de production plus durables. Le troisième axe « gestion des ressources marines, sylvicoles, agricoles dans le contexte de changement climatique » a trait aux problématiques de gestion durable des ressources naturelles de la Normandie. Le quatrième axe « qualité des systèmes de production » porte sur l'industrie agroalimentaire avec pour principal enjeu la qualité de la transformation des ressources. Enfin, le cinquième et dernier axe de ce domaine de spécialisation est construit autour des enjeux de la valorisation des produits et des coproduits issus des activités agricoles et marines.

Patrimoine et usages agro-sylvo-pastoraux

Enjeux globaux à 10 ans : les phénomènes de changements climatiques tout comme les activités humaines impactent les écosystèmes. Les modifications des équilibres biologiques de ces milieux ont plusieurs effets : baisse de la biodiversité, appauvrissement des sols, surexploitation des ressources entre autres. On observe par ailleurs une accélération de ces dynamiques. La Normandie est particulièrement exposée à ces changements. Aussi, l'un des enjeux pour les années à venir est de trouver de nouvelles pratiques afin de préserver les milieux naturels tout en limitant les impacts des activités économiques humaines.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Mieux comprendre les interactions entre les écosystèmes normands
- Développer de nouveaux modes de gestion des espaces naturels permettant de limiter les phénomènes d'expansion d'espèces à potentiel invasif et préservant - optimisant les services écosystémiques rendus
- Mettre en place des démarches globales intégrant les activités de pêche, d'élevage et la sylviculture pour la protection des écosystèmes régionaux

Ambition à horizon 2027 : développer et diffuser de nouvelles méthodes et pratiques de gestion et de protection des espaces naturels issues de l'agro-sylvo-pastoralisme et adaptées au contexte normand.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Analyser les bouquets de services rendus par les prairies mésophiles et humides (accueil de la biodiversité végétale et animale, stockage de carbone dans les sols, pollinisation, patrimonialité des paysages...)
- Identifier les pratiques d'élevage qui permettent un équilibre entre la production d'un fourrage de qualité et la fourniture de services environnementaux, ainsi que la conservation de la biodiversité pour accompagner les éleveurs normands

Stratégies innovantes en agroécologie

Enjeux globaux à horizon 10 ans : l'agriculture et le secteur agroalimentaire font face à de nouveaux défis qui traduisent des enjeux globaux à l'échelle de la planète. Les dynamiques du changement climatique, l'artificialisation des sols liée à l'urbanisme, l'impact des intrants sur la qualité des aliments constituent quelques-unes des nombreuses problématiques qui impacteront le secteur

dans les années à venir. Il est donc nécessaire de faire évoluer le modèle agricole afin d'accroître durablement la productivité, l'autonomie, le revenu et la résilience des exploitants et des territoires.

Approche à haut potentiel, l'agroécologie vise à concevoir des systèmes de production qui s'appuient sur les fonctionnalités offertes par les écosystèmes. Elle les amplifie tout en visant à diminuer les pressions sur l'environnement et à préserver les ressources naturelles. Il s'agit d'utiliser au maximum la nature comme facteur de production en maintenant ses capacités de renouvellement. Cette méthode s'appuie également sur une concertation entre tous les acteurs du territoire.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Innover en matière de conduite de culture et de pratiques agricoles durables
- Développer/inventer des méthodes et des outils innovants de suivi de l'état de santé et du statut nutritionnel des plantes pour un meilleur pilotage des intrants, et des méthodes et instruments de cartographie innovants pour le suivi des propriétés physiques et structurales
- Optimiser la fertilité des sols pour une gestion durable de la nutrition et de la santé des plantes
- Définir des méthodologies d'utilisation des micro-organismes des fermes pour la réalisation de fermentations à façon

Ambition à horizon 2027 : L'objectif de cet axe de développement est de diffuser ces outils et nouvelles pratiques d'agroécologie pour une agriculture normande résiliente à horizon 2027.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Identifier les pratiques agroécologiques adaptées pour la Normandie
- Analyser le potentiel agronomique de différentes légumineuses pour une production de protéines végétales de haute qualité

Gestion et préservation des ressources marines, sylvicoles, agricoles dans le contexte du changement climatique

Enjeux globaux à 10 ans : les dynamiques de changement climatique, ainsi que l'intensification de l'agriculture, menacent la pérennité du secteur de l'alimentaire. Il est impératif dans les années à venir de repenser l'ensemble des modes de gestion des ressources naturelles afin de les préserver sur le temps long.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Étudier et surveiller les écosystèmes au travers de nouveaux outils (big data, capteurs, drones) et modéliser avec précision l'impact du changement climatique sur les ressources à horizon 5-10 ans
- Mieux comprendre les cycles de reconstitution des stocks d'animaux marins et développer des stratégies pour mieux les préserver
- Développer des stratégies pour limiter les effets d'appauvrissement des sols sur les surfaces agricoles, complémentaires aux approches d'agroécologies décrites ci-dessus
- Développer les outils pour l'agriculture numérique et la valorisation des données agricoles
- Développer les technologies nouvelles en faveur d'une agriculture de précision

Ambition à horizon 2027 : développer sur la période 2021-2027, avec l'appui sur les nouveaux outils numériques, de nouvelles méthodes innovantes de gestion de ressources.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Mettre en place des plans de gestion des ressources marines pour la préservation des écosystèmes en assurant une activité rémunératrice et durable
- Développer les outils pour l'agriculture numérique et de précision (agri-tech)
- Accompagner les mutations du métier d'exploitant (multi-performance, logiques entrepreneuriales, appropriation de l'innovation, communication et lien avec la société)

Qualité des systèmes de production

Enjeux globaux : face à des demandes nouvelles des consommateurs (diminution des emballages, des traitements, réduction du nombre d'intrants), l'industrie agroalimentaire est face au défi de garantir une sécurité sanitaire optimale tout en revisitant ses produits et ses méthodes de conservation. Garantir une qualité des aliments supérieure tout en se passant de ces éléments est un défi de taille pour l'industrie.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Inventer de nouvelles méthodes de décontamination adaptées à l'industrie
- Développer la robotisation des processus de fabrication
- Développer les méthodes de contrôle microbiologique
- Préserver et améliorer les qualités nutritionnelles des produits
- Développer des solutions pour surmonter la problématique du portionnage et du gaspillage en lien avec la satiété
- Utiliser le big data pour des méthodes d'analyse en espaces réels (itinéraires de consommation, gestion des récoltes, approvisionnement)

Ambition à horizon 2027 : faire de la Normandie en 2027 un démonstrateur de technologies innovantes permettant de réduire les traitements et les emballages superflus tout en garantissant une qualité supérieure des produits.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Définir des schémas de production agricole respectueux de l'environnement (agriculture bio) qui garantissent la qualité des aliments récoltés (protéines végétales, acides gras essentiels, métabolites secondaires, vitamines, etc.)
- Diffuser ces schémas au sein des industries agroalimentaires normandes

Valorisation des produits et coproduits d'origine agricole et marine

Enjeux globaux à 10 ans : les produits issus des activités marines agricoles et sylvicoles sont reconnus pour leur savoir-faire et leurs qualités. Face à une concurrence internationale, la protection des produits régionaux est un enjeu clé pour le patrimoine et l'économie normande. Indissociable de ces activités de production, la valorisation des coproduits est un enjeu clé pour les secteurs agricoles et agroalimentaires. Cette valorisation permet de réduire le volume de déchets, de créer de nouveaux produits et de développer l'économie circulaire.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Valoriser de nouvelles matières premières permettant un bon niveau de performance issues des filières agroalimentaires normandes
- Développer de nouvelles applications des matériaux biosourcés à base de déchets d'origine agricole ou issus de la pêche à destination de l'industrie ou le bâtiment
- Développer de nouvelles méthodes d'évaluation de la performance des coproduits
- Garantir la performance énergétique des coproduits

Ambition à horizon 2027 : développer l'innovation permettant à l'agri-agroalimentaire normande de tendre vers une industrie zéro déchet à horizon 2027.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Identifier et développer de nouvelles filières de transformation de coproduits
- Explorer les propriétés fonctionnelles des coproduits et de leurs dérivés dans l'alimentation animale, les biostimulants, les compléments alimentaires et les cosmétiques
- Évaluer comparativement les performances des coproduits et de leurs dérivés
- Développer des filières aquacoles valorisant les coproduits agricoles et marins avec la mise en place d'une expertise qualitative s'appuyant sur les plateformes techniques normandes

3.2 Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Contribution au **Pacte vert pour l'Europe** et aux objectifs de l'Union Européenne en termes **de climat et d'énergie à 2030** vers une neutralité carbone à horizon 2050 :

- Atteindre 32% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique
- Amélioration de 32,5% dans le champ de l'efficacité énergétique

Contribution à la Stratégie européenne sur l'hydrogène (juillet 2020)



Contribution aux objectifs du **Plan Climat** et à la **Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)** :

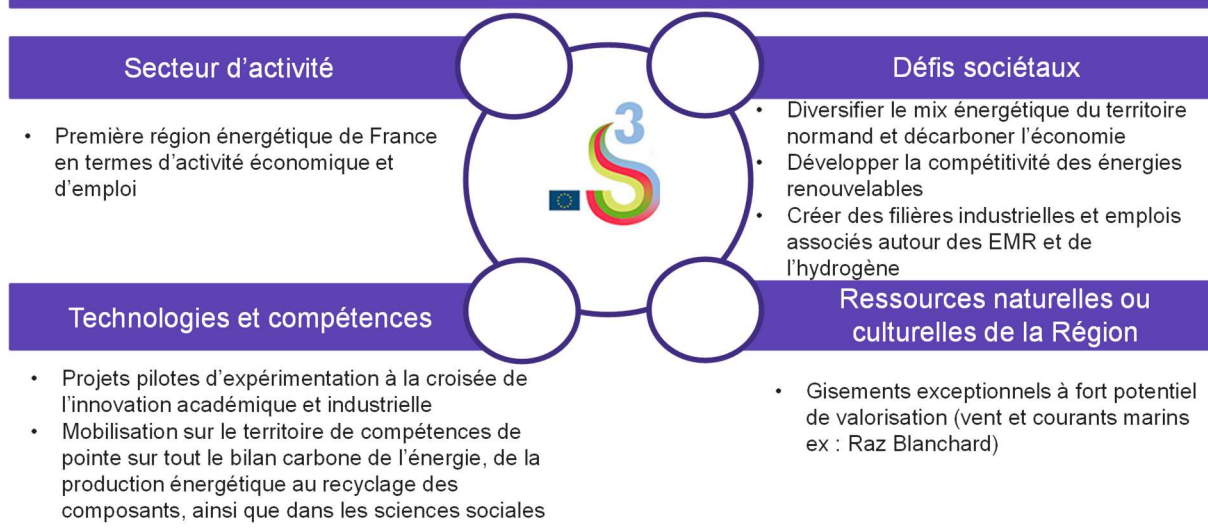
- Amélioration des pratiques énergétiques
- Baisse de la consommation finale d'énergie de 16,5% à horizon 2028
- Diversification du mix énergétique (part du nucléaire à 50% dans le mix énergétique)



Inscription en cohérence avec les documents cadres suivants :

- Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la Normandie (maîtrise et valorisation de l'énergie)
- Plan Normandie hydrogène (2 axes : structurer l'écosystème normand et son animation ; renforcer la place de l'hydrogène dans la transition énergétique normande)

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND



PERFORMANCE DE L'INNOVATION NORMANDE

Outils issus du Programme d'investissements d'avenir (PIA)

Equipex	EUR	Labex	TGIR	Institut Carnot
1	1	1	1	1

Projets avec financement ANR (hors PIA) :

Chaires industrielles	Labcom	Autres projets de recherche (2014-19)
2	3	13

Soit : 5,4 M€ de crédits alloués

+ 6 projets Interreg (2014-19)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques à 5-10 ans
<p>- 1 -</p> <p>Production des énergies marines renouvelables et de l'éolien</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réduire l'impact de notre production d'énergie sur l'environnement • Développer les alternatives propres et durables en matière de production d'énergie 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Passer à un stade industriel les technologies EMR (hydrolien) en haute mer • Comprendre, limiter et compenser les impacts des EMR sur l'écosystème marin • Comprendre les effets des écosystèmes sur la production d'énergie • Développer l'appui sur le numérique et les smart-grids pour la production • Travailler l'acceptabilité sociétale des projets et leur intégration dans les territoires <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Renforcer les transferts de technologies et d'innovation recherche/industrie • Baisser le coût des énergies marines renouvelables • Développer la connectivité des systèmes de production énergétiques grâce aux nouvelles technologies numériques
<p>- 2 -</p> <p>Conversion et stockage : nouveaux vecteurs d'énergie</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer les systèmes de stockage de l'énergie électrique de demain • Favoriser le développement de véhicules propres pour le transport et la logistique • Développer une infrastructure adaptée pour une gestion efficiente de l'énergie décarbonée • Favoriser la décarbonation de l'industrie et des transports (capture et valorisation du CO2, hydrogénation) 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Résoudre les problèmes d'intermittence et de stockage des énergies renouvelables • Développer l'appui sur le numérique et les smart-grids pour la gestion • Utiliser l'hydrogène dans les transports • Stocker efficacement l'électricité • Développer de nouveaux modes de valorisation du CO2 • Développer de nouveaux modes de stockage du H2 <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Garantir l'indépendance stratégique de l'Europe en termes de stockage (production de batteries notamment) • Développer une production verte d'hydrogène à partir d'énergie renouvelable • Développer de nouveaux services à coût compétitif
<p>- 3 -</p> <p>Usages : efficacité énergétique pour une énergie abordable et propre</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rendre les énergies bas-carbone plus compétitives que leurs équivalents fossiles • Développer une production et une consommation de l'énergie intelligente et plus sobre • Développer une infrastructure adaptée pour une gestion efficiente de l'énergie décarbonée 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer des outils fiables de prédiction de la consommation • Dépasser l'échelle de démonstrateur dans les smart-grids en s'appuyant sur des capteurs, réseaux et logiciels plus robustes et précis pour la gestion de l'énergie • Sécuriser l'utilisation des datas associées <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'efficacité énergétique et environnementale des bâtiments • Réduire le coût énergétique de la production industrielle • Développer de nouveaux services à coût compétitif
<p>- 4 -</p> <p>Impacts : vieillissement des matériaux, émissions</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter l'impact sur l'environnement des matériaux utilisés pour la production d'énergie • Plus généralement, minimiser l'impact environnemental de la production/gestion de l'énergie (émissions de particules, gaz à effet de serres...) 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les outils de simulation pour prévoir l'évolution des matériaux sur le temps long • Développer de nouveaux outils de caractérisation et de mise en œuvre de matériaux spécifiques utilisés dans la production d'énergie, les nouvelles technologies et le transport • Comprendre les mécanismes de vieillissement des matériaux dans leur environnement de fonctionnement • Prédire la durée de vie des composants • Evaluer les propriétés et applications en matière d'énergie de ces matériaux sur le long terme • Etudier l'efficacité des systèmes de production d'énergie afin de réduire les émissions, particules ou polluants gazeux • Développer de nouveaux matériaux performants pour économiser l'énergie <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'efficacité énergétique des systèmes afin de mieux consommer l'énergie

La Normandie est la première région énergétique de France en termes d'activité économique et d'emploi. Dans un contexte global de changement climatique, la transition énergétique vers un modèle de production et de consommation d'énergie plus responsable est un enjeu pour l'activité économique des territoires qui reste fortement dépendante des ressources énergétiques non renouvelables.

Cette transition peut être amorcée en diversifiant les sources d'énergie disponibles, aujourd'hui fortement tourné vers l'énergie nucléaire pour l'électricité et le pétrole et le gaz de manière globale. Le mix énergétique correspond au bouquet d'énergies produites pour répondre aux besoins d'un territoire en carburants, électricité, chaleur et froid. Il repose donc sur une répartition entre trois types

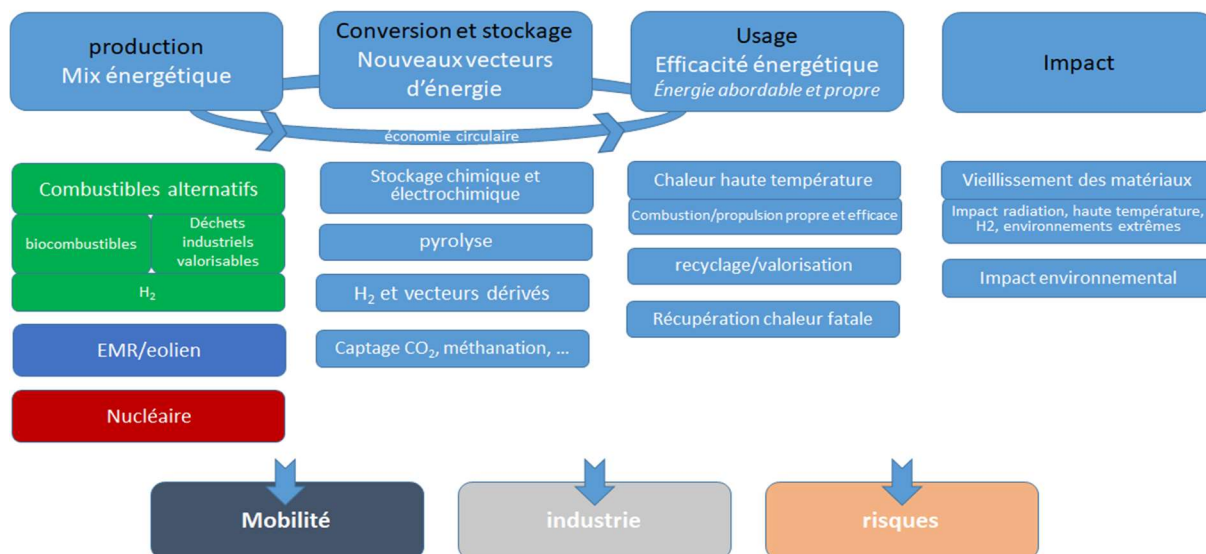
d'énergies primaires : les énergies fossiles que sont le pétrole, le gaz naturel et le charbon, l'énergie nucléaire et les énergies renouvelables (hydraulique, éolien, solaire, biomasse, géothermie).

La Normandie est l'un des seuls territoires disposant d'expertises solides et complètes sur ces trois types d'énergie et intervenant sur l'ensemble de la chaîne de valeur. L'enjeu actuel pour les territoires est d'augmenter la part des énergies renouvelables dans leurs mix énergétiques. La Normandie a de réels atouts pour développer les énergies renouvelables avec de forts potentiels dans l'hydrolien, l'éolien terrestre, l'éolien en mer, la méthanisation ou encore le raffinage. Elle dispose d'un savoir-faire technique, de ressources naturelles renouvelables (vent et courants marins) et de projets fédérateurs et pilotes dans le domaine.

Le deuxième enjeu est lié au réseau de distribution d'énergie qui doit s'adapter pour être plus efficient. En disposant d'une expertise sur les trois types d'énergies (nucléaire, fossile, renouvelables), la Normandie constitue à ce niveau un territoire d'expérimentation unique pour la gestion de l'énergie permettant de développer de nombreuses innovations. Par ailleurs, elle a engagé des dynamiques de premier plan pour le développement de l'hydrogène, matérialisées en particulier par le plan Normandie Hydrogène.

Ainsi, considérant les enjeux normands liés à la transition énergétique, à la réduction des émissions de gaz à effet de serre, à la qualité de l'air, la région souhaite aujourd'hui travailler à développer un mix énergétique pour zéro émission carbone en soutenant et renforçant ses projets d'innovation en la matière.

Les compétences mobilisées sont les suivantes :



Cette spécialisation est cohérente avec les stratégies régionales, nationales et européennes. Au niveau normand, la Région s'est fixé des objectifs et un plan d'actions ambitieux à travers le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET). Par ailleurs, la spécialisation s'inscrit pleinement dans les orientations du Pacte Vert européen.

3.2.1 Tissu économique

La filière de l'énergie représente en Normandie 36 000 emplois salariés (INSEE, 2013)¹⁰, représentant 3 % des emplois salariés du secteur privé de la région et 18 % des emplois industriels normands. Les

¹⁰ <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2566094>

activités de production d'énergie rassemblent près de 10 000 emplois. Cela place la Normandie au 1^{er} rang des régions métropolitaines pour son poids dans l'emploi salarié privé.

Par ailleurs, la Région concentre 1 400 entreprises de toute taille, dont un grand nombre d'entreprises et de sites industriels de rang international dans le secteur de l'énergie : EDF, Total, Engie, Exxon, General Electric, LM Wind Power, Schneider Electric, Enercon, Nordex, Acciona ou encore Senvion.

3.2.2 Forces d'innovation remarquables

Force de la recherche académique :

- 3 Universités normandes (UCN, ULHN, URN), 2 Écoles d'ingénieurs publiques (ENSICAEN, INSA ROUEN), 3 Écoles d'ingénieurs privées (ESIGELEC, ESITC, UNILASALLE), CNRS.
- PIA Equipex : Equipement d'excellence de calcul intensif de Mésocentres coordonnés (EQUIP@MESO), Désintégration, extraction et stockage des ions radioactifs (DESIR), Groupe d'Études et de Nanoanalyses des Effets d'Irradiations (GENESIS)
- PIA Labex EMC3 (CORIA, LCS, LOMC, GPM, CRISMAT, CIMAP)
- Quatre Fédération de Recherche CNRS :
 - o L'Institut Normand de Chimie Moléculaire, Médicinale et Macromoléculaire (INC3M avec les laboratoires COBRA, LCMT, PBS),
 - o Institut de recherche énergie propulsion & environnement (I-EPE, avec CORIA, LCS, LOMC, LSPC, et ABTE),
 - o Institut de recherche sur les matériaux avancés (IRMA avec CRISMAT, GPM, CIMAP)
 - o Normandie Math (LMAH, LMI, LMNO, LMRS).
- Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie (CRIANN) et la Maison normande des Sciences du Numérique (MNSN, membre du réseau MSO du PIA Labex AMIES).
- Des Laboratoires (UMR, EA) très impliqués sur les domaines de l'Énergie
 - o CIMAP (Centre de recherche sur les Ions, les MATériaux et la Photonique)
 - o COBRA (Chimie Organique Bioorganique Réactivité et Analyse)
 - o CORIA (Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie)
 - o CRISMAT (Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux)
 - o GPM (Groupe Physique des Matériaux)
 - o GREAH (Groupe de Recherche en Electrotechnique et Automatique du Havre)
 - o IRSEEM (laboratoire de recherche en systèmes électroniques embarqués)
 - o LCMT (Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thio-organique)
 - o LCS (Laboratoire Catalyse et Spectrochimie)
 - o LMI (Laboratoire de Mathématiques)
 - o LMN (Laboratoire de Mécanique de Normandie)
 - o LOMC (Laboratoire Ondes et Milieux complexes)
 - o LPC (Laboratoire de Physique Corpusculaire de Caen)
 - o LSPC (Laboratoire de Sécurité des Procédés Chimiques)
 - o LUSAC (Laboratoire Universitaire des Sciences Appliquées de Cherbourg)
 - o M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière)
 - o BOREA (Biologie des organismes et des écosystèmes aquatiques)

Force des collaborations publiques-privées :

- PIA Institut Carnot ESP « Énergie et systèmes de propulsion »

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Trois Labcom : Innovation and Performance of Refractory Steels (IPERS), le Laboratoire d'étude et de modélisation des microstructures pour le vieillissement des matériaux (EM2VM) et le laboratoire commun de Cartographie moléculaire des matrices complexes (C2MC).
- Trois chaires industrielles : Nanocleanergy (TOTAL) et Captage, Transport et Stockage du CO₂ (TOTAL), PERCEVAL (SAFRAN)

Force de l'animation de réseau :

- Trois pôles de compétitivité : Mov'éo, Novalog, TES
- Filières et organisations professionnelles :
 - o Normandie Énergies (structuré en 4 pôles : Nouveaux usages, Nucleopolis, Pétrole & Gaz, Renouvelables)
 - o Normandie AeroEspace
 - o Normandie Maritime
 - o Seine Logistique Normandie
 - o Association Régionale de l'industrie et de l'automobile de Normandie
- Réseau ONEM — RDI (Organisation Normandie Énergies Marines — Recherche, Développement et Innovation)
- Associations de filières :

Autres forces remarquables :

- L'École Universitaires de Recherche « XL CHEM »
- Le GANIL, Grand Accélérateur National d'Ions Lourds
- Institut pour la Transition Énergétique France Énergies Marines

Formation :

- Master Chimie et Master Physique, parcours Contrôle de l'Environnement Industriel (Université Caen Normandie)
- Master Chimie et Master Physique, parcours Matériaux, Nanostructures, Énergie (MANE) (Université Caen Normandie)
- Master Chimie, parcours Catalyse, Environnement et Développement Durable (CEDD) (Université Caen Normandie)
- Master Mécanique (Université Caen Normandie)
- Master Physique, parcours Noyaux, Atomes, Collisions, (Erasmus Mundus Joint Master Degree on Nuclear Physics) (Universités de Caen Normandie, de Padoue, de Catane, de Séville, de Madrid, de Barcelone, de Salamanque)
- Master Electronique, Energie Electrique, Automatique – parcours Systèmes Energetiques Electriques (SEE) (Université Le Havre Normandie)
- Master Génie civil- parcours Renewable Energy & Civil engineering et Energétique du bâtiment (REcEng) (Université Le Havre Normandie, INSA Rouen, ENS Architecture)
- Master Énergie (Université de Rouen, Université Le Havre, INSA Rouen)
 - o Master Énergie - parcours Energétique des Fluides complexes
 - o Master Énergie - parcours Energie-Fluide-Environnement
 - o Master Énergie - parcours Génie des Procédés
- Master Ingénierie de Conception (INSA Rouen, Université Le Havre)
- Diplômes d'ingénieur ENSICAEN
 - o Électronique et Physique Appliquée, statut étudiant ou apprenti, formation d'ingénierie des capteurs, du numérique et de l'énergie (dont Génie Nucléaire et Énergétique)

- Matériaux et Chimie, statut étudiant, formation d'ingénieurs écoresponsables dans les domaines des matériaux pour l'énergie ou des matériaux de structure, de la chimie organique ou de la pétrochimie.
- Nombreux doubles diplômes avec des structures internationales dans les diplômes concernés.
- Diplômes d'ingénieurs INSA Rouen Normandie :
 - Spécialité Energétique et Propulsion
 - Spécialité Mécanique
 - Spécialité Génie Mathématique
 - Spécialité Génie Civil
 - Ingénieur Performance Energétique
- Diplôme d'ingénieurs ESIGELEC
 - Énergie et développement durable
 - Génie électrique et transport
- Formation d'Ingénieur en Génie des Systèmes Industriels, options « Opérations Nucléaires » et « Production Industrielle » (Université Caen Normandie)
- Formation d'Ingénieur en Mécatronique et Systèmes Nomades (Université Caen Normandie)

3.2.3 Principaux axes de développement

À travers cette spécialisation, les acteurs normands souhaitent travailler sur l'ensemble de la chaîne de valeur de l'énergie, de la production à l'usage. Les forces normandes citées ci-dessus permettent d'intervenir sur l'ensemble de ces briques de compétences.

Le premier axe se centre sur la production d'énergie en mettant l'accent sur des secteurs d'avenir dans lesquels la Normandie dispose de ressources conséquentes et différenciantes : les énergies marines renouvelables et l'éolien. Le second axe est articulé sur les vecteurs d'énergies qui permettent au réseau de transporter et de stocker l'électricité ou la chaleur en mettant en avant deux types de technologies : les batteries et l'hydrogène. Le troisième axe est construit autour des usages et de l'efficacité énergétique. Enfin, le quatrième et dernier axe se concentre sur les impacts grâce aux expertises normandes en matière de vieillissement des matériaux ou d'analyse des émissions.

Production des énergies marines renouvelables et de l'éolien

Enjeux globaux à 10 ans : l'utilisation massive d'énergies fossiles joue un rôle important sur l'accélération du changement climatique. Dans ce contexte, il apparaît urgent de développer des alternatives propres et durables en matière de production d'énergie. C'est également un enjeu stratégique pour l'Europe en matière d'indépendance énergétique. Dans ce cadre, les énergies marines renouvelables (EMR) ainsi que l'éolien constituent de potentielles réponses à ces problématiques.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Passer à un stade industriel les technologies EMR (hydrolien) en haute mer
- Comprendre, limiter et compenser les impacts des EMR sur l'écosystème marin
- Comprendre les effets des écosystèmes sur la production d'énergie
- Développer l'appui sur le numérique et les smart-grids pour la production
- Travailler l'acceptabilité sociétale des projets et leur intégration dans les territoires

Ambition normande à horizon 2027 : faire de la Normandie un territoire de référence en matière d'énergies renouvelables grâce à un déploiement massif des EMR et de l'éolien sur son territoire.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Améliorer le rendement des EMR via une meilleure connaissance de l'aérodynamique et hydrodynamique au voisinage de ces structures
- Modéliser, optimiser et simuler numériquement la production des énergies éoliennes et marines via l'analyse numérique et le calcul haute performance
- Améliorer les connaissances sur les milieux de production
- Evaluer et diminuer l'impact des EMR sur l'érosion au niveau des fonds sédimentaires et celui du biofouling sur le rendement des EMR
- Développer les processus de génération de l'électricité, le développement d'actionneur électriques non conventionnels et de transformation power-to-gas
- Valoriser le mix des vecteurs électricité et hydrogène dans l'exploitation des EMR
- Travailler sur l'acceptabilité sociétale des projets et le partage de l'espace en mer

Conversion et stockage : nouveaux vecteurs d'énergie

Enjeux globaux à 10 ans : Le développement des énergies renouvelables fait face à un défi : le stockage de l'énergie. Contrairement aux énergies fossiles, le stockage de l'électricité est complexe sur de longues périodes. Cela constitue un frein majeur pour le déploiement des énergies renouvelables, car la plupart produisent par intermittence en fonction des conditions climatiques (vent et soleil principalement). Cette production par intermittence n'est également pas toujours en phase avec les pics de consommation. L'enjeu principal pour les énergies renouvelables est ainsi d'optimiser le stockage et la distribution de l'électricité afin qu'elles puissent être une alternative aux énergies fossiles (gaz, pétrole), en particulier dans les transports et l'industrie.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Résoudre les problèmes d'intermittence et de stockage des énergies renouvelables
- Développer l'appui sur le numérique et les smart-grids pour la gestion
- Utiliser l'hydrogène dans les transports
- Stocker efficacement l'électricité
- Développer de nouveaux modes de valorisation du CO2
- Développer de nouveaux modes de stockage du H2

Ambition normande à horizon 2027 : généraliser l'utilisation de l'électricité durable dans les transports et l'industrie.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Mettre au point des catalyseurs faibles coûts, éco-compatibles (photocatalyse...) pour la production d'hydrogène
- Améliorer la densité énergétique, le stockage dans les matériaux poreux de l'hydrogène
- Travailler sur les sujets en lien avec la liquéfaction de l'hydrogène
- Développer des procédés performants, efficaces et sûrs pour la production de carburants alternatifs neutre en carbone
- Optimiser le stockage de l'énergie dans les batteries à métaux liquides à partir d'une meilleure connaissance des écoulements de liquides
- Accroître l'efficacité fonctionnelle des batteries avec l'hybridation des technologies, le contrôle dynamique et les nouveaux matériaux d'électrodes
- Étudier la production de chaleur haute température propre et économe via l'hydrogène

- Optimiser le captage de CO₂ et sa réutilisation via l'hydrogénation, pour des vecteurs énergétiques à faible empreinte carbone

Usages : efficacité énergétique pour une énergie abordable et propre

Enjeux globaux à 10 ans : Afin d'amorcer une transition énergétique vers un mix énergétique moins impactant et plus efficace, des progrès significatifs peuvent être faits en termes d'efficacité énergétique. C'est un levier pour la décarbonation de l'industrie et des transports. L'enjeu est de développer une production et une consommation de l'énergie intelligente.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Développer des outils fiables de prédiction de la consommation
- Dépasser l'échelle de démonstrateur dans les smart-grids en s'appuyant sur des capteurs, réseaux et logiciels plus robustes et précis pour la gestion de l'énergie
- Sécuriser l'utilisation des datas associées

Ambition à horizon 2027 : développer les technologies permettant d'optimiser l'efficacité énergétique des systèmes pour une meilleure gestion et recyclage de l'énergie.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Améliorer l'efficacité énergétique de production de chaleur à haute température
- Accroître l'efficacité de la récupération de chaleur basse température, via la modélisation des transferts thermiques et le vieillissement des matériaux issus de la fabrication additive.
- Développer les Smart Grids
- Améliorer l'efficacité énergétique et la propulsion par modélisation des écoulements complexes
- Réduire les pertes de chaleur ou des coefficients de frottement sur les arbres tournants par l'utilisation des liquides spéciaux et l'application de champs extérieurs
- Établir des modèles de comportement fiables prenant en compte les effets des cycles électriques et la température en vue d'une gestion optimisée et une disponibilité accrue

Impact : vieillissement des matériaux, émissions

Enjeux globaux à 10 ans : Les matériaux jouent un rôle prépondérant dans la transition énergétique et durable. C'est un levier d'innovation fort qui permet d'optimiser les transports, l'industrie ou la production d'énergie afin de rationaliser les coûts et la performance. Ainsi le développement de nouveaux matériaux, l'étude de leurs propriétés ainsi que de leur durabilité sur le temps long est un enjeu clé pour la compétitivité des activités économiques. Plus globalement, il est clé de minimiser l'impact environnemental (émissions de particules, gaz à effet de serre...) de la production et gestion de l'énergie.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Améliorer les outils de simulation pour prévoir l'évolution des matériaux sur le temps long
- Développer de nouveaux outils de caractérisation et de mise en œuvre de matériaux spécifiques utilisés dans la production d'énergie, les nouvelles technologies et le transport

- Comprendre les mécanismes de vieillissement des matériaux dans leur environnement de fonctionnement
- Prédire la durée de vie des composants
- Evaluer les propriétés et applications en matière d'énergie de ces matériaux sur le long terme
- Etudier l'efficacité des systèmes de production d'énergie afin de réduire les émissions, particules ou polluants gazeux
- Développer de nouveaux matériaux performants pour économiser l'énergie

Ambition à horizon 2027 : faire de la région une référence de niveau européen à horizon 2027 sur les matériaux durables pour l'énergie.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Favoriser le développement des matériaux catalytiques et la caractérisation *operando* des processus mis en jeu pour réduire les émissions polluantes
- Optimiser l'utilisation et la durée de vie des installations pour la production d'énergie (par exemple le vieillissement des matériaux en milieu hostile – agressions marines, vagues, marées – pour les EMR), incluant l'hydrogène
- Développer les biopolymères afin d'accélérer les processus de dégradation/biodégradabilité
- Développer les moyens de caractérisation de la formation *in situ* des polluants, de leur dispersion
- Innover dans les techniques d'études, observation, caractérisation des matériaux afin d'élaborer des matériaux innovants à très haute valeur ajoutée pour les énergies, les bâtiments performants énergétiquement et le transport

3.3 Transformer les process pour une industrie performante, durable et digitale

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Contribution à la **Stratégie industrielle pour l'Europe** qui vise à utiliser les transformations écologique et numérique pour donner à l'industrie et aux petites et moyennes entreprises (PME) les moyens d'agir. Cette stratégie s'articule autour de trois moteurs pour l'industrie :

- La transition verte
- La transition numérique
- La compétitivité mondiale

Contribution au **Pacte vert pour l'Europe** et aux objectifs de l'Union Européenne en termes de **climat et d'énergie à 2030** :

- Atteindre 32% d'énergies renouvelables dans le mix énergétique
- Amélioration de 32,5% dans le champ de l'efficacité énergétique

Contribution à la **stratégie pour l'économie circulaire européenne**



Inscription dans le cadre de la politique nationale de réindustrialisation « **Nouvelle France Industrielle** » qui fixe trois priorités :

- Se situer sur un marché de croissance dans l'économie mondiale
- Se fonder essentiellement sur des technologies que la France maîtrise, sur leur diffusion dans l'économie
- Occuper une position forte sur ce marché avec des entreprises leaders et disposer d'un écosystème académique, technologique, économique et industriel



Réponse aux **enjeux centraux** du territoire en matière de modernisation de son industrie :

- Renforcer et pérenniser l'industrie Normande
- Accélérer sa transition vers un modèle plus responsable et compétitif

RÉGION
NORMANDIE

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND

Secteur d'activité

- Une grande région industrielle : 202 620 emplois répartis dans plusieurs secteurs d'activités (automobile, pétrole et ses dérivés, aéronautique, pharmacie, agroalimentaire, cosmétique, énergie, industrie du verre ou encore le transport et la logistique)

Défis sociétaux

- Amorcer la transition de l'industrie normande vers un modèle de production plus responsable, compétitif et performant.

Technologies et compétences

- Territoire de premier plan en termes d'expérimentation industrielle
- Expertise reconnue autour de la performance des matériaux et du génie des procédés
- Expertise dans les énergies, en particulier les énergies renouvelables (EMR, hydrogène, batteries)

Ressources naturelles ou culturelles de la Région

- Culture industrielle très implantée.

Éléments remarquables sur le territoire normand

PIA



Autres faits marquants et Forces du Territoire



Déclinaison en axes de développement / Enjeux globaux / Enjeux à 5-10 ans

Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques
<p>- 1 -</p> <p>Expérimentation d'innovations en matière de procédés, organisations ou produits/services en environnement industriel</p>	<p>Face à la concurrence internationale, et au changement climatique, l'industrie doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> Optimiser sa production au travers de nouveaux modes d'organisation Moderniser l'outil industriel et augmenter sa performance opérationnelle Intégrer et adapter de nouvelles méthodes de production moins impactantes et plus efficaces Réduire les impacts environnementaux des process 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Adapter à l'industrie des innovations organisationnelles Développer de nouveaux outils de production plus efficaces Adapter à l'échelle industrielle ces nouveaux outils de production issus de la recherche appliquée ou issus de démonstrateurs <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gagner en compétitivité en baissant les coûts et délais de production Pérenniser des activités industrielles stratégiques en Europe Localiser l'activité industrielle à forte valeur ajoutée sur le territoire
<p>- 2 -</p> <p>Transformation digitale dans l'industrie</p>	<p>Face à la concurrence internationale, et au changement climatique, l'industrie doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> Réinventer son modèle de production en intégrant les nouvelles technologies issues du digital Optimiser les procédés de fabrication industriels Numériser les processus de production 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Adapter les technologies et services numériques aux réalités industrielles Intégrer des capteurs dans les chaînes de production afin de générer des données valorisables tout au long des processus Créer de nouveaux outils via l'IA ou le Big Data afin d'optimiser la production Sécuriser les données pour la gestion des risques industriels (confidentialité, traçabilité, protection) <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gagner en compétitivité en baissant les coûts et délais et en augmentant la qualité des productions Implanter de nouvelles compétences dans l'industrie Diffuser largement une approche Industrie du futur au sein des différents secteurs industriels Relocaliser des activités industrielles stratégiques en Europe Accéder plus facilement aux compétences et solutions digitales pour accélérer la transformation Favoriser le déploiement de lignes « pilote » (démonstrateur industriel)

<p align="center">- 3 -</p> <p align="center">Optimisation de la performance énergétique de l'industrie</p>	<p>Face au changement climatique, l'industrie doit amorcer une transition ambitieuse vers un modèle énergétique plus durable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limiter les impacts de l'industrie • Développer un mix énergétique industriel • Baisser la consommation d'énergie de l'industrie • Recycler l'énergie utilisée dans la production 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Créer de nouveaux modes de gestion intelligents de l'énergie dans le secteur industriel • Exploiter les énergies résiduelles issues des procédés • Adapter les énergies renouvelables au secteur industriel (stockage de l'électricité, hydrogène) • Généraliser l'utilisation à grande échelle des énergies renouvelables dans l'industrie • Développer l'écologie industrielle <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Gagner en compétitivité en baissant les coûts de production. • Sauvegarder et développer une activité économique industrielle performante en Europe
<p align="center">- 4 -</p> <p align="center">Valorisation de la matière et performances des matériaux dans l'industrie</p>	<p>Face au changement climatique, l'industrie doit amorcer une transition ambitieuse vers un modèle plus durable :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer de nouveaux matériaux intelligents et formulations innovantes pour l'industrie • Evaluer et optimiser les propriétés en application des nouveaux matériaux et formulations • Comprendre les mécanismes de vieillissement des matériaux dans leur environnement de fonctionnement • Valoriser durablement la richesse et la diversité des ressources naturelles du territoire • Valoriser les déchets d'origine industrielle 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer de nouveaux outils de caractérisation et de mise en œuvre de matériaux spécifiques utilisés dans l'industrie. • Développer de nouvelles applications des matériaux biosourcés • Valoriser des déchets industriels dans le contexte d'économie circulaire • Accompagner les industries vers des marchés nouveaux plus responsables face aux mutations sociétales <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérenniser des activités industrielles stratégiques en Europe • Créer de nouveaux produits à haute valeur ajoutée

Même si elle a subi comme beaucoup d'autres régions, les effets de la désindustrialisation, la Normandie reste un territoire fortement industrialisé, et même la première région française au regard de la part de l'industrie dans le PIB. Elle a réussi à maintenir une grande partie de son activité industrielle dans des secteurs clés comme l'automobile, l'aéronautique, l'énergie — en particulier nucléaire, la chimie et les produits pharmaceutiques, les mobilités ou encore l'agroalimentaire.

Le tissu normand des entreprises industrielles se particularise par une double composante. D'un côté, la présence de très nombreux établissements industriels issus de grands groupes ou d'ETI régionales de hautes technologies et qui, de leur côté, ont déjà lancé des démarches de modernisation et d'innovation en interne. De l'autre, une proportion très grande de TPE et PME de taille modeste, avec un important niveau de dépendance à ces groupes industriels, et dont le niveau d'innovation reste faible. Cette dualité entraîne des difficultés d'accès aux financements pour accompagner la croissance collective et la participation aux marchés mondialisés, ce qui fragilise au final tout le tissu industriel régional. De ce fait, la Normandie a engagé très tôt une dynamique de réindustrialisation de type « industrie du futur » car l'un des enjeux majeurs pour elle est à la fois de favoriser l'émergence d'activités nouvelles dans des secteurs porteurs et créateurs de valeur ajoutée, tout en consolidant son système productif industriel actuel et en accompagnant la modernisation et la transformation des secteurs d'activités plus anciens ou matures.

La crise de la COVID 19 est venue fortement aggraver cette nécessité de transformation. En effet, la crise sanitaire nous a plongés dans une situation sans précédent. Les mesures prises pour l'endiguer ont mis à l'arrêt une partie importante du tissu économique, pendant qu'une autre partie poursuivait son activité dans des conditions difficiles. Les effets directs du confinement comme l'arrêt de production industrielle, la baisse de productivité et de la demande ont entraîné une crise économique d'une ampleur inédite ; tout en créant des opportunités pour certaines entreprises qui ont su rapidement pallier les carences du système en innovant. Ils ont aussi révélé les vulnérabilités de nos systèmes productifs, elles-mêmes conséquences de l'extrême spécialisation des chaînes d'approvisionnement mondialisées, qui seraient restées invisibles dans un contexte normal. Ils ont aussi fait apparaître tant les manques d'anticipation et d'agilité des entreprises et de leurs responsables, que leurs capacités de diversification d'activité. Tous ces effets ont justifié l'intervention

exceptionnelle de la puissance publique pour venir en soutien de la demande et de l'offre, afin de préserver l'ensemble des entreprises.

Aujourd'hui, il importe d'apprendre collectivement de cette crise. Au-delà de poursuivre des mesures immédiates pour une relance conjoncturelle, il revient d'en considérer le caractère structurel afin d'anticiper des ruptures de production qui pourraient subvenir lors de crises récurrentes, qu'elles soient sanitaires, climatiques ou numériques, qu'elles soient mondiales ou très localisées. Ces ruptures de production nous affectent immédiatement par la non-fourniture des produits, par l'arrêt consécutif de la distribution de revenus aux salariés et de commandes à la sous-traitance. Cette conjoncture est donc l'opportunité d'accélérer la transformation de l'industrie initiée depuis plusieurs années en Normandie dans le cadre de son programme Industrie du futur (« Normandie industrielle ») vers des modèles plus responsables, plus performants et compétitifs. Cette transformation de l'outil industriel nécessite de poursuivre de très nombreuses démarches d'innovation et d'expérimentation dans des procédés et processus inédits, dans la digitalisation, mais aussi le développement de nouveaux matériaux, tout en intégrant une démarche de responsabilité sociétale des entreprises autour de la transition énergétique, de nouveaux modes de management de l'ensemble des ressources ou de nouveaux modèles économiques. La recherche et l'innovation sont donc au cœur de cette dynamique de transformation.

La stratégie de spécialisation intelligente 2021-2027 constitue l'un des supports clés pour la transformation de ce tissu industriel par l'innovation. Elle contribue ainsi à renforcer et pérenniser le tissu industriel normand. La période 2021-2027 doit permettre de consolider un continuum d'innovation fort entre la recherche fondamentale et appliquée issue des laboratoires académiques et ses applicatifs industriels, en développant et soutenant les forces présentes en région. Cette spécialisation doit fédérer les acteurs de la recherche et de l'innovation autour de l'innovation industrielle pour assurer un continuum académie-industrie. Elle vise également à mobiliser collectivement en vue de construire un écosystème de premier plan associant Industrie-recherche-formation au service de la transformation industrielle, valorisant les spécificités et expertises normandes tout en ayant l'ambition de couvrir les principaux enjeux que recoupe cette transformation et d'en devenir une région clé en Europe.

3.3.1 Tissu économique

La Normandie est une région industrielle de premier plan. À ce titre elle bénéficie de nombreuses compétences permettant de se démarquer dans différentes filières, qu'elles soient traditionnelles, de niche ou à haute valeur ajoutée. Ainsi, l'industrie régionale s'illustre dans l'automobile, l'aéronautique, la pharmacie, la cosmétique, l'agroalimentaire, l'énergie, la pétrochimie et ses dérivés, l'industrie du verre ou encore le transport et la logistique.

Avec ses 14 890 établissements et 202 620 emplois, le tissu normand des entreprises industrielles se caractérise par la présence sur le territoire – en particulier le long de l'axe Seine - de sites industriels majeurs constitués en très grandes parties d'établissements de grands groupes (Renault, PSA, Orano, EDF, Faurecia, Thalès, Safran, Danone, Bosch, Aptar, Servier, Elle & Vire, Agrial, Danone, Naval Group, GSK ou encore Sanofi Pasteur...) ou d'Entreprises de Taille Intermédiaire (ETI) régionales. La plupart de ces sites industriels sont le support d'industries de hautes technologies et ont déjà largement intégré modernisation et innovation, ce qui est attesté par le fait que la Normandie dispose du plus grand nombre d'usines labellisées « vitrine industrie du futur » en France. Une autre spécificité de ce tissu industriel est, en contrepartie, la forte proportion de TPE et PME de taille modeste qui dépendent de ces grands établissements et dont le niveau d'innovation reste faible.

3.3.2 Forces d'innovation remarquables

Force de la recherche :

- 95 laboratoires de recherche répartis sur l'ensemble du territoire et couvrant les 3 grands champs disciplinaires au sens de l'HCERES : Sciences Humaines et Sociales (SHS), Sciences du Vivant et Environnement (SVE) et Sciences et Technologies (ST). Parmi eux :
 - AGHYLE (Unilasalle) gestion des agro & éco-systèmes en vue de leur durabilité
 - Le CERREV (Centre de recherche risques et vulnérabilités) de l'université de Caen Normandie
 - CIMAP (Centre de recherche sur les ions, les matériaux et la photonique) de l'université de Caen, l'ENSICAEN, le CEA et le CNRS
 - CNRT matériaux, sous la tutelle du CNRS, de l'université de Caen Normandie, l'ENSICAEN, et l'université du Havre
 - CORIA (Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie) sous la tutelle de l'université de Rouen Normandie, de l'INSA Rouen Normandie et du CNRS
 - CREM (Centre de recherche en économie et management) de l'université de Caen Normandie
 - CRISCO (Centre de recherches inter-langues sur la signification en contexte) de l'université de Caen Normandie
 - CRISMAT (Laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux) sous la tutelle de Normandie Université, l'ENSICAEN et du CNRS
 - EMC3 (Labex matériaux, énergie)
 - ENSM (centre de recherche en sécurité maritime, efficacité énergétique et protection de l'environnement)
 - GPM (Groupe de Physique des matériaux) de l'université de Rouen Normandie et de l'INSA Rouen.
 - GREYC (Groupe de recherche en informatique, image, automatique et instrumentation de Caen), sous tutelle de l'Université de Caen Normandie, l'ENSICAEN et du CNRS.
 - INTERACT, d'UniLaSalle, recherche appliquée inter-disciplinaire (SHS, SdIV, sciences de l'ingénieur) pour le développement durable de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de l'agro-industrie
 - IRSEEM, (Institut de Recherche en Systèmes Electroniques Embarqués) de l'ESIGELEC
 - Laboratoire de recherche de l'ESITC : efficacité, performance, durabilité des matériaux pour la construction
 - ISPA Recherche
 - LAC (Laboratoire d'Automatique de Caen) de l'université de Caen Normandie
 - LCMT (Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thio-organique) sous la tutelle de l'université de Caen Normandie, de l'ENSICAEN et du CNRS
 - LCS (Laboratoire Catalyse & Spectrométrie) sous la tutelle de l'université de Caen Normandie, de l'ENSICAEN et du CNRS
 - LITIS (Laboratoire d'informatique, de traitement de l'information et des systèmes) sous la tutelle de l'université de Rouen Normandie, l'université du Havre Normandie de l'INSA Rouen Normandie et du CNRS.
 - LMN (Laboratoire de Mécanique de Normandie) de l'INSA Rouen.
 - LOMC (Laboratoire Ondes et Milieux complexes) de l'Université du Havre et du CNRS

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- LPC (Laboratoire Physique Corpusculaire de Caen) sous la tutelle de l'ENSICAEN, de Normandie Université, de l'université de Caen Normandie et du CNRS.
- LSPC (Laboratoire de sécurité des procédés chimiques) de l'INSA Rouen Normandie et Université de Rouen Normandie.
- LTEG/GEOPHEN (Littoral, environnement, télédétection, géomatique LETG-Caen — Géographie physique et environnement GEOPHEN) de l'université de Caen Normandie.
- LUSAC (Laboratoire universitaire des sciences appliquées de Cherbourg) de l'université de Caen Normandie
- Laboratoire METIS de l'EM Normandie : performances et mutations entrepreneuriales, management, organisation, logistique, RSE
- PBS (Polymères Biopolymères, surface) de l'Université de Rouen associé au CNRS et à l'INSA de Rouen.
- Les Pôles : CBSB (« Chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être ») et EP2M (« Energies, Propulsion, Matière, Matériaux »)
- Six Fédérations des Recherche labellisées par le CNRS : INC3M, I-EPE, IRMA, Normandie Math, NormaStic, SCALE
- Six Equipex: REC-HADRON, MATRICE, DESIR, GENESIS, EQUIP@MESO, BIBLISSIMA

Force des collaborations publiques-privées :

- Instituts Carnot ESP « Énergie et systèmes de propulsion »
- Sept labcoms : SEASIDES (ALGAIA), IPERS (Manoir Industries), Étude et Modélisation des Mécanismes de Vieillesse des Matériaux (EDF), HOLODIAG-COBRA, Laboratoire commun de Cartographie moléculaire des matrices complexes (TOTAL), ORIL et DEPESTELLE
- Plusieurs laboratoires communs industriels : Lamip (GREYC/NXP), Latems (Greyc/Orange)
- Plusieurs chaires Industrielles : Nanocleanenergy (TOTAL), AMBIOS (Ecotechnilin), PERCEVAL (Safran), CTSC (EDF, TOTAL), Industrie et services de demain (CISCO/CESI/VINCI Énergie)
- Des chaires de recherche : « vers une intelligence artificielle sûre pour la mobilité » (LITIS) « management de la transformation numérique » (EMN), Nanocleanenergy (TOTAL), AMBIOS (Ecotechnilin), PERCEVAL (Safran), CTSC (EDF, TOTAL), Industrie et services de demain (CISCO/CESI/VINCI Énergie)
- Des start'up issues des laboratoires : Kalain, Chemforase, PolyIntell, VFP Therapies, TF-Chem, Synthe Nova, HOLODIAG, TOXEM, Holopharm, TELLUX, Omicx, SG2CR Concept, TARGEDYS
- Des plateformes : Industrie du futur du CESI, plateformes applicatives 3D de l'ESIGELEC et de l'INSA Rouen, usine numérique, NEOMA recherche et CIREVE

Force des plateformes et centres de ressources technologiques :

- LINEACT Plateforme Industrie du futur et R&D du CESI
- Plateformes applicatives 3D de l'ESIGELEC et de l'INSA Rouen
- CRT analyses et surfaces (caractérisation matériaux, expertise en défaillance, vieillissement, simulation)
- CRT CERTAM (Métrologie en émission, gestion des risques)
- CRT CEVAA (fiabilité, vibration, acoustique, simulation, mécatronique)
- CRIANN (Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie) : calculs numériques intensifs hautes performances, simulations numériques
- Usine numérique (ISPA Alençon)
- NEOMA recherche
- CIREVE (plateforme de réalité virtuelle de l'Université de Caen)

Force de l'animation de réseau :

- Un Territoire d'Innovation : Smart Port City du Havre
- Six pôles de compétitivité :
 - Automobile — Mov'eo
 - Agro-agroalimentaire et agro-ressources (avec Valorial notamment)
 - Cheval — Pôle Hippolia
 - Logistique — Nov@alog
 - Transactions Electroniques Sécurisées – Pôle TES
 - Savoir-faire d'excellence — Cosmetic Valley
- Douze associations de filières (niveau régional) :
 - AREA - Association Régionale des Entreprises Agroalimentaires de Normandie
 - ARIA Association régionale de l'industrie automobile de Normandie
 - Le conseil des chevaux de Normandie pour la filière équine
 - Glass Vallée et ARSEN pour le savoir-faire d'excellence
 - Logistique Seine Normandie et VIALOG pour la logistique
 - Normandie AéroEspace pour l'aéronautique
 - Normandie Energies pour les énergies
 - Normandie Maritime pour le maritime
 - Normandie Web Xperts pour le numérique
 - Polepharma pour la santé
 - SOTRABAN pour la sous-traitance
 - UNICEM, CAPEB, FFB, FRTP notamment pour le BTP

Des clusters industriels (niveau local)

- Cléon 4.0 : cluster autour de Renault moteurs électriques (secteur de Rouen)
- DME (sous-traitance énergie) (secteur de Dieppe)
- Vialog (filiale logistique) (secteur de Dieppe)
- TechNormandie (bassin de Vire/Flers)

Formation :

- Neuf écoles d'ingénieurs :
 - CESI
 - EM Normandie
 - ENSicaen
 - ESITC
 - ESIX
 - ESIGELEC
 - INSA Rouen
 - NEOMA
 - Unilasalle

Autres forces remarquables :

- École Universitaire de Recherche « XL CHEM »

- Le GANIL (Grand accélérateur national d'ions lourds) avec des compétences (outre la recherche en Physique nucléaire fondamentale) en électronique, technologies du vide, instrumentation, contrôle/commande, mécanique

3.3.3 Principaux axes de développement

Fort de ces acquis, le domaine de spécialisation est organisé autour de 4 axes de développement qui constituent les défis centraux que le territoire normand et l'ensemble de ses acteurs doivent relever :

- Expérimentation en environnement industriel d'innovations en matière de procédés, d'organisations, de produits ou de services innovants pour une modernisation de l'outil industriel et pour une augmentation globale de la performance opérationnelle
- Transformation digitale dans l'industrie
- Optimisation de la performance énergétique pour des usines efficaces et responsables
- Valorisation de la matière et performance des matériaux pour une utilisation durable et intelligente dans l'industrie

Ces derniers représentent des champs de recherche et d'innovation que la Région souhaite développer sur la période 2021-2027. L'objectif est de fédérer au travers de cette spécialisation un écosystème associant Industrie-recherche-formation pour développer une expertise reconnue en recherche appliquée et en développements expérimentaux au service de la transformation de l'industrie.

Expérimentation d'innovations en matière de procédés, organisations ou produits/services en environnement industriel

Enjeux globaux à 10 ans : la réindustrialisation de la France est un enjeu clé pour son économie afin de gagner en indépendance sur des productions stratégiques ; la crise sanitaire de la COVID est venue exacerber cet enjeu en révélant les lacunes de son système productif industriel. Dans un contexte de changement climatique et d'une concurrence internationale renforcée, l'industrie doit évoluer vers des modes de production plus durables et compétitifs et plus responsables. Cette transformation doit s'effectuer notamment via l'expérimentation en environnement industriel de nouveaux procédés et processus, tout au long de chaînes de valeur intégrées, au sein de ses filières stratégiques, mais aussi dans l'intersectoriel.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Adapter à l'industrie des innovations organisationnelles
- Développer de nouveaux outils de production plus efficaces
- Adapter à l'échelle industrielle ces nouveaux outils de production issus de la recherche appliquée ou issus de démonstrateurs.

Ambition normande à horizon 2027 : faire de la Normandie un territoire de référence en matière d'usines compétitives, sûres et centrées sur l'homme.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Adapter des procédés industriels de personnalisation des produits et services aux besoins d'individualisation des clients
- Développer la traçabilité et sécurisation des procédés
- Automatiser les processus tout au long de la chaîne de valeur, y compris sur la Supply Chain
- Intégrer et rendre interopérables des innovations, apportant de la valeur ajoutée tout au long de la chaîne de valeur
- Développer des outils de diagnostic et de mesure

- Electroniser des produits, mécatroniques, plastronique, électronique embarquée
- Travailler sur les propriétés ergonomiques des produits ; développer des produits pour l'ergonomie (dont acoustique)
- Accompagner des industries vers des modes de production et de transformation plus efficaces et responsables
- Intégrer des nouveaux outils pour optimiser les procédés et l'organisation de la production au profit des opérateurs et de la société
- Adapter les métiers de demain et attirer de nouveaux partenaires industriels complémentaires de ceux déjà implantés pour exploiter au mieux les filières de production et l'efficacité logistique

Transformation digitale dans l'industrie

Enjeux globaux à 10 ans : La transformation digitale constitue un levier important pour la modernisation de l'outil industriel. Elle permet de gagner en compétitivité et également de réduire les impacts de la production sur l'environnement. Il s'agit donc d'un enjeu majeur afin de développer l'industrie du futur en France.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Adapter les technologies et services numériques aux réalités industrielles
- Intégrer des capteurs dans les chaînes de production afin de générer des données valorisables tout au long des processus
- Créer de nouveaux outils via l'IA ou le Big Data afin d'optimiser la production
- Sécuriser les données pour la gestion des risques industriels (confidentialité, traçabilité, protection)

Ambition normande à horizon 2027 : faire de la Normandie un territoire de référence en matière d'industrie du futur.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Créer des systèmes numériques de mesures
- Améliorer les systèmes intégrés de gestion de la fabrication
- Renforcer la sécurité des transactions et échanges de données
- Optimiser le stockage et traitement de données
- Digitaliser les produits, fonctions ou services
- Développer les simulations

Optimisation de la performance énergétique de l'industrie

Enjeux globaux à 10 ans : En complément de la transition numérique, la transition énergétique est un autre pilier capital de la transformation industrielle. Compte tenu du changement climatique, l'industrie se doit de repenser son modèle énergétique afin de réduire son impact environnemental. C'est également un enjeu en matière d'indépendance économique pour la région et pour le territoire national. L'objectif pour le secteur industriel est donc d'adopter un modèle énergétique tant pour optimiser sa propre consommation énergétique que pour la consommation énergétique des produits et services qu'elle génère : baisse de consommation énergétique, transition vers les énergies renouvelables avec pour objectif une part majoritaire, mutualisation des ressources par exemple.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Créer de nouveaux modes de gestion intelligents de l'énergie dans le secteur industriel
- Exploiter les énergies résiduelles issues des procédés
- Adapter les énergies renouvelables au secteur industriel

Ambition normande à horizon 2027 : tendre vers une industrie normande zéro carbone.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Développer les énergies issues de l'hydrogène
- Développer les smart grids
- Optimiser énergétiquement les processus et procédés de production
- Créer un modèle énergétique des produits manufacturés
- Développer la chaîne de valeur de la mobilité électrique
- Miniaturiser des outils analytiques pour l'analyse en ligne

Valorisation de la matière et performances des matériaux dans l'industrie

Enjeux globaux à 10 ans : dans un contexte de changement climatique, l'industrie se doit de repenser son modèle de production afin de réduire son impact environnemental. La valorisation de la matière et des matériaux constitue un levier afin de réduire l'impact environnemental des activités industrielles. L'enjeu est également de développer de nouveaux matériaux plus durables.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Développer de nouveaux outils de caractérisation et de mise en œuvre des matériaux utilisés dans l'industrie
- Développer de nouvelles applications des matériaux biosourcés
- Valoriser des déchets industriels dans le contexte d'économie circulaire
- Accompagner les industries vers des marchés nouveaux plus responsables face aux mutations sociétales

Ambition normande à horizon 2027 : Conforter la position de leader de la Normandie sur le développement et la valorisation des matériaux biosourcés.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Caractériser de manière fine les produits et rejets

- Analyser les impacts environnementaux
- Développer l'écoconception des matériaux
- Valoriser de façon responsable les bioressources ainsi que les coproduits régionaux
- Travailler sur l'allègement et performances des structures dans les industries de mobilités
- Travailler sur les propriétés physiques, mécaniques, énergétiques et durabilité (dont vieillissement) des matériaux
- Améliorer les outils de simulation pour accélérer le développement de ces matériaux
- Travailler sur la recyclabilité des matériaux
- Développer la récupération et valorisation des déchets (individuels et industriels)
- Evaluer la viabilité économique des nouveaux process matériaux
- Travailler sur une meilleure extraction, purification et caractérisation des composés biosourcés
- Caractériser les matrices complexes, analyse ciblée/non ciblée (coupe pétrolière, polymère, matières biosourcées)
- Aller vers une caractérisation fine des propriétés physico-chimiques et les performances des nouveaux matériaux
- Concevoir de nouveaux produits d'intérêt industriel responsables et accompagnement de la mise sur le marché
- Renforcer les synergies avec les secteurs industriels de pointe (chimie, spatial, défense) afin de faciliter le transfert de connaissances et technologies

3.4 Développer de nouvelles solutions de mobilité bas-carbone efficaces et sécurisées

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Contribution à la **stratégie européenne pour une mobilité à faible taux d'émissions** :

- Renforcer l'utilisation des énergies de substitution à faible taux d'émissions dans les transports
- Transition vers des véhicules à émissions nulles



Contribution aux objectifs de la **stratégie nationale « France Logistique 2025 »** :

- Faire de la France une référence mondiale en encourageant la dynamique logistique sur tout le territoire
- Faire de la transition numérique un vecteur de performance logistique
- Utiliser la logistique comme levier de transformation des politiques industrielles et de transition énergétique

Contribution à la **stratégie de développement de la mobilité propre** de la programmation pluriannuelle de l'énergie :

- Développer les véhicules à faibles émissions de polluants et de gaz à effet de serre
- Fixer un cadre d'action national permettant le développement d'un marché des carburants alternatifs et le déploiement des infrastructures correspondantes dans le cadre d'un mix énergétique diversifié
- Optimiser le fonctionnement des véhicules et les réseaux existants et notamment faire évoluer la réglementation de façon à réduire les émissions des modes les plus polluants
- Améliorer les reports modaux vers les modes de transports les moins émissifs en polluants et gaz à effet de serre, y compris la marche et l'usage du vélo
- Développer les modes de transports collaboratifs.

Inscription en cohérence avec la **Loi d'orientation des mobilités**



Réponse aux **enjeux centraux** du territoire en matière de mobilité et de logistique :

- Conforter la position de la Normandie comme un territoire d'excellence logistique
- Améliorer la qualité de vie des citoyens dans leur mobilité
- Améliorer les performances des nouvelles mobilités durables, intelligentes, autonomes et connectées
- Faciliter l'expérimentation et l'industrialisation de solutions innovantes

Inscription en cohérence avec le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la Normandie

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND

Secteurs d'activité

- Première région logistique de France en termes d'emploi dans le tissu économique.

Défis sociétaux

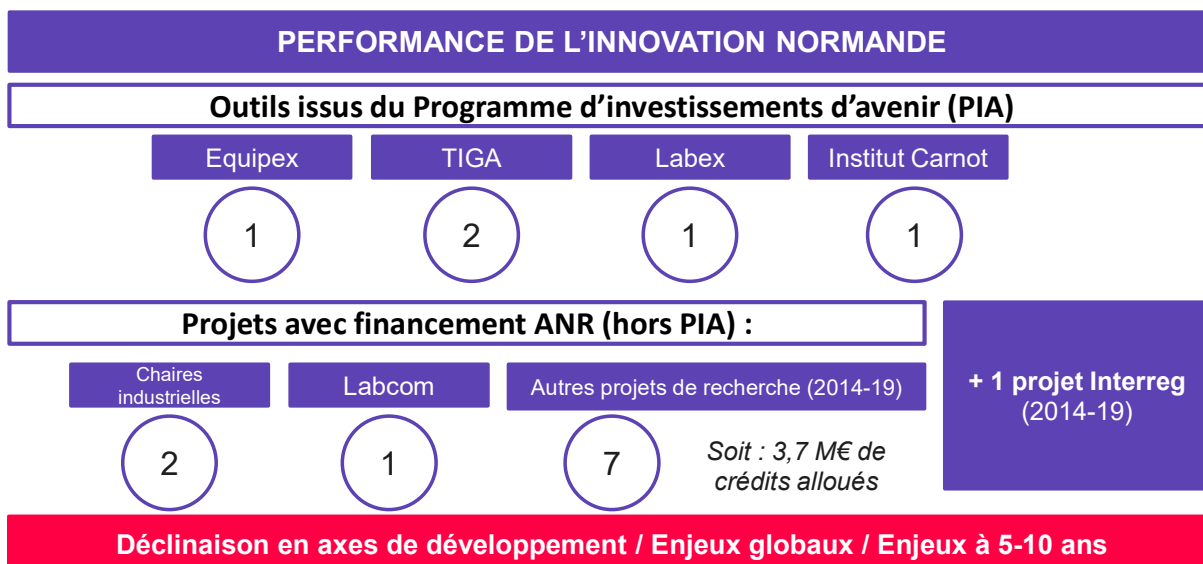
- Développer de nouvelles mobilités durables sur l'ensemble du territoire normand pour décarboner l'économie, préserver l'environnement et la qualité de vie des Normands (ex : qualité de l'air)
- Soutenir l'industrie de la logistique normande

Technologies et compétences

- Des projets d'innovation d'envergure sur le territoire Normand :
 - Projet TI « Smart Port City du Havre »
 - Projet TI « Rouen Mobilité intelligente pour tous »
 - Projet de voitures autonomes de Normandy Autonomous Lab
- Une expertise de haut rang sur les carburants, les moteurs, les matériaux et la mobilité autonome

Ressources naturelles ou culturelles de la région

- L'axe Seine, véritable hub des mobilités et problématiques de transport des biens et des personnes
- Infrastructures portuaires remarquables
- 20 millions de consommateurs situés dans un rayon de 300 km autour du Havre



Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques
<p>- 1 -</p> <p>Performance des vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Favoriser le développement d'un écosystème électro-mobilité Limiter l'impact des transports sur l'environnement (bruit, pollution, encombrement de l'espace) Réduire la consommation énergétique des systèmes de propulsion Renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense...) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Concevoir des motorisations à faibles émissions de gaz à effet de serre adaptées à tout type de véhicules tel que l'automobile, l'avion, le drone, le train ou le bateau Améliorer le rendement des systèmes énergétiques de propulsion (hydrogène, bio-carburant, énergies fossiles, électrique...) Développer l'utilisation des motorisations électriques et hydrogènes sur de longues distances Renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense...) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Produire majoritairement des véhicules décarbonés à un coût d'usage compétitif Pérenniser les filières automobile, aéronautique, ferroviaire, navale Favoriser le déploiement de démonstrateurs, d'expérimentations sur le territoire
<p>- 2 -</p> <p>Logistique efficiente et sécurisée</p>	<p>Dans un contexte de changement climatique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Limiter l'impact de la logistique sur l'environnement Réduire la consommation énergétique due aux échanges de marchandises Sécuriser la logistique de matières dangereuses 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Optimiser la supply chain par l'utilisation du Big Data et de l'IA Intégrer les véhicules autonomes, robots et drones dans des chaînes logistiques multimodales Apporter des solutions plus économiques et moins impactantes pour la logistique du dernier kilomètre <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Accélérer la transition énergétique du secteur vers une utilisation massive de l'électrique, de carburants biologiques et de l'hydrogène Développer de nouveaux schémas logistiques pour répondre à une demande toujours plus globalisée des secteurs clients Favoriser le déploiement de démonstrateurs, d'expérimentations sur le territoire

<p align="center">- 3 -</p> <p align="center">Mobilité intelligente et numérique</p>	<p>L'essor du numérique bouleverse les mobilités et usages. L'enjeu est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre les nouveaux usages • Accompagner le développement de nouvelles mobilités en zone urbaine et rurale • Permettre la mise en place de nouvelles mobilités sûres, autonomes et connectées. • Limiter les impacts des nouvelles mobilités sur l'espace et l'environnement • Favoriser l'acceptabilité des nouvelles mobilités • Favoriser la cohabitation entre les différents usages. 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Passer l'échelle de démonstrateur au niveau des systèmes de transport intelligents (STI) • Automatiser la conduite de manière sécurisée • Développer des techniques de traitement de grandes masses de données issues de la mobilité numérique • Modéliser les indicateurs associés aux performances d'un système de transport intelligent • Mettre au point des méthodes d'apprentissage approfondies pour la surveillance de réseaux • Développer des outils expérimentaux et de modélisation des nouveaux services apportés par l'infrastructure de transport • Développer l'analyse comportementale de l'utilisateur de véhicules autonomes • Concevoir des méthodologies d'évaluation d'un véhicule autonome • Concevoir les nouvelles technologies adaptées pour la mobilité autonome propre et connectée • Favoriser l'acceptation sociale de cette nouvelle mobilité (IHM, réalité augmentée, réalité virtuelle) • Développer les protocoles de communication sécurisés et les réseaux associés qui vont permettre de rendre les nouveaux services efficaces (5G, LORA, Li-Fi...) <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer la nouvelle génération de véhicules autonomes et propres pour une mise sur le marché à horizon 5-10ans • Déployer les mobilités autonomes à grande échelle • Développer les capteurs qui vont permettre de rendre le véhicule et l'infrastructure intelligents pour favoriser l'émergence de nouveaux services • Valider la viabilité économique (business model...) des nouveaux services
<p align="center">- 4 -</p> <p align="center">Electrification, électronisation et fiabilité des systèmes et des composants embarqués</p>	<p>L'essor du numérique bouleverse les mobilités et usages. L'enjeu est de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser le déploiement d'une mobilité décarbonée fiable et efficace prenant en compte l'infrastructure 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer les connaissances et les moyens d'investigation sur les matériaux « électriques » et les composants • Concevoir des systèmes électroniques de puissance embarqué (véhicule) et stationnaire (infrastructure) à faible consommation d'énergie • Miniaturiser les systèmes, connectiques et packaging • Concevoir des solutions de pilotage intelligent des systèmes embarqués • Développer des solutions thermiques miniaturisées et intégrées • Améliorer les outils de simulation pour prédire les risques de défaillances • Renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense...) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer la performance des systèmes et la sécurité des utilisateurs • Renforcer la spécialisation de la Normandie sur la Fiabilité • Conforter la Normandie en tant que référent de la Fiabilité au plan National et de la porter au niveau Européen

Les secteurs de la logistique et des mobilités sont particulièrement dynamiques en Normandie. L'axe Seine, qui relie par voie navigable et terrestre l'Île-de-France à la Manche, est un vecteur de développement économique important qui fait de la Normandie la première région logistique de France. Elle dispose en effet de plusieurs installations logistiques de pointe comme le port du Havre.

La Région dispose également de secteurs industriels fortement développés comme l'automobile (Renault, le groupe PSA et Renault-Trucks, Volvo), l'aéronautique (Safran nacelles, Zodiac), le spatial (Ariane Group, UTC Aérospace) et la défense (Thales). Ces acteurs font de la Normandie un territoire particulièrement actif et innovant, comme le montre le nombre de brevets déposés depuis 2014 : 360 brevets déposés dans le domaine des moteurs, pompes et turbines (Indice de spécialisation : 3,1511), 165 brevets sur les composants mécaniques (Indice de spécialisation : 1,35), 552 brevets en maintenance (Indice de spécialisation : 6,8) et 291 brevets en transports (indice de spécialisation 1,08). Les principaux déposants industriels de brevets sont Aptar (193 brevets publiés), Sidel Participations (174 brevets), Safran (167) et Safran Nacelles (132).

Aujourd'hui, les secteurs des transports et de la mobilité sont plus que jamais confrontés au défi de réduire son impact environnemental. L'innovation est un levier essentiel afin de rendre les transports et les logistiques plus propres et efficaces. Ainsi, en se basant sur ses différents atouts en matière de

¹¹ Les indices de spécialisation présentés dans ce paragraphe ont été calculés pour l'ancienne Région Haute Normandie

savoir-faire, de technologies et d'industrie, les acteurs normands souhaitent contribuer au développement de nouvelles mobilités bas-carbone, efficaces et sécurisées.

La Normandie est un terrain d'expérimentation de référence pour la logistique (infrastructures portuaires ; réseaux de transport multimodaux : la Seine concentre 50 % des transports fluviaux de marchandises français) et la mobilité connectée (Rouen Normandie Autonomous Lab). Ce domaine de spécialisation doit permettre d'affirmer et de renforcer la place de la Normandie en tant que hub des mobilités innovantes, au carrefour de l'innovation académique et privée, de la recherche fondamentale et de l'expérimentation.

Ce domaine de spécialisation se situe au croisement des filières mobilité pour les biens et personnes (MOVEO, Normandie AeroEspace, Logistique Seine Normandie, NOVALOG), de l'énergie (Normandie Énergie, Moveo, Normandie AeroEspace) et du numérique (Pôle Transactions Électroniques Sécurisées (TES)...), toutes trois structurantes pour la région.

L'ambition est d'ainsi :

- Améliorer la qualité de vie des citoyens dans leur mobilité
- Diminuer l'impact environnemental de la mobilité
- Faciliter l'expérimentation et l'industrialisation de solutions innovantes
- Développer des infrastructures de transport innovantes.

L'effet de levier de cette spécialisation permettra d'accélérer la réalisation de projets structurants déjà en cours (Territoires d'innovation par exemple) et amorcer de futurs projets.

3.4.1 Tissu économique

La Normandie est la région où la part du secteur logistique dans l'emploi salarié est la plus forte de toutes les régions françaises (4,2 %) selon l'INSEE.

Le poids de la logistique dans l'emploi salarié est particulièrement élevé dans certains territoires de la Vallée de la Seine. Il dépasse même les 10 % pour les zones d'emploi de Vire Normandie (importante activité de transport routier de marchandises) et du Havre (présence de ports et des infrastructures de transport de marchandises et de personnes). Le secteur compte environ 22 000 établissements, de taille souvent importante : ils emploient 19 salariés en moyenne contre 14 dans l'ensemble des secteurs. Ainsi, un emploi sur cinq s'exerce dans un établissement de plus de 250 salariés. Les deux tiers des établissements logistiques relèvent d'un seul domaine d'activité, celui du transport terrestre. Enfin, la richesse dégagée par la filière logistique est de 17,6 Mds €, ce qui représente 3,9 % de l'activité de la Vallée de la Seine.

Pour les autres secteurs liés à la logistique et à la mobilité, l'INSEE référençait en 2015, 18 247 emplois référencés dans l'industrie automobile, 5 677 emplois dans la fabrication d'autres matériels de transport, 31 941 dans les transports terrestres et pour finir, 1 918 emplois dans les transports par eau.

La Normandie concentre un nombre important de sites industriels majeurs dans le secteur de la mobilité et de la logistique comme Safran (Safran Nacelles, Aircraft Engines, Aerosafety Systems), Ariane Group, Thales, Renault (Renault-Truck), Faurecia, Bosch, EDF, La Poste, Transdev, KEOLIS, ORANGE ou encore GMP.

En ce qui concerne la fabrication de matériels de transport, on compte 25 000 salariés en Normandie, essentiellement dans l'industrie automobile (Renault en Seine-Maritime, Faurecia à Flers), la

construction aéronautique (surtout dans l'ex-Haute-Normandie), et la construction navale (avec notamment, à Cherbourg, la DCNS et les Constructions mécaniques de Normandie).

Pour finir, la Normandie compte 18 000 emplois dans les activités de l'aéronautique, du spatial et de la défense et de la sécurité.

3.4.2 Forces d'innovation remarquables

Force de la recherche académique :

- 3 Universités normandes (UCN, ULHN, URN), 2 Écoles d'ingénieurs publiques (ENSICAEN, INSA ROUEN), 2 Écoles d'ingénieurs privées (ESIGELEC, CESI), 2 écoles de management (EMN, NEOMA).
- PIA Labex EMC3 (avec les laboratoires CIMAP, CORIA, CRISMAT, GPM, LCS, LOMC)
- PIA Equipex EQUIP@MESO (CRIANN)
- Mésocentre de calcul intensif : Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie (CRIANN)
- Maison Normande des Sciences du Numérique (MNSN, Réseau national MSO du Labex AMIES)
- Deux Chaires ANR « Intelligence Artificielle » (GREYC, LITIS)
- Quatre Fédérations de Recherche CNRS sur le territoire :
 - o Institut de recherche énergie propulsion & Environnement (I-EPE avec CORIA, LCS, LOMC, LSPC, ABTE),
 - o Institut de recherche sur les matériaux avancés (IRMA avec CRISMAT, GPM, CIMAP),
 - o Normandie Mathématique (LMAH, LMI, LMNO, LMRS),
 - o Normastic (GREYC, LITIS)
- CEREMA Normandie-Centre.
- Fédération SF LOG (Le Havre) qui réunit des équipes issues de disciplines très diverses ayant toute la logistique comme champ d'application, incluant également une très forte activité de recherche (plus de 70 thèses soutenues, 10M€ de budget sur des projets scientifiques).
- Fédération nationale CNRS CIST (Collège international des sciences du territoire) incluant les laboratoires normands IDEES, CUREJ.
- Des laboratoires (UMR, EA) très impliqués sur les domaines de la mobilité :
 - o CORIA
 - o CUREJ
 - o GPM
 - o GREAH
 - o IDEES
 - o GREYC
 - o IRSEEM
 - o LINEACT
 - o LITIS
 - o LMAH
 - o LMI
 - o LMN
 - o LMNO
 - o LMRS
 - o NIMEC

Force des collaborations publiques-privées :

- PIA - Institut Carnot ESP (Énergie et Systèmes de Propulsion)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Chaire Agro-ressources et Matériaux biosourcés Normandie - AMBIOS (Ecotechnilin)
- Chaire Préparer l'Avenir pour Rendre les Moteurs Aéronautiques Propres et Efficaces - PERCEVAL (SAFRAN-INSA)
- Chaire industrielle " Nanoclean Energy : nano-catalyseurs pour une énergie plus propre" – ENSICAEN et TOTAL
- Chaire Véhicule autonome et connecté - VAC à l'INSA de Rouen
- Chaire industrielle "mécatronique automobile" avec Faurecia, l'ESIGELEC et CentraleSupélec
- SIMSEO (PIA, accompagnement des PME et ETI à l'usage de la simulation numérique et du calcul intensif) au CRIANN

Force de l'animation de réseau :

- Deux Territoires d'Innovation (PIA Territoire d'innovation Smart Port City et Rouen Mobilité intelligente)
- Pôle Mov'éo
- Pôle Nov@log
- Pôle TES (Transactions, Électroniques, Sécurisées)
- NAE (Normandie Aerospace), Normandie Énergie

Formation : (master et Ingénieur bac +5)

- Master Énergie (Université de Rouen, INSA Rouen, Université Le Havre)
- Master Sciences et Ingénierie des Données (Université de Rouen et INSA Rouen)
- Master Mathématique et Applications (Université de Rouen et INSA Rouen)
- Master Mathématique et Applications (Université Le Havre)
- Master Informatique (Université Le Havre)
- Master Chimie, parcours Catalyse, Environnement et Développement Durable (CEDD) (Université Caen Normandie)
- Formations proposées par l'INSA Rouen dans le cadre de la mobilité :
 - o Spécialité Energétique et Propulsion
 - o Spécialité Informatique et Traitement de l'Information
 - o Spécialité Génie Mathématique
- Formations proposées par l'ENSICAEN
 - o Électronique et Physique Appliquée
 - o Informatique
 - o Pétrochimie
- Formations proposées par l'ESIGELEC dans le cadre de la mobilité :
 - Dominante « Véhicule Autonome »
 - Dominante « Systèmes embarqués »
 - Dominante « Objets connectés »
 - Master international "Electronic Embedded systems"
- L'Institut Supérieur d'Études Logistiques (ISEL)
- L'École Nationale Supérieure Maritime (ENSM)
- L'Institut du Droit International des Transports (IDIT) avec le certificat de compétences en droit des transports et de la mobilité
- Université de Rouen Normandie avec le M2 Droit Douanier, des Transports et de la Logistique (associé au Laboratoire du Centre Universitaire Rouennais d'Études juridiques)

3.4.3 Principaux axes de développement

Urbanisation croissante, affectation de l'espace public, enjeux environnementaux et de santé publique, nouvelles mobilités, nouveaux usages, révolution digitale... La mobilité de demain doit être plus propre, plus économe, plus sûre, plus autonome et plus connectée. La question de la mobilité concerne dans cette spécialisation tout type de véhicules (trottinette, voiture, navette, train, bateau, avion et drone par exemple). En tenant compte de ces enjeux, la stratégie normande s'articule autour de domaines d'excellence dans lesquels la Normandie dispose de forces d'innovation remarquables et différenciantes.

L'ambition est de faire de la Normandie le territoire où s'expérimentent les mobilités de demain. Il s'agit également de renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense, automobile, aéronautique) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité. Aussi, quatre axes ont été définis : « performance des vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion », qui sont centrés sur les technologies liées aux moteurs, nacelles et carburants, « logistique efficiente et sécurisée » consacrée à la logistique des biens, « mobilités intelligentes et numériques » dédiées à la mobilité des personnes et enfin, l'axe « Electrification, électronisation et fiabilité des systèmes et des composants embarqués » qui vise à favoriser le déploiement d'une mobilité décarbonée fiable et efficiente prenant en compte l'infrastructure. Ces axes permettent ainsi de couvrir le continuum de l'innovation dans les mobilités, de la propulsion à la gestion du réseau.

Performance des vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion

Enjeux globaux à 10 ans : premiers émetteurs de gaz à effet de serre en France, les transports seraient responsables de 26 % des émissions de dioxyde de carbone en Europe, derrière l'agriculture (39 %) et devant l'habitat (19 %) et l'industrie (16 %). Le transport routier reste le mode de transport le plus émetteur : en France, la route serait responsable de 92 % des émissions de GES du secteur. Le transport routier est également le plus gros émetteur de polluants locaux. Ces émissions sont principalement causées par les motorisations thermiques qui utilisent en grande majorité des énergies carbone fossiles. L'enjeu pour les prochaines années est de diminuer la part des énergies carbone afin d'en limiter les impacts, tout en améliorant la performance.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Concevoir des motorisations à faibles émissions de gaz à effet de serre adaptées à tout type de véhicules tel que l'automobile, l'avion, le drone, le train ou le bateau
- Améliorer le rendement des systèmes énergétique de propulsion (hydrogène, bio-carburant, énergies fossiles, électrique...)
- Développer l'utilisation des motorisations électriques et hydrogène sur de longues distances
- Renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense, aéronautique, automobile) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité

Ambition à horizon 2027 : Faire de l'expertise normande en matière de systèmes de propulsion et de vecteurs d'énergie une référence mondiale pour le développement de mobilités bas-carbone.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Modéliser, simuler et optimiser la combustion pour la propulsion aéronautique, spatiale et terrestre
- Concevoir des systèmes de propulsion propres et efficaces pour la mobilité de demain
- Développer des méthodes numériques pour la simulation haute performance des systèmes de propulsion

- Développer de nouvelles technologies de combustion en optimisant l'efficacité des carburants et les impacts environnementaux
- Développer de nouveaux systèmes d'élimination des polluants émis de la combustion
- Proposer des modélisations novatrices pour la simulation aux grandes échelles des écoulements réactifs turbulents

Logistique efficiente et sécurisée

Enjeux globaux à 10 ans : avec le développement du e-commerce, les activités logistiques s'intensifient à l'échelle globale. Elles ne sont toutefois pas neutres pour l'environnement : pollution, bruit, encombrement... Avec le changement climatique, la logistique doit donc réinventer son modèle en intégrant de nouvelles méthodes et de nouvelles technologies afin de limiter ses impacts. Cet axe de développement s'inscrit dans la problématique suivante : comment répondre à des demandes de plus en plus fortes des consommateurs tout en limitant ces externalités négatives liées au transport de biens ?

L'innovation logistique résulte principalement de l'intégration de technologies qui rendent possibles l'évolution des processus et la mise en place de nouveaux modèles. Elle se nourrit des nouveaux modèles de production ou de distribution, d'opportunités de nouveaux services dont la mise en œuvre devient possible lorsque les technologies arrivent à un niveau de maturité adéquat et que le contexte juridique et réglementaire est en place (cf. blockchain). Ces technologies ont souvent été développées pour d'autres usages (réseaux de communications mobiles, objets connectés, blockchain) mais les opportunités qu'elles offrent peuvent les rendre éligibles aux cas d'usages logistiques dès lors que leurs caractéristiques à terme rendent possibles leur intégration (coût, fiabilité, robustesse) et que le modèle économique lié à leur usage est viable.

La logistique doit prendre en compte toutes les dimensions du développement durable (économique, sociétal/social, environnemental). L'amélioration de la compétitivité globale de la chaîne logistique sur l'ensemble du cycle de vie produit (jusqu'au déchet dans le cadre de l'économie circulaire), doit permettre de réduire les ressources logistiques mobilisées, limitant leur impact et optimisant leurs usages. Ainsi l'organisation et la circulation des flux sur les territoires, la logistique de distribution, notamment urbaine deviennent un enjeu majeur de développement durable, confrontées aux nouveaux usages (e-commerce, économie circulaire), aux modèles économiques et sociaux émergents (économie collaborative), aux nouvelles mobilités (mixité des déplacements personnes/marchandises), aux technologies numériques nomades et de localisation (smartphone et réseaux mobiles), au développement de la logistique retour (invendu, produits usagés, emballages), aux arbitrages des collectivités dans l'utilisation du foncier disponible ou partagé avec d'autres usages. Il existe plusieurs leviers permettant de répondre aux enjeux d'innovation comme le numérique, l'industrie 4.0, le traitement massif des données et l'intelligence artificielle ou encore les objets connectés et les technologies de l'information.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Optimiser la supply chain par l'utilisation du Big Data et de l'IA
- Intégrer les véhicules autonomes, robots et drones dans des chaînes logistiques multimodales
- Apporter des solutions plus économiques et moins impactantes pour la logistique du dernier kilomètre

Ambition à horizon 2027 : faire de la Normandie la plateforme logistique de référence en matière de logistique du futur en intégrant les innovations (blockchain, Big Data, Robotique, véhicules autonomes) au sein d'un des plus grands bassins de consommation d'Europe.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Proposer une approche "globale" de la modélisation et de l'optimisation des flux logistiques permettant d'articuler le transport international conteneurisé avec la production ou la redistribution à l'échelle locale
- Développer de nouveaux systèmes d'information portuaires pour sécuriser et fluidifier le passage portuaire des smart ports en accompagnement du déploiement des capteurs intelligents et de l'IoT
- Mettre en place une planification synchronomodale pour optimiser le transport multimodal à l'échelle d'un hinterland ou d'un corridor logistique tel que l'axe Seine
- Étudier la surveillance de sites logistiques par essaim de drones intégrant de l'IA pour la détection de situations critiques.
- Proposer une gouvernance multi-échelle des systèmes portuaires d'un territoire, articulant ports internationaux et ports secondaires
- Optimiser le feederling

Mobilité intelligente et numérique

Enjeux globaux à horizon 10 ans : l'essor du numérique bouleverse les mobilités, créant de nouveaux besoins et de nouveaux usages potentiellement source de conflits et de nuisances. Il y a donc un enjeu de recherche autour de ces nouvelles mobilités afin de mieux les comprendre et accompagner leur développement. C'est également une opportunité pour développer les territoires.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Passer l'échelle de démonstrateur au niveau des systèmes de transport intelligents (STI)
- Automatiser la conduite de manière sécurisée
- Développer des techniques de traitement de grandes masses de données issues de la mobilité numérique
- Modéliser les indicateurs associés aux performances d'un système de transport intelligent
- Mettre au point des méthodes d'apprentissage approfondies pour la surveillance de réseaux
- Développer des outils expérimentaux et de modélisation des nouveaux services apportés par l'infrastructure de transport
- Développer l'analyse comportementale de l'utilisateur de véhicules autonomes
- Concevoir des méthodologies d'évaluation d'un véhicule autonome
- Favoriser l'acceptation sociale de cette nouvelle mobilité (IHM, réalité augmentée, réalité virtuelle)

Ambition à horizon 2027 : faire de la Normandie un territoire d'expérimentation des nouvelles mobilités et usages liés au numérique.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Développer des outils de perception intelligente et de traitement de données massives issues de capteurs et GPS

- Modéliser, simuler et optimiser le trafic routier de l'échelle microscopique à l'échelle macroscopique, et développer des modèles prédictifs sur les données de trafic
- Améliorer la sécurité de la décision et de l'IA
- Développer l'association d'une approche technologique des mobilités (véhicules autonomes et connectés, voiture électrique et hydrogène) et d'une approche servicielle et d'usage incluant l'étude et l'évaluation des enjeux sociétaux (notamment l'appropriation sociétale du projet et les politiques publiques territoriales)
- Étudier le couplage de masses de données simulées et réelles, optimiser leurs acquisitions et modéliser leurs traitements
- Développer la navigation et la communication intelligente inter-véhicules-infrastructures

Electrification, électronique et fiabilité des systèmes et des composants embarqués

Enjeux globaux à horizon 10 ans : La fiabilité des systèmes embarqués est clé pour le développement des transports et des mobilités. Ces ordinateurs qui contrôlent avions, trains ou voitures, jouent aujourd'hui un rôle crucial. La moindre défaillance peut entraîner de nombreuses conséquences indésirables : des incidents récents comme le décrochage de l'Airbus A 330 de la compagnie aérienne Quantas après son décollage en Australie, le déclenchement intempestif de l'airbag de la voiture V70 de Volvo ou encore les pannes du régulateur de vitesses de différents modèles de voitures (Renault, Toyota, etc.) rappellent les risques encourus lorsque ces équipements connaissent des ratés. La fiabilité de ces systèmes est donc un enjeu clé pour le développement des mobilités du futur.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Améliorer les connaissances et les moyens d'investigation sur les matériaux « électriques » et les composants
- Concevoir des systèmes électroniques de puissance embarqués (véhicule) et stationnaires (infrastructure) à faible consommation d'énergie
- Miniaturiser les systèmes, connectiques et packaging
- Concevoir des solutions de pilotage intelligent des systèmes embarqués
- Développer des solutions thermiques miniaturisées et intégrées
- Améliorer les outils de simulation pour prédire les risques de défaillances
- Renforcer les synergies avec les secteurs de pointe (spatial, défense...) afin de faciliter le transfert de connaissance, technologies vers la mobilité

Ambition à horizon 2027 : Conforter la Normandie en tant que référent de la Fiabilité au plan National et de la porter au niveau Européen

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Améliorer la performance des systèmes et la sécurité des utilisateurs dans les secteurs de l'automobile, du spatial et de l'aéronautique

3.5 Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Dans le cadre du **programme européen EU4Health** qui vise notamment à :
Renforcer la position de l'Europe en matière de santé.
Adopter des pratiques pour une meilleure santé et un meilleur bien-être des citoyens



Dans le cadre de la **Stratégie Nationale de Santé 2018-2022 (SNS)** qui vise à répondre aux grands défis que rencontre notre système de santé, notamment ceux identifiés par le rapport du Haut Conseil de la santé publique :

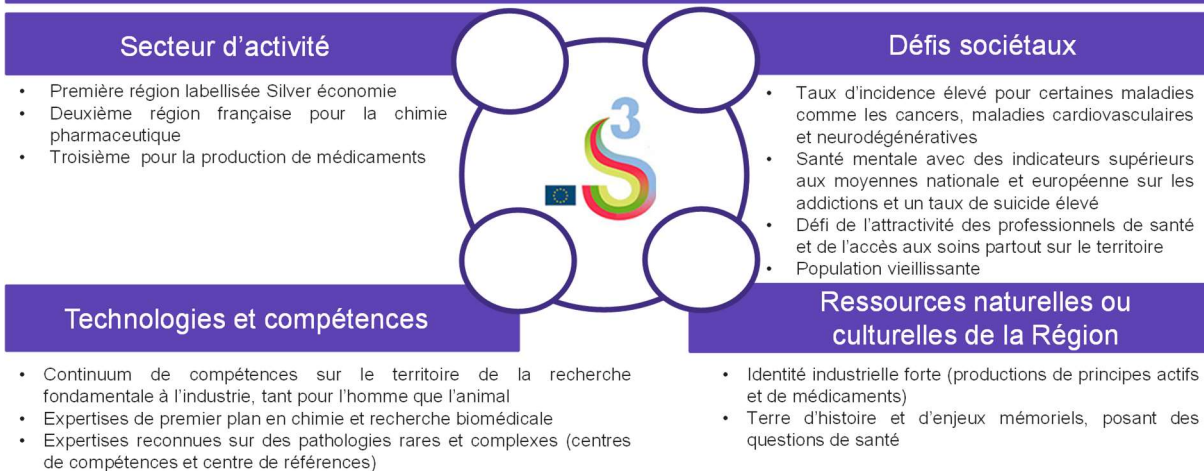
- les risques sanitaires liés à l'augmentation prévisible de l'exposition aux polluants et aux toxiques ;
- L'exposition de la population aux risques infectieux ;
- les maladies chroniques et leurs conséquences ;
- l'adaptation du système de santé aux enjeux démographiques, épidémiologies et sociétaux.



Réponse aux **enjeux centraux** du territoire en matière de santé :

- Renforcer la recherche pour répondre aux enjeux de santé du territoire
- Accélérer le développement de nouvelles pratiques diagnostic et thérapeutique plus personnalisées

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND



Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

AMBITION POUR LA PERIODE 2021-2027

Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale

Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques
<p align="center">- 1 - Chimie au service de l'innovation thérapeutique et diagnostique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Développer des solutions thérapeutiques plus ciblées et personnalisées • Accélérer leur développement • Réduire l'impact environnemental des procédés chimiques • Garantir un accès de la population à des médicaments stratégiques 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouvoir assurer la conception, le développement et le scale-up de molécules toujours plus complexes (médicaments de synthèse, biomédicaments, anticorps monoclonaux, nanomédicaments, alternatives aux antibiotiques...) • Soutenir le développement de technologies diagnostiques plus spécifiques et personnalisées (radiopharmaceutiques, sondes multimodales) • Elaboration de biomatériaux pour la santé plus performants • Développer des méthodologies de synthèse innovantes (ex : chimie en flux, nouvelles méthodes d'activation, bioproduction) • Développer des procédés plus écoresponsables • Renforcer les tests cellulaires pour la caractérisation des effets biologiques des molécules produites • Renforcer la conception rationnelle et le criblage de molécules peptidiques à visée pharmacologique, thérapeutique et/ou diagnostique <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Soutenir et sécuriser les tissus de production nationaux, en particulier pour des principes actifs stratégiques
<p align="center">- 2 - Innovation en recherche biomédicale, en lien avec les enjeux de santé publique normands</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la recherche translationnelle • Valider aux plans préclinique et clinique de nouvelles thérapies ciblées • Déployer plus largement des approches personnalisées, adaptées au profil des patients 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mieux comprendre les mécanismes de maladies cardio-neurovasculaires, neurodégénératives, neuro-endocrines, digestives, infectieuses et cancéreuses et identifier de nouveaux biomarqueurs et cibles thérapeutiques • Développer de nouvelles stratégies personnalisées, ciblées et sécurisées contre ces maladies (incluant biothérapies, médecine génomique, médecine nucléaire, radiothérapie, hadronthérapie, alternatives/adjuvants aux antibiotiques) • Développer le suivi longitudinal de cohortes et évaluer la qualité des soins • Anticiper les crises sanitaires et identifier et contrôler leurs impacts <p><u>Enjeu économique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Maîtriser les coûts de santé en ajustant la qualité du soin • Capitaliser sur les savoirs pour accroître l'attractivité et créer de la valeur
<p align="center">- 3 - Technologies et numérique appliqués à la santé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Développer des solutions plus ciblées vers une médecine personnalisée • Accélérer leur développement, en mettant notamment le numérique au service de la recherche translationnelle • Garantir un accès à des soins partout sur le territoire • Permettre une utilisation vertueuse et rassurante du numérique et des données de santé (sécurisée, contrôlée, non intrusive) • Fournir des outils pour les professionnels de santé 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer les technologies d'imagerie ciblée et intelligente (sondes multimodales, approches théranostiques, recalage, segmentation, classification pour l'imagerie médicale) • Développer les applications du big data et de l'intelligence artificielle en santé, en s'appuyant sur la bioinformatique et les mathématiques • Garantir la sécurisation et fiabilisation des données de santé • Développer les applications de la robotique <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Développer des dispositifs médicaux embarqués • Développer les réseaux de télémédecine et leur accès au plus grand nombre
<p align="center">- 4 - Approches One Health</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aborder la santé humaine et animale par une approche unique (<i>one health</i>) • Modéliser la pathologie humaine et animale • Innover en santé équine 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mieux comprendre les interactions homme – animal • Décrypter les interactions hôtes-microbiotes • Développer les approches de recherche comparée • Développer une médecine de précision pour le cheval • Développer une recherche préclinique éthique et efficiente <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Soutenir l'économie de la filière équine

<p>- 5 - Santé, bien-être et résilience</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Optimiser le bien être et la prise en charge non médicamenteuse des patients pour favoriser leur guérison • mettre en place des outils d'interventions psychosociaux, de gestion des risques et de résilience • Promouvoir une cosmétique personnalisée • Renforcer la médecine de prévention et la sécurité sanitaire des populations 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Favoriser l'accompagnement cognitif et social et comprendre les mécanismes de mémoire et de résilience (conséquences de trauma, troubles de stress post-traumatique) • Développer et valider des approches de soin non-médicamenteuses (prise en charge du vieillissement cognitif, remédiation par l'activité physique, modulation des microbiotes, numérique, domotique...) • Associer les approches psycho-sociales et interventionnelles en santé mentale (schizophrénie, addictions) • Promouvoir l'accès à des soins de qualité et à des produits de santé, de cosmétique et de bien-être sécurisés <p><u>Enjeu économique :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Soutenir et développer la filière cosmétique et pharmaceutique en Normandie • Limiter les coûts de santé liés au vieillissement des populations, de la santé mentale (addictions, stress post-traumatique) et des risques sanitaires à travers une stratégie de prévention
--	---	--

La décennie à venir devrait être une période d'évolutions et de ruptures profondes pour le secteur de la santé. D'une part, la médecine 5P (personnalisée, préventive, prédictive, participative et de preuves), en émergence, pourrait s'affirmer comme le paradigme dominant dans la recherche comme dans les soins. Centrée sur le patient et ses caractéristiques spécifiques, appuyée sur le digital, elle semble de fait une approche incontournable et prometteuse, prenant la suite d'une médecine curative collective encore largement dominante. De même, la cosmétique personnalisée est engagée dans une démarche scientifique et une exigence de sécurité aux limites des critères pharmaceutiques et médicaux.

D'autre part, les situations d'urgence sanitaire provoquées à un niveau mondial par la crise COVID-19 ont mis en lumière des enjeux forts en matière de sécurité sanitaire en France : lutte contre la pénurie de traitements aux infections (pandémie, antibiorésistance), de matériels médicaux et de médicaments, accessibilité des soins sur tous les territoires, renforcement des liens ville-hôpital... Pour y répondre, le COVID-19 constitue de fait un puissant catalyseur pour des dynamiques industrielles et technologiques déjà à l'œuvre, ou globalement souhaitées par les acteurs de la santé. Parmi ces dynamiques, la recherche de nouveaux traitements contre les maladies infectieuses, le développement de la télémédecine, les stratégies industrielles et politiques publiques de relocalisation de productions stratégiques et les logiques d'accélération de la recherche biomédicale occupent les premières places. Par ailleurs, les crises sanitaires telles le COVID-19 illustrent la pertinence d'approches « One Health », défendues notamment par l'Organisation Mondiale de la Santé, et liant étroitement santé humaine et animale.

A travers sa stratégie d'innovation 2021-2027, la Normandie souhaite ainsi contribuer à diffuser une médecine 5P tout en cherchant à accélérer l'innovation pour répondre à la situation présente. En cohérence avec les cadres stratégiques et réglementaires fixés à un niveau français et européen, l'échelle régionale constitue un niveau d'intervention pertinent quand on considère la dimension territoriale de sujets tels que la télémédecine ou la structuration d'un lien fort entre les travaux issus des laboratoires, les essais cliniques et le transfert aux soins.

La Normandie bénéficie pour cela d'un continuum inédit allant de la recherche fondamentale à la production industrielle, en passant par la recherche translationnelle, pré-clinique et clinique et la santé animale. En 2018, la Normandie possédait un indice de spécialisation de 1,4 en recherche médicale

académique par rapport au reste du monde¹², supérieur de 0,3 points à la France dans son ensemble. L'impact des publications en recherche médicale affiche par ailleurs une rapide progression entre 2014 et 2018 (+ 0,1 point). Par ailleurs, le nombre de contrats entre les équipes de recherche académiques en lien avec la santé et le bien-être¹³ de Normandie Université (NU) et des industriels s'élevait à plus de 100 en mars 2020, auxquels il faut ajouter une proportion significative des 650 contrats en chimie. Si l'on y intègre les contrats ne passant par Normandie Université, ces chiffres sont encore plus significatifs. Ce continuum constitue une force pour accélérer la mise sur le marché de nouvelles solutions diagnostiques et thérapeutiques.

La Normandie comprend par ailleurs 2 CHU, qui sont des acteurs essentiels dans le domaine de la santé, de l'enseignement et de la recherche. Le CHU de Rouen se positionne parmi les 15 plus importants CHU français en termes d'activités et il est le 1^{er} employeur de la Région Normandie (plus de 10 000 employés). Il dispose d'une expertise reconnue internationalement en dermatologie, sur la thématique des maladies bulleuses et du mélanome.

La recherche fondamentale, translationnelle et clinique normande dispose de forces souvent reconnues à un niveau national voire international pour **certaines maladies comme les cancers, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives**. Si un rayonnement global est visé, les thématiques de recherche des acteurs régionaux sont en **étroite cohérence avec les besoins de santé de la population normande** :

- La région est parmi les territoires les plus touchés par les maladies cardiovasculaires, et mène ainsi une recherche active en cardiologie (ex : traitement des troubles du rythme cardiaque) ou chirurgie thoracique.
- Avec près de 9 000 décès par an, la Normandie affiche une surmortalité du cancer par rapport au reste de la France (+9% chez l'homme, +4% chez la femme), avec une sur-incidence de cancers liés à la consommation d'alcool ou de tabac. La région a développé en conséquence des expertises de premier plan en chirurgie et oncologie digestive (représentant 4 PHRC au CHU de Rouen à titre illustratif).
- Enfin, avec un vieillissement démographique rapide ces 20 dernières années, la région est de plus en plus exposée aux maladies neurodégénératives. Ces maladies constituent un axe de travail central pour les forces hospitalo-universitaires normandes.

Sur le plan économique, les forces sont également conséquentes :

- Deuxième région française pour la chimie pharmaceutique, troisième pour la production de médicaments, la Normandie est un territoire d'excellence en matière de production en santé (médicaments et dispositifs médicaux) et de recherche fondamentale de niveau mondial. Une caractéristique due à une longue tradition d'industrie et d'innovation dans des domaines comme les molécules à haute valeur ajoutée, les neurosciences ou les applications médicales du nucléaire (imagerie médicale, radiothérapie) notamment en oncologie.
- La cosmétique est un secteur lourd de l'économie normande avec un chiffre d'affaire de 7 milliards d'euros par an.
- La Normandie a été la première région labellisée Silver Région, octroyé par l'Etat. Ce label récompense le dynamisme régional dans le secteur de la Silver Economie.

¹² La spécialisation scientifique d'un acteur dans une discipline est définie par la part de la discipline dans les publications de l'acteur, normalisée par la part de la discipline dans les publications mondiales. Plus l'indice de spécialisation est au-dessus de 1 (valeur neutre de l'indice), plus l'acteur est dit « spécialisé » dans la discipline considérée.

¹³ Ces départements sont les suivants : Biologie cellulaire, imagerie, biologie moléculaire, biochimie, génomique, biologie systémique, développement, biologie structurale ; microbiologie, virologie, immunité ; Neurosciences ; Physiologie, physiopathologie, cardiologie, pharmacologie, endocrinologie, cancer, technologies médicales ; Santé publique, épidémiologie, recherche clinique.

- La Normandie est enfin la 1^{ère} région équine de France, avec des compétences et infrastructures de rayonnement mondial en santé équine concentrées principalement autour des plateformes de Normandie Equine Vallée (Goustranville et St Contest).

Sur la période de la future S3, l'enjeu est avant tout de construire et multiplier les synergies entre les différentes compétences et filières présentes sur le territoire à travers des projets innovants en commun, au service d'une médecine 5P pour l'homme et l'animal.

3.5.1 Tissu économique

L'industrie de la santé en Normandie compte 30 000 salariés, répartis dans 180 entreprises et 215 startups.

Ces acteurs économiques sont de différents types : laboratoires pharmaceutiques, biotech et medtech, façonniers chimiques ou encore les acteurs de la nutrition santé.

La filière pharmacie emploi à elle seule 9 750 salariées en Normandie (3^e Région de France dans ce secteur). Les industriels de la pharmacie sont concentrés sur 4 principaux bassins : Val-de-Reuil (4 750 emplois), Rouen (2 750 emplois), Évreux (1 500 emplois) et Caen (850 emplois). Environ 180 industriels sont présents, dont quatre groupes pharmaceutiques leaders mondiaux : Sanofi (Évreux, Lisieux, Le Trait et Val-de-Reuil), Glaxo Smith Kline (Évreux), Johnson & Johnson (Val-de-Reuil), MSD Santé animale (Igoville).

La filière cosmétique Normande regroupe quant à elle plus de 250 entreprises pour 16 000 salariés avec des groupes fortement investis en R&D tels que Johnson & Johnson (Val de Reuil) ou Baxter (Laboratoires Gilbert, Hérouville St Clair).

Les démarches de valorisation de la recherche vers le marché sont dynamiques. Voici quelques exemples de startups issues des laboratoires du territoire Normand : Chemforase, VFP Therapies, TF-Chem,, Synthe Nova, Op2lysis, Bodycap, Ophtimalia, Evamed, loop de science, Holodiag, Holopharm, Omicx ou encore SG2CR Concept.

La force de ce tissu économique et industriel trouve toute sa pertinence dans le contexte de relocalisation industrielle de produits stratégiques de santé mis à l'agenda du Conseil stratégique des industries de santé (CSIS), qui réunit les pouvoirs publics et organisations représentatives.

La filière équine représente enfin un des atouts majeurs de la Normandie, peu délocalisable, à fort impact social, économique et touristique avec 18 000 emplois, 6 500 entreprises et 1,3 milliards d'euros de chiffre d'affaires annuel pour 5 200 élevages et plus de 125 000 équidés.

3.5.2 Forces d'innovation remarquables

Force de la recherche académique :

- Organisation de la recherche Normande autour de 5 pôles, dont Chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être (CBSB), mais aussi Pôles Énergies, Propulsion, Matière, Matériaux (EP2M), Humanités, Culture, Sociétés (HCS), Sciences du Numérique (SN)
- Deux Labex (IRON et SYNORG)
- Deux Equipex (MATRICE et EQUIP@MESO)
- Une TGIR – Très Grande Infrastructure de Recherche : le GANIL, Grand Accélérateur National d'Ions Lourds
- Fédération INC3M (Institut Normand de Chimie Moléculaire, Médicinale et Macromoléculaire)
- Fédération de recherche Sécurité Sanitaire, bien-être, Aliment durable (SESAD)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- GIP Cyceron réunissant les 3 organismes nationaux de recherche (CNRS/CEA/INSERM) autour notamment des neurosciences et de l'imagerie
- Un GIP Labéo...
- Un GIS INSERM (Blood and Brain @ Caen Normandie)
- Un GIS en Santé Equine (GIS Centaure)
- Une Chaire de recherche et d'enseignement en Intelligence artificielle (projet DEEP-VISION, porté par le GREYC)

Force des collaborations publiques-privées

- Deux Instituts Carnot I2C (Innovation Chimie Carnot) et CALYM (Consortium pour l'accélération de l'innovation et de son transfert dans le domaine du lymphome) ; tous deux membres de la filière Carnot FINDMED (Filière Industrie du Médicament) qui réunit 18 Instituts Carnot en Santé.
- Six Labcoms : SEASIDE (Algaia-Glyco-MEV), JANSSEN-COBRA, CrisOrg (HOLODIAG-COBRA), C2MC (TOTAL-COBRA à mettre dans Industrie), IDECHEM (ORIL-COBRA), CWD-VetLab
- Une plateforme technologique labellisée PFT (GIP Normandie Sécurité Sanitaire N2S)
- Un Campus International du Cheval Normandie Equine Vallée
- Une marque internationale Strok@lliance sur les AVC
- Incubateur de Normandie
- Une plateforme technologique labellisée PFT (GIP Normandie Sécurité Sanitaire N2S).
- La plateforme d'innovation Cosmetomics

Force de l'animation de réseau :

- Un cluster présent en Normandie dédié à la santé : Polepharma
- Pôles de compétitivité présents en Normandie avec une activité stratégique dans la santé : TES/Image et réseaux, Nucleopolis, Valorial, Hippolia, Cosmetic Valley (dont le domaine d'action stratégique "sécurité, sureté des produits cosmétiques" est spécifique à la Normandie)
- Réseau Rouen Innovation Santé
- Normandie E-santé
- Fédération de recherche SéSAD (Sécurité Sanitaire et Aliments Durables)
- Campus Santé Rouen Normandie qui associe autour du CHU de Rouen, de l'Université et du CLCC Henri Becquerel l'ensemble des acteurs du domaine de l'enseignement supérieur, des soins et de la recherche en santé pour l'ensemble de l'agglomération rouennaise

Autres éléments remarquables :

- Une École Universitaire de Recherche - EUR (XL CHEM)
- Un RHU (STOP-AS)
- Trois fédérations Hospitalo-universitaires (FHU) dont deux portées par des équipes normandes (NGP & REMOD-VHF), et 3 Réseaux Hospitalo-Universitaires en porteur dont 1 porté en Normandie (RHU STOP-AS, Marvellous, Booster)
- Une Chimiothèque fédérant les collections normandes (Normandy Chemical Library)
- Une UMS (Cycéron) et 6 plateformes labellisées IBISA (PRIMACEN, PISSARO, SCAC, ESRP, IMPEDANCELL, PLATIN)
- Un Centre d'Investigation Clinique (CIC Inserm 1404)

- Participation des CHU de Caen et de Rouen au GCS G4 qui réunit les CHU de Lille, Amiens, Caen et Rouen autour de projets communs, tout particulièrement en matière de recherche. Au sein du G4, le CHU de Rouen est porteur de deux Réseaux d'Investigation Clinique (RIC) :
 - o RIC gynécologie-obstétrique. Expertise des équipes de Rouen notamment sur la médecine interventionnelle fœtale, Endométriose profonde (centre expert), centre de pelvipérinéologie
 - o RIC pédiatrie-néonatalogie : Centre de ressources Autisme, Pédopsychiatrie (PHRC-N) et Centre de compétence maladies héréditaires, maladies neuromusculaires
- Une marque régionale commune pour communiquer sur les industries normandes de la santé en France et à l'étranger : Normandie Santé, coordonnée par l'Agence de Développement pour la Normandie

3.5.3 Principaux axes de développement

La stratégie de spécialisation intelligente de la Région Normandie se décline autour de cinq axes de développement qui expriment le continuum de compétences présent sur le territoire. Le premier axe est centré sur la chimie appliquée à la santé et au bien-être, dans laquelle la Normandie dispose d'une expertise reconnue internationalement. Le second axe porte sur l'apport des technologies et du numérique au service de la santé, pour laquelle la Normandie dispose de savoir-faire et d'équipement reconnus notamment en imagerie et nucléaire appliqué à la santé. Le troisième axe vise à développer la recherche biomédicale, dans laquelle la Normandie dispose de plusieurs forces de recherche remarquables. Le quatrième axe est lui aussi orienté vers une spécificité normande. Région d'élevage, mais également 1^{ère} région équestre de France, l'axe de spécialisation *One Health* vise à développer et promouvoir les travaux s'inscrivant dans ce paradigme. Le dernier axe porte sur le développement d'approches de prévention, en faveur du bien-être et de la résilience.

Chimie au service de l'innovation thérapeutique et diagnostique

Enjeux globaux à 10 ans : à la base du développement de nouveaux médicaments et dispositifs médicaux, la chimie est au défi d'accompagner l'émergence de solutions thérapeutiques plus ciblées pour les patients, dans une logique de médecine 5P.

L'accessibilité plus rapide et facile de ces solutions par les patients repose par ailleurs sur la capacité de l'industrie à conserver des circuits de production de proximité et à accélérer l'innovation, dans les limites du cadre réglementaire fixé aujourd'hui dans la santé. La crise du COVID-19 a en effet montré l'importance d'avoir accès rapidement et efficacement aux innovations dans le champ du diagnostic et du médicament.

Par ailleurs, l'industrie chimique est au cœur des démarches de développement durable et d'économie circulaire. Elle sera plus que jamais la clé pour réduire l'empreinte carbone des industries, limiter les déchets et substances dangereuses et trouver des alternatives renouvelables.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Pouvoir assurer la conception, le développement et le scale-up de molécules toujours plus complexes (médicaments de synthèse, biomédicaments, anticorps monoclonaux, nanomédicaments, alternatives aux antibiotiques...)
- Soutenir le développement de technologies diagnostiques plus spécifiques et personnalisées (radiopharmaceutiques, sondes multimodales)
- Elaboration de biomatériaux pour la santé plus performants
- Développer des méthodologies de synthèse innovantes (ex : chimie en flux, nouvelles méthodes d'activation, bioproduction)
- Développer des procédés plus écoresponsables

- Renforcer les tests cellulaires pour la caractérisation des effets biologiques des molécules produites
- Renforcer la conception rationnelle et criblage de molécules peptidiques à visée pharmacologique, thérapeutique et/ou diagnostique

Ambition à horizon 2027 : Conforter la position de la Normandie parmi les leaders de la chimie appliquée à la santé en France.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- **Accélérer l'innovation en chimie de synthèse & intensification des procédés :**
Faciliter l'accès à des architectures moléculaires inédites d'intérêt pharmaceutique en capitalisant sur l'expertise en synthèse et catalyse du Labex Synorg et sur les avancées technologiques récentes dans plusieurs domaines tels que la photochimie, l'électrosynthèse et la microfluidique devant permettre de réduire les coûts et l'empreinte écologique des procédés de fabrication.
Développer des solutions pérennes d'accès à des molécules avancées ayant un fort impact sur la santé (valorisation de CO₂, des déchets, utilisation des ressources renouvelables, des biomatériaux, et exploration de la chimie du végétal...)
Amplifier la recherche de nouvelles plateformes chimiques pour la pharmacomodulation
- **Drug Discovery (design et repositionnement) et Drug delivery (vectorisation et dispositifs médicaux) :** développer une recherche translationnelle de la molécule au médicament, des biomatériaux aux dispositifs médicaux, de la paillasse à la clinique
- **Production de biomédicaments incluant mAbs et outils de bioconjugaison chimique :**
Optimiser un système disruptif de bioproduction, les microalgues pour la production d'anticorps monoclonaux anti-cancéreux et anti-viraux
Développer des méthodes analytiques dont approches multi-omiques sensibles et performantes pour la caractérisation de principes actifs y compris médicaments complexes comme les biomédicaments (modifications post-traductionnelles)
Développer des outils innovants de bioconjugaison chimiques et biocompatibles en chemobiologie
Identifier de nouveaux biomarqueurs
- **Imagerie et théranostic :**
Développer de nouveaux fluorophores
Concevoir des sondes fluorescentes et IRM
Explorer de nouvelles approches de radiomarquage (C-11, F-18, Ga-68, Tc-99m, 125I, I-123, I-125, I-131, At-211, Cu-64) et synthétiser de nouveaux radiotraceurs (TEP, TEMP)
Produire des radioisotopes et des radiopharmaceutiques innovants pour l'imagerie TEP et la radiothérapie

Innovation en recherche biomédicale, en lien avec les enjeux de santé publique normands

Enjeux globaux à 10 ans : l'essor d'une médecine 5P repose sur l'innovation en recherche biomédicale : mieux comprendre les pathologies, leurs mécanismes, et développer des réponses personnalisées et validées cliniquement – un véritable enjeu étant donné la diversité des profils des patients. La capacité à développer une recherche translationnelle efficace et valorisable, à monter des cohortes sur le territoire en lien avec les enjeux de santé publique et à inscrire les équipes de recherche dans les appels à projets et dynamiques français et européens, seront autant d'enjeux clés pour les territoires dans les années à venir.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Mieux comprendre les mécanismes de maladies cardio-neurovasculaires, neurodégénératives, neuro-endocrines, digestives, infectieuses et cancéreuses et identifier de nouveaux biomarqueurs et cibles thérapeutiques
- Développer de nouvelles stratégies personnalisées, ciblées et sécurisées contre ces maladies (incluant biothérapies, médecine génomique, médecine nucléaire, radiothérapie, hadronthérapie, alternatives/adjuvants antimicrobiens)
- Développer le suivi longitudinal de cohortes et évaluer la qualité des soins
- Anticiper les crises sanitaires liées à des agents infectieux ou des facteurs exogènes et identifier et contrôler leurs impacts

Ambition à horizon 2027 : Affirmer un rayonnement international de la force d'innovation biomédicale normande au bénéfice de son économie, du patient et à des coûts maîtrisés.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Fédérer les campus normands actifs en santé et favoriser les politiques de sites « recherches fondamentales/recherches appliquées »
- Accroître l'attractivité par une démarche d'excellence des instituts et fédérations visibles
- Faire émerger des outils uniques en France ou en Europe
- Favoriser la création de valeur et l'implantation d'entreprises par un transfert technologique accru et une formation professionnalisante

Technologies et numérique appliqués à la santé

Enjeux globaux à 10 ans : le développement d'une médecine personnalisée passe notamment par des supports technologiques et digitaux adéquats. Ces supports permettront de plus en plus d'accélérer le développement de nouvelles solutions thérapeutiques, avec par exemple l'utilisation des données massives au service de la recherche translationnelle. Elles contribueront par ailleurs à des soins accessibles partout sur le territoire, avec les solutions de télémédecine.

L'un des enjeux sociétaux clés est toutefois que ce rôle renforcé des technologies (notamment en termes de diagnostic et thérapies innovantes à l'instar de l'imagerie et du nucléaire appliqué à la santé) et du numérique se fasse dans le cadre d'une utilisation vertueuse et rassurante, c'est-à-dire sécurisée, contrôlée et non intrusive pour le patient et citoyen.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Développer les technologies d'imagerie ciblée et intelligente (sondes multimodales, approches théranostiques, traitement et analyse des images pour l'imagerie biologique/biomédicale : recalage, segmentation, déconvolution, modélisation, automatisation, classification...)
- Développer les applications du big data et de l'intelligence artificielle en santé, en s'appuyant sur la bioinformatique et les mathématiques
- Garantir la sécurisation et fiabilisation des données de santé
- Développer les applications de la robotique

Ambition à horizon 2027 : Structurer un tissu fort d'innovation dans les technologies et le numérique au service de la santé en Normandie.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Renforcer le continuum technologique dans le domaine de l'imagerie biologique et biomédicale (I2B) afin de couvrir de manière complémentaire les résolutions spatiales, temporelles, spectrales, et de durée de vie, nécessaires pour répondre aux problématiques *in vitro*, *ex vivo* et *in vivo* des projets scientifiques développés sur le territoire
- Créer une coordination régionale des forces de l'imagerie biologique et biomédicale (I2B) afin d'accroître le caractère différenciant et la visibilité de la Normandie et de rejoindre les infrastructures nationales telles que France Bio-Imaging (FBI) et France Life Imaging (FLI)
- Développer l'apport de machine learning / intelligence artificielle pour l'analyse des images produites
- Développer des modèles dits 3D (organoïdes...) pour la recherche de précision de nouveaux traitements
- Renforcer les interactions avec les équipementiers dans le développement de dispositifs médicaux pharmaceutiques et embarqués

Approches One Health

Enjeux globaux à 10 ans : les approches de santé publique One Health (« une seule santé »), promouvant une approche intégrée entre la santé humaine, la santé animale et la santé de l'environnement, s'affirment comme de plus en plus pertinentes. À titre d'exemple, la crise du COVID-19 a montré la nécessité de développer de nouvelles méthodes afin de prévenir et limiter des risques de zoonose, une maladie infectieuse des animaux vertébrés transmissible à l'être humain. Une meilleure compréhension des interactions entre la santé animale et humaine en constitue une dimension clé à horizon de 10 ans.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Développer des approches de recherche comparées Homme-animal
- Faire progresser en synergie santé humaine et santé équine
- Combattre le risque infectieux
- Décrypter et moduler les interactions hôtes-microbiotes
- Développer une médecine de précision pour le cheval

Ambition à horizon 2027 : Développer en Normandie une recherche innovante en santé humaine basée sur les interactions santé humaine – santé animale et positionner la Normandie comme leader international de la recherche en santé équine.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Développer des nouveaux modèles expérimentaux multi-espèces à des fins thérapeutiques et préventives (rongeurs, bovins, primates, équin) physiologiques, physio-pathologiques et comportementaux, innovants, longitudinaux et prédictifs notamment dans les domaines de recherche en Santé forts en Normandie : oncologie, neurologie, pathologies digestives, maladies infectieuses, pathologies articulaires
- Expérimenter des méthodes alternatives ou non invasives : 3D bioprint, organoïdes sains et tumoraux, imagerie

Enjeux globaux à 10 ans : il s'agit d'optimiser le bien-être et la prise en charge non médicamenteuse des patients pour favoriser leur guérison, de mettre en place des outils d'interventions psycho-sociaux, de gestion des risques et de résilience. Il s'agira également de promouvoir une cosmétique personnalisée et de renforcer la médecine de prévention et la sécurité sanitaire des populations. Il est attendu à 10 ans des retombées économiques et de renouvellement des pratiques cliniques majeures en médecine de prévention et de prise en charge (schizophrénie, maladies neuro-dégénératives, addictions, oncologie, sommeil et vieillissement...) avec le déploiement d'interventions non-médicamenteuses scientifiquement validées (thérapies cognitivo-comportementales, méditation, musicothérapie, équithérapie, soins cosmétiques, probiotiques, activité physique, réalité virtuelle...). Les approches psycho-sociales du soin permettront d'anticiper les crises sanitaires et de mettre en place des outils de gestion des risques et de résilience.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Favoriser l'accompagnement cognitif et social et comprendre les mécanismes de mémoire et de résilience (conséquences de trauma, troubles de stress post-traumatique)
- Développer et valider des approches de soin non-médicamenteuses (prise en charge du vieillissement cognitif, remédiation par l'activité physique, modulation des microbiotes, numérique, domotique...)
- Associer les approches psycho-sociales et interventionnelles en santé mentale (schizophrénie, addictions)
- Promouvoir l'accès à des soins de qualité et à des produits de santé, de cosmétique et de bien-être sécurisés

Ambition à horizon 2027 : Être force d'innovation et positionner la Normandie comme leader international dans l'identification, la compréhension et le contrôle des risques sanitaires émergents et du bien-être. Cette ambition comprend également le transfert d'approches validées en recherche vers la clinique courante (médecins généralistes et spécialistes), mais aussi par tous les soignants paramédicaux (psychologues, orthophonistes, psychomotriciens...) dont l'approche non-médicamenteuse du soin constitue leur cœur de métier

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Accroître la visibilité des travaux de recherche académique et technologiques réalisés sur le territoire normand dans le cadre de la sécurité sanitaire, du bien-être et des politiques de prévention
- Valider scientifiquement des interventions psycho-sociales accroissant la synergie des acteurs de la santé et des sciences humaines.
- Concrétiser la structuration d'un réseau de laboratoires à l'échelle régionale, dont les recherches s'inscrivent dans les différentes disciplines de la sécurité sanitaire et du bien-être (transfert de la recherche à la clinique courante et aux approches de prévention et de bien-être)
- Développer de nouvelles cibles thérapeutiques et stratégies innovantes à l'interface des secteurs de la santé, du numérique et de la culture
- Développer des formations universitaires d'interfaces (santé, SHS, numérique, culture et tourisme...) concernant les interventions non-médicamenteuses et de prévention

3.6 Faire de la Normandie un territoire résilient en matière de maîtrise des risques (Domaine de spécialisation émergent)

Synthèse

ENJEUX ET CADRE STRATEGIQUE



Contribution à l'amélioration des pratiques de gestion des risques industriels majeurs définie dans le cadre de la **directive Seveso**.
Contribution dans le cadre des directives de prévention des risques naturels (inondation, changement climatique, etc) et du **programme rescEU**. DCE DCSMM, IED
Contribution au Green Deal (Restauration de la biodiversité, Ambition Zero polluant)



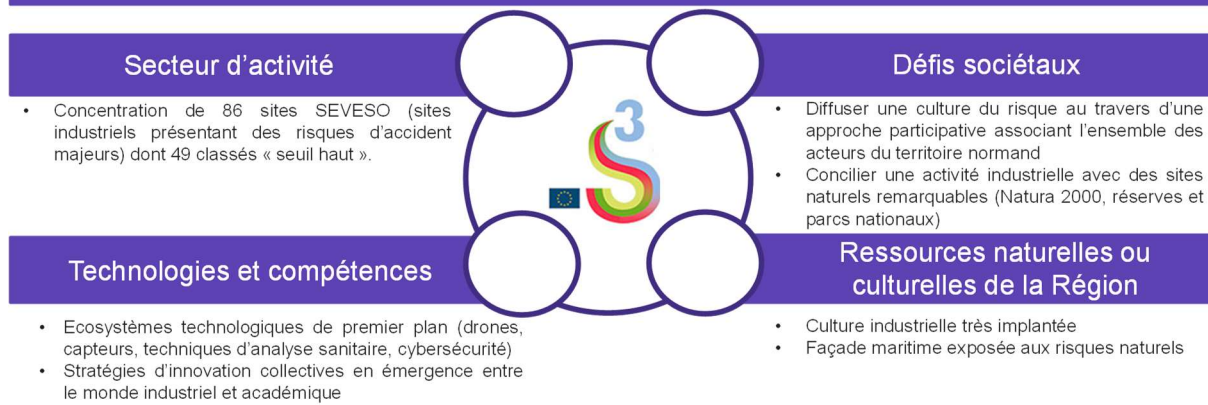
Inscription dans le cadre des **plans de prévention des risques** et du **dispositif ORSEC** (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile). loi sur l'eau, l'air et ICPE



Réponse aux **enjeux centraux** du territoire en matière de gestion des risques :

- Améliorer les pratiques et outils de prévention et maîtrise des risques sur un territoire fortement soumis aux risques naturels, technologiques, sanitaires et sociaux
- Mieux informer les populations sur les risques et diffuser les bonnes pratiques, vers une culture du risque en Normandie

SPECIFICITES DU TERRITOIRE NORMAND



PERFORMANCE DE L'INNOVATION NORMANDE

Outils issus du Programme d'investissements d'avenir (PIA)

Institut Carnot	Equipex	EUR	Labex	TGIR
1	1	1	1	1

Projets avec financement ANR (hors PIA) :

Chaires industrielles	Labcom	Autres projets de recherche (2014-19)
2	3	13

Soit : 6,7 M€ de crédits alloués

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

Déclinaison en axes de développement / Enjeux globaux / Enjeux à 5-10 ans

Axes de développement	Enjeux globaux	Enjeux scientifiques et économiques à 5-10 ans
<p>- 1 -</p> <p>Nouvelles technologies pour l'anticipation et la prévention des risques</p>	<p>La sécurisation des activités industrielles critiques face au changement global nécessite de :</p> <ul style="list-style-type: none"> Mieux identifier les risques liés aux activités industrielles et les risques d'origine naturelle Gérer l'aléa lié aux risques industriels et naturels de manière acceptable pour la population et les écosystèmes Renforcer les partenariats industrie-laboratoires de recherche 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Observer et mieux évaluer les risques liés à la pression anthropique, notamment au changement climatique Développer et mettre en place des systèmes de monitoring avec capteurs intelligents (in situ, drones, satellites) dans les milieux complexes permettant une observation multi-résolutions et multi-échelles Développer des méthodes d'anticipation/prévention des risques nouveaux Sécuriser les communications et systèmes informatiques Développer l'intelligence artificielle et le big data appliqués à la sécurité et la surveillance des sites sensibles Automatiser des productions à risque par la robotique <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pérenniser l'activité industrielle à risque (Seveso) face au changement climatique et aux aléas divers
<p>- 2 -</p> <p>Pratiques pour la maîtrise des risques</p>	<p>Dans le cas de la survenance d'un évènement indésirable (à risques):</p> <ul style="list-style-type: none"> Limiter les effets néfastes sur l'environnement Protéger les biens, les personnes et les ressources en cas d'aléa Communiquer et coordonner les acteurs (secours, sauvetage, prélèvements, enquête, réparation etc.) 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Développer et/ou améliorer la performance des nouveaux outils d'identification, de surveillance, de calcul et d'analyse de données pour modéliser les effets d'évènements indésirables (occurrence et intensité) et évaluer leurs effets (impacts, dangers) liés aux aléas naturels et aux activités humaines. Développer des scénarios concomitantes et d'effets cascades des risques naturels et industriels en contexte de changement global Développer de nouveaux systèmes de communication sécurisés grâce à la blockchain Développer la robotique pour l'intervention en situation critique Automatiser les systèmes d'intervention d'urgence (identification de menace, évacuation et sécurisation de zone) Développer de nouveaux outils de communication et d'alerte à destination des populations (drones, télécommunications à distance, application d'alerte etc.) Développer de nouveaux outils de remédiation en cas de pollution <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Pérenniser l'activité industrielle à risque (Seveso) face au changement climatique et aux aléas divers
<p>- 3 -</p> <p>Culture du risque et développement des relations territoires – industries</p>	<p>Construire une culture du risque spécifique :</p> <ul style="list-style-type: none"> Diffuser de bonnes pratiques Redéfinir les liens industrie-territoires Associer les habitants à la sensibilisation au risque 	<p><u>Enjeux scientifiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Etudier les comportements des populations en situation de crise Développer de nouvelles approches des sciences sociales pour une culture multirisques résiliente Prévenir les risques via l'aménagement du territoire Développer la science participative au service de nouvelles méthodes de gestion des risques et une meilleure appropriation des bonnes pratiques Développer de nouvelles techniques d'appropriation de la mémoire, de la culture du multirisque et des bonnes pratiques en période de crise notamment par l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée <p><u>Enjeux économiques :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Sauvegarder des activités économiques de l'industrie à risque (Seveso) Assurer la sécurité des populations

La maîtrise des risques consiste à identifier, anticiper, évaluer et prioriser les risques relatifs aux activités d'une organisation. L'objectif est de les traiter méthodiquement, de manière coordonnée, afin d'en contrôler la probabilité de survenance et de réduire leurs impacts négatifs en cas d'accident.

On distingue deux types de risques :

1. Les risques naturels, climatiques et écologiques
2. Les risques technologiques comprenant notamment :
 - Les risques numériques
 - Les risques liés à la chimie
 - Les risques liés au nucléaire
 - Les risques biologiques
 - Les risques liés à la logistique rail manche
 - Les risques liés au transport

De manière plus précise, la notion de risque naturel recouvre l'ensemble des menaces que certains phénomènes et aléas naturels font peser sur des populations, des ouvrages et des équipements. Plus ou moins violents, ces événements naturels sont toujours susceptibles d'être dangereux aux plans humain, économique ou environnemental.

Les risques technologiques majeurs quant à eux sont définis comme la probabilité d'accident au sein d'un établissement industriel, d'un site nucléaire, ou lié à un transport de matières dangereuses, dont la survenance entraînerait des conséquences graves, immédiates ou à plus long terme. Cet accident mettant en jeu des produits et/ou des procédés dangereux entraînerait des conséquences immédiates graves pour le personnel, les riverains, les biens et l'environnement.

La Normandie est particulièrement concernée par ces différentes catégories de risques.

Le changement climatique est un facteur de risque pour le territoire. En Normandie, selon différents scénarii, il est attendu une modification des conditions météorologiques, avec une augmentation des températures de type canicule et sécheresse, des épisodes de fortes précipitations, des tempêtes, et une hausse du niveau marin. La position géographique de la Normandie l'expose via sa façade maritime à des aléas hydrologiques (submersions par les tempêtes, crues et inondations de rivières, crues turbides et coulées de boue des vallées drainées et vallons secs) et des aléas géomorphologiques (érosion des sols, mouvements de terrain et recul du trait de côte) pouvant être concomitants. A l'image des inondations fluviales et submersions marines lors des tempêtes de février 1990, décembre 1999 ou de janvier 2018. On compte ainsi à l'échelle de la région, 858 communes concernées par un plan de prévention des risques naturels.

La Normandie est également exposée à des risques technologiques. En effet, une partie des activités industrielles normandes sont particulièrement sensibles. La région concentre entre autres 86 sites SEVESO (sites industriels présentant des risques d'accident majeurs et des émissions industrielles dangereuses), dont 49 classés « seuil haut ». Principalement localisés le long de l'axe Seine, ces sites font la renommée et l'excellence de l'industrie normande (énergie, logistique, chimie, pétrochimie, produits pharmaceutiques, le nucléaire, entre autres). Autrefois situées à l'écart des populations, elles se retrouvent aujourd'hui au cœur même des agglomérations en raison de phénomènes d'extension des zones urbaines. De plus, certains de ces sites peuvent se retrouver exposés aux aléas naturels en raison du changement climatique. Cette proximité nouvelle implique de repenser le lien entre les territoires et les industries.

L'accident de Lubrizol, survenu en septembre 2019, constitue un événement exceptionnel, déjouant les stratégies industrielles et publiques de prévention et de précaution. Cet incendie met en évidence toute la difficulté à gérer et analyser un événement aussi complexe.

Cet événement a accéléré des dynamiques d'innovation émergentes pour une meilleure maîtrise des risques. Plusieurs acteurs de la recherche normands se sont depuis mobilisés autour d'une approche pluridisciplinaire (chimistes, spécialistes de la santé, de la combustion, des environnements naturels, agronomes, sciences humaines et sociales) afin de trouver de nouvelles méthodes de prévention et de maîtrise des risques. La Région a également lancé au premier semestre 2020 un appel à manifestation d'intérêt « SIOMRI » (Solutions Innovantes et Opérationnelles dans le domaine de la Maîtrise des Risques Industriels au sein d'un environnement urbain et dense), en partenariat avec l'agence Nationale de la recherche (ANR), pour soutenir l'émergence de solutions de maîtrise des risques industriels. Des stratégies collectives s'amorcent également entre les mondes industriels et académiques.

Les risques liés au développement du numérique, en particulier la sécurisation des données, ne doivent pas être oubliés car ils peuvent avoir des impacts concrets pour les citoyens et les entreprises. À ce titre, la Région dispose d'une expertise remarquable et historique en cybersécurité et d'une animation de filière spécifique (pôle de compétitivité Transactions Electroniques Sécurisées) qui peuvent être mobilisées.

Dans le domaine de l'énergie, la Normandie compte des installations industrielles nucléaires majeures dont trois sites de production : Paluel, Penly en Seine-Maritime et Flamanville (Manche), qui comprend également le futur premier EPR (European Pressurized Reactor ou Réacteur pressurisé européen) français, un site de traitement-recyclage des combustibles unique au monde à La Hague dans la Manche, une usine de construction de sous-marins nucléaires à Cherbourg-en-Cotentin et le centre de stockage de la Manche. Les risques liés aux activités nucléaires ainsi qu'au transport de matières dangereuses (pour l'industrie chimique et nucléaire) constituent un enjeu clé pour le territoire normand.

La Région souhaite soutenir au travers de ce domaine de spécialisation la structuration d'un tissu de recherche et d'innovation sur les thématiques de prévention et maîtrise des risques, de protection des populations, de l'environnement et des biens. L'objectif est de faire de la Normandie à horizon 2027 un territoire de référence à l'échelle européenne en la matière de gestion, nécessitant des approches transversales aux différents risques.

3.6.1 Tissu économique

Le domaine de spécialisation concerne en premier lieu l'industrie normande, soit 209 000 salariés et 16,3 % de l'emploi régional. Parmi les différents sites industriels normands, un certain nombre est classé à risque selon la directive européenne SEVESO. Particulièrement concentrées le long de l'axe Seine parfois dans des zones très peuplées (agglomérations du Havre ou de Rouen), la sécurité de ces installations est donc un enjeu majeur pour l'économie de la région ainsi que pour la qualité de vie de ses habitants.

Cependant, le champ d'application de ce domaine de spécialisation va au-delà des activités industrielles Normandes et concerne au travers des risques environnementaux l'ensemble des acteurs économiques de la région (logistique, santé entres autres). Chaque structure doit jouer un rôle dans le développement de cette culture du risque dans tous les secteurs de l'économie régionale.

3.6.2 Forces d'innovation remarquables

Les acteurs suivants pourraient être mobilisés et apporter une contribution significative autour de ce domaine de spécialisation :

Force de la recherche académique :

- Laboratoires de recherche :
 - Institut Normand de Chimie Moléculaire, Médicinale et Macromoléculaire (INC3M),
 - Institut de recherche énergie propulsion & environnement (I-EPE),
 - Institut de recherche sur les matériaux avancés (IRMA),
 - Groupe de recherche en informatique, image et instrumentation de Caen (GREYC),
 - Fédérations Normandie Math, Normastic et enfin SCALE.
 - Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement, CEREMA -Rouen

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Laboratoire d'informatique, de traitement de l'information et des systèmes - LITIS (UniRouen, UniLeHavre, INSA Rouen)
- Laboratoire de Mathématiques de l'INSA Rouen - LMI (INSA Rouen)
- Laboratoire de sécurité des procédés chimiques - LSPC (UniRouen, INSA Rouen)
- Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie (CRIANN)
- CERREV : Centre de recherche risques et vulnérabilités
- GREAH : Groupe de Recherche en Électrotechnique et Automatique du Havre
- GRIC : Groupe de Recherche Identités et Cultures
- LITIS : Laboratoire d'Informatique, du Traitement de l'Information et des Systèmes, le LITIS est membre de la fédération CNRS NORMASTIC
- LMAH : Laboratoire de Mathématiques Appliquées du Havre, le LMAH est membre de la fédération CNRS Normandie-Mathématiques
- UMR-CNRS LOMC : Laboratoire Ondes et Milieux Complexes
- NIMEC : Normandie Innovation Marché Entreprise Consommation
- UMR-INERIS SEBIO : Stress Environnementaux et BIOsurveillance des milieux aquatiques
- Les pôles Chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être (CBSB) Continuum Terre – Mer (CTM) et Humanités, Culture, Sociétés (HCS) et Sciences du Numérique (SN).

Force des collaborations publiques-privées :

- Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche (IPER)
- Plateforme technologique d'Evreux - Normandie sécurité sanitaire
- CRT Analyse-Surfaces
- CRT Praxens
- ACTALIA

Force de l'animation de réseau :

- Territoire d'Innovation Smart Port City
- Deux Pôles de compétitivité Mov'éo et Transactions électroniques sécurisés (TES)
- Nucléopolis
- France Chimie

Dimension internationale :

- TGIR PROduction et GEstion des DONnées« PROGEDO »

Formation et enseignement supérieur :

- L'institut national des sciences (INSA) de Rouen
 - Diplôme d'ingénieur Maîtrise des Risques Industriels et Environnementaux (MRIE)
- L'école nationale supérieure d'ingénieurs de Caen ENSICAEN
- ESIX Normandie
- ESIGELEC
- Le CESI
- L'université de Caen Normandie
- L'université de Rouen Normandie
- L'ENSA Normandie
- ESITC

Dimension internationale :

- TGIR PROduction et GEstion des DONnées « PROGEDO »

3.6.3 Principaux axes de développement

La spécialisation intelligente « gestion des risques » de la Normandie s’organise autour de trois axes stratégiques

- Nouvelles technologies pour l’anticipation et la prévention des risques
- Pratiques pour la maîtrise des évènements indésirables
- Culture du risque et développement des relations territoires – industries

Si ces derniers reposent sur les forces déjà présentes sur le territoire, ils visent également à développer et structurer un véritable réseau de recherche et d’innovation en fédérant des acteurs privés et publics autour de cet enjeu clé pour le futur de la Normandie. L’objectif de ce domaine de spécialisation est de conduire des projets d’innovation sur l’ensemble de la « chaîne de valeur » du risque à savoir : connaître et anticiper les risques, prévenir, protéger, intervenir.

Nouvelles technologies pour l’anticipation et la prévention des risques

Enjeux globaux à 10 ans : Les modifications des équilibres naturels causés par le changement climatique sont facteurs de risque pour les territoires. Les activités économiques humaines comportent également, à différentes échelles, une part de risque. La potentialité d’occurrence d’évènements indésirables peut ainsi mettre en péril l’activité économique d’un territoire et impacter la qualité de vie de ses habitants. À titre d’exemple la crise du COVI- 19 est directement liée à une modification des équilibres naturels par les activités humaines. L’accélération de ces dynamiques dans les prochaines années (changement climatique et activités économiques) augmente de fait le risque de dommages sur les territoires.

L’essor de nouvelles technologies comme les capteurs, l’IoT, les drones (Internet des objets) ou encore l’intelligence artificielle permettent de renforcer la surveillance et la prévention de ces risques d’origines humaines ou naturelles. Cette réflexion s’ancre par ailleurs dans le cadre d’obligations réglementaires telles que : les règlements européens 2000/60/CE “Directive cadre sur l’eau”, 2008/56/CE “Directive Cadre Stratégie pour le Milieu Marin”, 2006/1907/CE REACH “réduction du risque à la source” (à l’origine de SEVESO et ICPE), 2010/75/CE “Emissions Industrielles Dangereuses” ainsi que dans le cadre des objectifs du Green Deal Européen.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Observer et mieux évaluer les risques liés à la pression anthropique, notamment au changement climatique
- Développer et mettre en place des systèmes de monitoring avec des capteurs intelligents (*in situ*, drones, satellites) dans les milieux complexes permettant une observation multi-résolutions et multi-échelles
- Développer des méthodes d’anticipation/prévention des risques nouveaux
- Sécuriser les communications et systèmes informatiques
- Développer l’intelligence artificielle et le big data appliqués à la sécurité et à la surveillance des sites sensibles
- Automatiser des productions à risque par la robotique

Ambition : Développer les applications de ces technologies à la prévention et la prévision des risques pour faire de la Normandie un territoire résilient à horizon 2027.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Développer et améliorer les capteurs
- Travailler sur l'analyse de données à partir d'intelligence artificielle et l'imagerie
- Développer de nouvelles méthodes d'analyse (drones)
- Développer les transactions électroniques sécurisées- sécurisation des données
- Développer la simulation et le calcul de haute performance

Pratiques pour la maîtrise des risques

Enjeux globaux à 10 ans : Face aux dynamiques de changement climatique et d'accélération de l'activité économique, les territoires feront face à de nouveaux risques. La survenance de ces changements peut affecter les activités humaines ainsi que les équilibres environnementaux à différents niveaux. L'enjeu est donc de préparer les acteurs économiques, les pouvoirs publics, et les citoyens à une maîtrise des risques afin d'en limiter les effets néfastes.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Développer et/ou améliorer la performance des nouveaux outils d'identification, de surveillance, de calcul et d'analyse de données pour modéliser les effets d'évènements indésirables (occurrence et intensité) et évaluer leurs effets (impacts, dangers) liés aux aléas naturels et aux activités humaines
- Développer des scénarios concomitances et d'effets cascades des risques naturels et industriels en contexte de changement global
- Développer de nouveaux systèmes de communication sécurisés grâce à la blockchain
- Développer la robotique pour l'intervention en situation critique
- Automatiser les systèmes d'intervention d'urgence (identification de menace, évacuation et sécurisation de zone)
- Développer de nouveaux outils de communication et d'alerte à destination des populations (drones, télécommunications à distance, application d'alerte, etc.)
- Développer de nouveaux outils de remédiation en cas de pollution

Ambition à horizon 2027 : Faire de la Normandie un territoire de résilience face aux changements et risques d'origine naturelle ou humains.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Développer une démarche multidisciplinaire prospective concernant le risque en cohérence avec les enjeux énergétiques et les futurs développements industriels en Normandie
- Élaborer en concertation avec l'ensemble des acteurs du territoire de nouvelles stratégies pour répondre aux risques émergents
- Fédérer l'ensemble des acteurs du territoire autour d'une démarche coordonnée de maîtrise des risques
- Développer les nouvelles technologies au service des alertes et de la maîtrise des risques : traitement et analyse des données (IA & Big Data), nouveaux capteurs, sécurisation des systèmes de communication

Culture du risque et développement des relations territoires – industries

Enjeux globaux à 10 ans : les catastrophes récentes, qu'elles soient d'origine humaine ou naturelle, ont mis en évidence la nécessité de construire une nouvelle culture du risque dans les territoires particulièrement exposés. Cette culture doit s'inscrire dans une dynamique participative associant l'ensemble des acteurs du territoire. L'enjeu est de redéfinir les liens industrie-territoires-citoyens afin de faire émerger et diffuser les bonnes pratiques de prévention et maîtrise des risques auprès des citoyens. Dans cette optique, l'innovation technologique et sociale est clé.

Enjeux scientifiques à 5-10 ans :

- Étudier les comportements des populations en situation de crise
- Développer de nouvelles approches des sciences sociales pour une culture multirisque résiliente
- Prévenir les risques via l'aménagement du territoire
- Développer la science participative au service de nouvelles méthodes de gestion des risques et une meilleure appropriation des bonnes pratiques
- Développer de nouvelles techniques d'appropriation de la mémoire, de la culture du multirisque et des bonnes pratiques en période de crise notamment par l'utilisation de la réalité virtuelle et augmentée

Ambition à horizon 2027 : Construire une culture du risque adaptée aux spécificités du territoire normand.

Priorités de travail pour les acteurs normands :

- Favoriser le partage d'informations relatives aux risques au travers d'un dialogue territorial associant l'ensemble des acteurs du territoire
- Associer les populations à l'élaboration des stratégies de maîtrise des risques via la démocratie participative
- Développer de nouveaux systèmes d'alerte en associant les habitants du territoire

* *
*

4 Annexes

4.1 Description des indicateurs pour le suivi de la stratégie

	1. Ecart entre le taux de croissance à 3 ans de la marge des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires
Sous-indicateurs	Calcul par domaine de spécialisation
Type d'indicateur	Indicateur d'impact
Objectifs couverts par l'indicateur	<p>Conforter la position de la Normandie sur des thématiques à l'échelle nationale, ainsi qu'européenne.</p> <p>Répondre aux enjeux clés du territoire normand afin de conforter l'attractivité et la compétitivité du territoire.</p>
Données source	Utilisation d'une base de données sur les entreprises, type ORBIS
Fréquence d'actualisation	Tous les 3 ans (pour l'évaluation à mi-parcours et à la fin)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier toutes les entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER, ainsi qu'un groupe de control composé d'entreprises comparables non-bénéficiaires. • Calculer la marge de chaque entreprise bénéficiaire de l'OS1 du FEDER au début (année N) et à la fin de la période considérée (année N+3). Une façon de calculer la marge est la suivante : $\text{marge} = \text{résultat net} / \text{chiffre d'affaires}$. • Calculer le taux de croissance à 3 ans (en pourcentage) : $[(\text{marge } N+3 - \text{marge } N) / \text{marge } N] * 100$ • Calculer le taux de croissance moyen des entreprises bénéficiaires. • Faire la même chose pour les entreprises appartenant au groupe de control et comparer les résultats.
Mode de représentation	<p>Histogrammes.</p> <p>Différence entre le taux de croissance moyen à 3 ans de la marge des entreprises bénéficiaires et celui des entreprises non-bénéficiaires appartenant au groupe de control</p>
Données de comparaison	Le groupe de contrôle fournira la donnée de comparaison

2. Ecart entre le taux de croissance à 3 ans du chiffre d'affaires des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires	
Sous-indicateurs	Calcul par domaine de spécialisation
Type d'indicateur	Indicateur d'impact
Objectifs couverts par l'indicateur	<p>Conforter la position de la Normandie sur des thématiques à l'échelle nationale, ainsi qu'europpéenne.</p> <p>Répondre aux enjeux clés du territoire normand afin de conforter l'attractivité et la compétitivité du territoire.</p>
Données source	Utilisation d'une base de données sur les entreprises, type ORBIS
Fréquence d'actualisation	Tous les 3 ans (pour l'évaluation à mi-parcours et à la fin)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier toutes les entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER, ainsi qu'un groupe de control composé d'entreprises comparables non-bénéficiaires. • Calculer le chiffre d'affaires (CA) de chaque entreprise bénéficiaire de l'OS1 du FEDER au début (année N) et à la fin de la période considérée (année N+3). • Calculer le taux de croissance à 3 ans : $(CA_{N+3} - CA_N) / CA_N$ • Calculer le taux de croissance moyen des entreprises bénéficiaires. • Faire la même chose pour les entreprises appartenant au groupe de control et comparer les résultats.
Mode de représentation	<p>Histogrammes.</p> <p>Différence entre le taux de croissance moyen à 3 ans du CA des entreprises bénéficiaires et celui des entreprises non-bénéficiaires appartenant au groupe de control</p>
Données de comparaison	Le groupe de contrôle fournira la donnée de comparaison

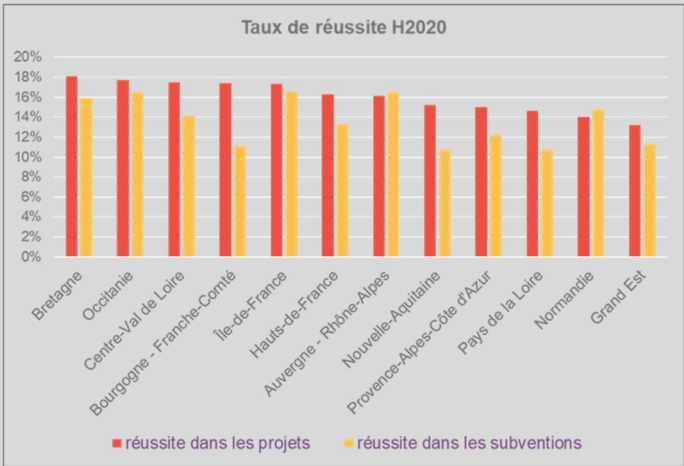
2. Ecart entre le taux de croissance à 3 ans de l'emploi des entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER et celui des entreprises similaires	
Sous-indicateurs	Calcul par domaine de spécialisation
Type d'indicateur	Indicateur d'impact
Objectifs couverts par l'indicateur	<p>Conforter la position de la Normandie sur des thématiques à l'échelle nationale, ainsi qu'europpéenne.</p> <p>Répondre aux enjeux clés du territoire normand afin de conforter l'attractivité et la compétitivité du territoire.</p>
Données source	Utilisation d'une base de données sur les entreprises, type ORBIS
Fréquence d'actualisation	Tous les 3 ans (pour l'évaluation à mi-parcours et à la fin)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier toutes les entreprises bénéficiaires de l'OS1 du FEDER, ainsi qu'un groupe de control composé d'entreprises comparables non-bénéficiaires. • Calculer le nombre d'emplois de chaque entreprise bénéficiaire de l'OS1 du FEDER au début (année N) et à la fin de la période considérée (année N+3). • Calculer le taux de croissance à 3 ans : (nombre d'emplois N+3 – nombre d'emplois N) / nombre d'emplois N • Calculer le taux de croissance moyen des entreprises bénéficiaires. • Faire la même chose pour les entreprises appartenant au groupe de control et comparer les résultats.
Mode de représentation	<p>Histogrammes.</p> <p>Différence entre le taux de croissance moyen à 3 ans de l'emplois des entreprises bénéficiaires et celui des entreprises non-bénéficiaires appartenant au groupe de control</p>
Données de comparaison	Le groupe de contrôle fournira la donnée de comparaison

4. Pourcentage de PME introduisant des innovations de produits ou de procédés	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Affirmer la Normandie comme territoire leader d'expérimentation pour le développement des solutions innovantes
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle. Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

5. Pourcentage de PME introduisant des innovations en matière de marketing ou d'organisation	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Affirmer la Normandie comme territoire leader d'expérimentation pour le développement des solutions innovantes
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle. Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

6. Pourcentage de PME innovantes en interne	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Affirmer la Normandie comme territoire leader d'expérimentation pour le développement des solutions innovantes
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle. Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

7. Part du CA liée à des produits nouveaux pour l'entreprise ou pour le marché	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Affirmer la Normandie comme territoire leader d'expérimentation pour le développement des solutions innovantes
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires)
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle. Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

8. Nombre de projets lauréats au programme Horizon Europe auxquels participe au moins une équipe normande	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> Distinguer par grandes catégories sur futur programme cadre pour la recherche Distinguer par domaines S3 (et avec une catégorie « hors S3 ») Identifier la part de projets en coordination
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer la participation des acteurs normands à des projets européens
Données source	<p>Comme il s'agit d'un indicateur du projet de LPPR, il est probable qu'il soit retenu et suivi.</p> <p>Les données sur les projets européens sont accessibles sur CORDIS et sur le site www.horizon2020.gouv.fr (qui sera probablement actualisé pour prendre en compte le nouveau programme cadre Horizon Europe).</p>
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Bureau de la Région à Bruxelles
Calculs et traitement des données source	Calculer la part relative (en nombre de projet et en budget) de la Normandie dans le total européen et dans le total français.
Mode de représentation	<p>Histogrammes sur le modèle de celui présenté dans le diagnostic réalisé sur les S3 de Haute et Basse-Normandie.</p> 
Données de comparaison	Pour la répartition par domaine S3, il paraît difficile d'avoir des points de comparaison, les périmètres étant spécifique à chaque région européenne. Il s'agira surtout de vérifier les thématiques par domaine et la concentration thématique (part des projets hors S3 qui devrait rester sous les 20% du total des projets).

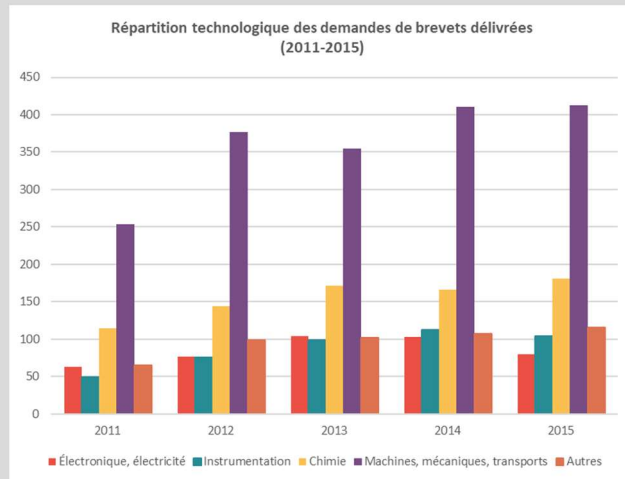
Pour les autres sous indicateurs (notamment pour comparer les dynamiques plus que les valeurs brutes) :

La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (<https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking>). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le Regional Innovation Scoreboard parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.

Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

9. Pourcentage des brevets sur le total des brevets dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions européennes (hors France)	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de brevets déposés chaque année auprès de l'Office européen des brevets (OEB) selon la localisation de l'inventeur (dont au moins un inventeur normand et un inventeur européen hors France) • Distinguer par domaines S3 (et avec une catégorie « hors S3 »).
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer la participation des acteurs normands à des projets européens
Données source	Base de données PATSAT ou utilisation d'un système de traitement de l'information type QUESTEL ORBIT.
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer la part des brevets (en %), sur le total des brevets déposés auprès de l'OEB, par des inventeurs normands, dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions européennes hors France. • Identifier les partenaires européens avec lesquels les acteurs normands collaborent le plus. • Ventiler les brevets déposés par domaine S3, ainsi que hors domaine. • Réaliser une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) avec calcul des métriques suivantes typique de l'analyse des réseaux d'innovation : densité, distance moyenne, coefficient de cluster, identification des hubs.
Mode de représentation	<ul style="list-style-type: none"> • Part des brevets avec des co-inventeurs européens par année et l'évolution sur la période considérée ; • Graphique pour identifier les pays européens avec lesquels la Normandie collabore le plus ; • Ventilation par domaine S3 sous forme d'histogrammes, sur le modèle de celui présenté dans le diagnostic réalisé sur les S3 de Haute et Basse-Normandie :

Données de comparaison



- Graph de réseau
- Comparer les résultats d'autres régions françaises comparables au regard du poids de l'industrie sur ces territoires (par exemple comme pour le diagnostic réalisé, notamment Hauts-de-France, Bourgogne-Franche-Comté et Pays-de-la-Loire) ainsi qu'avec la moyenne nationale.

10. Pourcentage des publications par rapport au total des publications avec des coauteurs situés dans d'autres régions européennes (hors France)	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de publications scientifiques d'auteurs normands co-écrites avec des partenaires européens. • Distinguer par domaines S3 (et avec une catégorie « hors S3 »).
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer la participation des acteurs normands à des projets européens
Données source	Web of Science ou SCOPUS.
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	<p>Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI).</p> <p>Appui possible sur des acteurs de l'ESR ayant l'habitude des études bibliométriques.</p>
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer la part des publications scientifiques (en %) sur le total des publications normandes, dont les co-auteurs sont situés dans d'autres régions européennes hors France. • Ventiler les publications par domaine S3 et hors domaines. • Identifier les partenaires européens avec lesquels les acteurs normands collaborent le plus. • Réaliser une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) avec calcul des métriques suivantes typique de l'analyse des réseaux d'innovation : densité, distance moyenne, coefficient de cluster, identification des hubs.
Mode de représentation	<ul style="list-style-type: none"> • Part des publications avec des co-auteurs européens par année et l'évolution sur la période considérée. • Cartographie pour identifier les régions et pays européens avec lesquels la Normandie collabore le plus. • Graph de réseau.
Données de comparaison	<ul style="list-style-type: none"> • Part des publications d'autres régions françaises comparables dont les co-auteurs sont situés dans d'autres régions européennes. L'analyse des projets H2020 montre que la Bourgogne Franche-Comté et le Centre Val-de-Loire sont les régions les plus proches de la Normandie -nombre de projet et diffusion dans l'écosystème régional). • Part des publications nationales dont les co-auteurs sont situés dans d'autres régions européennes.

11. Pourcentage des brevets sur le total des brevets dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions françaises	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de brevets déposés chaque année auprès de l'Office européen des brevets (OEB) selon la localisation de l'inventeur (dont au moins un inventeur normand et un inventeur français hors Normandie) • Distinguer par domaines S3 (et avec une catégorie « hors S3 »).
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer les coopérations interrégionales avec des acteurs ayant des compétences complémentaires
Données source	Base de données PATSAT ou utilisation d'un système de traitement de l'information type QUESTEL ORBIT.
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer la part des brevets (en %) sur le total des brevets déposés auprès de l'OEB par des inventeurs normands, dont les co-inventeurs sont situés dans d'autres régions françaises. • Identifier les partenaires français avec lesquels les acteurs normands collaborent le plus. • Ventiler les brevets déposés par domaine S3, ainsi que hors domaine. • Réaliser une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) avec calcul des métriques suivantes typique de l'analyse des réseaux d'innovation : densité, distance moyenne, coefficient de cluster, identification des hubs.
Mode de représentation	<ul style="list-style-type: none"> • Graphique pour identifier les régions françaises avec qui la Normandie collabore le plus. • Ventilation par domaine S3 sous forme d'histogrammes. • Graph de réseau.
Données de comparaison	Comparer les résultats d'autres régions françaises comparables au regard du poids de l'industrie sur ces territoires (par exemple comme pour le diagnostic réalisé, notamment Hauts-de-France, Bourgogne-Franche-Comté et Pays-de-la-Loire) ainsi qu'avec la moyenne nationale.

12. Pourcentage des publications par rapport au total des publications avec des coauteurs situés dans d'autres régions françaises	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Nombre de publications scientifiques d'auteurs normands co-écrites avec des partenaires français hors Normandie. • Distinguer par domaines S3 (et avec une catégorie « hors S3 »).
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer les coopérations interrégionales avec des acteurs ayant des compétences complémentaires
Données source	Web of Science ou SCOPUS
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	<p>Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI).</p> <p>Appui possible sur des acteurs de l'ESR ayant l'habitude des études bibliométriques.</p>
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer la part des publications scientifiques (en %) sur le total des publications normandes, dont les co-auteurs sont situés dans d'autres régions françaises. • Ventiler les publications par domaine S3 et hors domaine. • Identifier les partenaires nationaux avec lesquels les acteurs normands collaborent le plus. • Réaliser une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) avec calcul des métriques suivantes typique de l'analyse des réseaux d'innovation : densité, distance moyenne, coefficient de cluster, identification des hubs.
Mode de représentation	<ul style="list-style-type: none"> • Cartographie pour identifier les régions françaises avec lesquelles la Normandie collabore le plus. • Ventilation par domaine S3 sous forme d'histogrammes. • Graph de réseau.
Données de comparaison	Comparer les résultats d'autres régions françaises comparables au regard du poids de l'industrie sur ces territoires (par exemple comme pour le diagnostic réalisé, notamment Hauts-de-France, Bourgogne-Franche-Comté et Pays-de-la-Loire) ainsi qu'avec la moyenne nationale.

13. Nombre et part de projets et budgets engagés sur des domaines de spécialisation basés sur des ressources naturelles normandes	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Valoriser les ressources naturelles normandes
Données source	Suivi de l'OS1 du FEDER
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<p>2 options possibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire la somme par domaine S3 s'appuyant sur les ressources naturelles de la Normandie, notamment le secteur de l'énergie (gisements exceptionnels à fort potentiel de valorisation) ; de la mobilité (l'axe Seine, infrastructures portuaires) ; de l'agro-alimentation (lin, coquillages, bois) ; de gestion des risques (façade maritime) • Taguer les projets individuellement avant de faire la somme
Mode de représentation	<p>Pie chart pour l'année n.</p> <p>Série temporelle sous forme d'histogramme ou de courbe.</p>
Données de comparaison	Pas de données de comparaison.

14. Pourcentage des docteurs diplômés depuis 3 ans ayant un emploi hors du monde académique (dont qui reste dans le territoire normand)	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> Part des docteurs diplômés depuis 3 ans ayant un emploi hors du monde académique Part de ces docteurs diplômés qui reste en territoire normand, contre ceux qui partent dans d'autres régions françaises ou à l'étranger.
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer le continuum entre la recherche fondamentale et le monde industriel
Données source	Suivi des alumni par les écoles doctorales normandes.
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> Calculer le total des docteurs diplômés depuis 3 ans ayant un emploi hors du monde académique ; Calculer le pourcentage de ceux qui restent en Normandie
Mode de représentation	<p>Graphique par année et évolution sur la période (histogramme ou courbe).</p> <p>Carte de flux.</p>
Données de comparaison	<p>Comparer avec les résultats nationaux sur la mobilité internationale des jeunes docteurs en emploi: https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid24748-cid146231/www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid146231/www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid146231/mobilite-internationale-des-jeunes-docteurs-en-emploi.html</p> <ul style="list-style-type: none"> Part des docteurs en emploi à l'étranger 36 mois après l'obtention de leur doctorat selon la discipline de la thèse et la nationalité. Répartition des docteurs français en emploi à l'étranger selon le continent du lieu du travail. Secteur d'emploi selon le lieu de travail et la nationalité du docteur (% des français en emploi en France et à l'étranger).

15. Nombre de créations d'entreprises issues de la recherche publique	
Sous-indicateurs	Ventilation par domaine S3
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer le continuum entre la recherche fondamentale et le monde industriel
Données source	Normandie Incubation et Normandie Valorisation
Fréquence d'actualisation	Annuelle
Responsable de la collecte	Normandie Incubation
Calculs et traitement des données source	Somme des entreprises créées chaque année
Mode de représentation	Histogrammes
Données de comparaison	Pas de données de comparaison.

16. Taux de pérennité à 3 et à 5 ans des entreprises soutenues ou accompagnées par Normandie Valorisation/ Normandie Incubateur	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Proportion d'entreprises créées qui ont atteint leur 3^e anniversaire. • Proportion d'entreprises créées qui ont atteint leur 5^e anniversaire.
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer le continuum entre la recherche fondamentale et le monde industriel
Données source	Base de données entreprises type ORBIS ou directement par consultation du RCS (registre du commerce et des sociétés) complété par une enquête auprès des entreprises accompagnées si des informations sont manquantes.
Fréquence d'actualisation	Tous les 3 et 5 ans (évaluation à mi-parcours et à la fin)
Responsable de la collecte	Normandie Incubateur
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier toutes les entreprises soutenues ou accompagnées par

Mode de représentation	Normandie Valorisation et/ou Normandie Incubateur
	<ul style="list-style-type: none">• Suivre leur évolution sur la période considérée
Données de comparaison	Histogrammes
	Programme 192 de l'Etat pour la recherche et l'enseignement supérieur en matière économique et industrielle. Rapport annuel de l'association européenne des Business Innovation Centres (EU BIC) : https://ebn.eu/index.php?lnk=KzF0aDVES1I3bG9TYXFGGeEhLL2dQeWw2bk1xaU1ZR3BXNDBySUdGSWwrYz0=

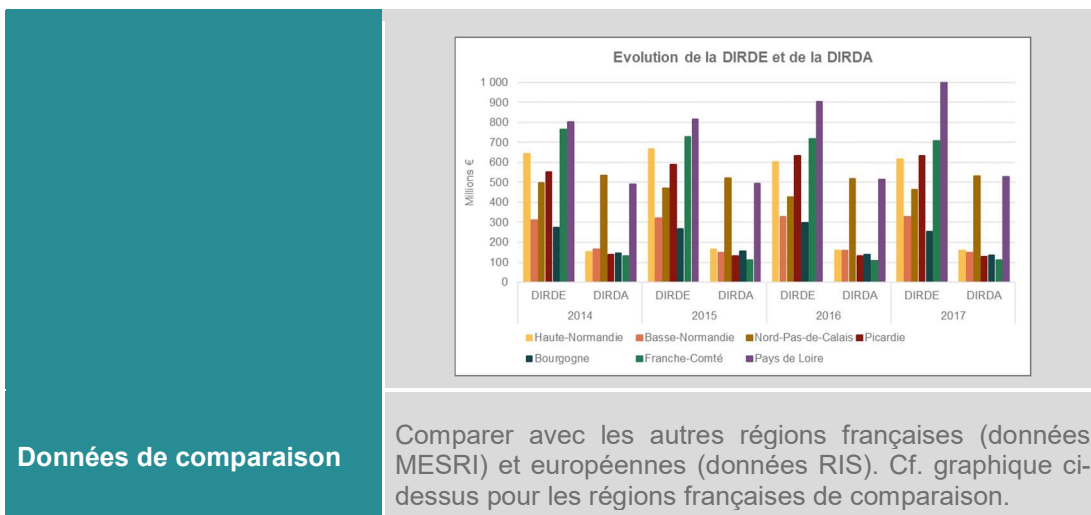
17. Co-publications public-privé par million d'habitants	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Renforcer le continuum entre la recherche fondamentale et le monde industriel
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle. Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

18. Publications scientifiques : mesure de l'interdisciplinarité à partir de la liste de références	
Sous-indicateurs	Ventilation par domaine S3
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Conforter l'interdisciplinarité entre les différents domaines et ses acteurs clés (ex. mobilité et numérique)
Données source	Web of Science ou SCOPUS. Utiliser les références dans les publications pour voir quelles sont les disciplines des publications citées.
Fréquence d'actualisation	A mi-parcours et à la fin
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI). Un soutien d'acteurs de l'ESR spécialisés dans les analyses bibliométriques serait pertinent.
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Ventiler les publications scientifiques sur la période considérée par domaine S3 ; • Conduire une analyse bibliométrique : analyser la liste des références des publications pour chaque domaine S3, pour relever toutes les disciplines des revues mentionnées ; • Idéalement, calculer la « distance » entre ces domaines pour voir s'il s'agit de collaborations fréquentes (par exemple, entre les domaines de la santé et de la chimie), ou plus rares (ex. SHS et physique). • Injecter ces données dans une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) où les disciplines seraient les nœuds et le fait qu'un article s'appuie sur deux publications de disciplines différentes un lien non directionnel. • Calculer les métriques habituelles des analyses de réseau : densité, coefficient de cluster, distance moyenne et identification des hubs.
Mode de représentation	Graph de réseau. Tableau avec l'évolution des métriques
Données de comparaison	Pas de données de comparaison.

19. Brevets : mesure de l'interdisciplinarité à partir de la liste de références des publications scientifiques citées dans les brevets	
Sous-indicateurs	Ventilation par domaine S3
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Conforter l'interdisciplinarité entre les différents domaines et ses acteurs clés (ex. mobilité et numérique)
Données source	Base de données PATSAT ou utilisation d'un système de traitement de l'information type QUESTEL ORBIT.
Fréquence d'actualisation	A mi-parcours et à la fin
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<ul style="list-style-type: none"> • Ventiler les brevets déposés sur la période considérée par domaine S3 ; • Conduire une analyse bibliométrique : analyser la liste des références des publications scientifiques citées dans les brevets par domaine S3, pour relever tous les domaines mentionnés ; • Identifier les domaines scientifiques des publications citées. • Calculer la « distance » entre ces domaines pour voir s'il s'agit de collaborations fréquentes (par exemple, entre les domaines de la santé et de la chimie), ou plus rares (ex. SHS et physique). • Injecter ces données dans une analyse de réseau (par exemple sous GEPHI) où les disciplines seraient les nœuds et le fait qu'un article s'appuie sur deux publications de disciplines différentes un lien non directionnel. • Calculer les métriques habituelles des analyses de réseau : densité, coefficient de cluster, distance moyenne et identification des hubs.
Mode de représentation	Graph de réseau. Tableau avec l'évolution des métriques.
Données de comparaison	Pas de données de comparaison.

20. Dépenses de R&D dans le secteur public en pourcentage du PIB	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de moyen
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	<p>Regional Innovation Scoreboard (RIS). Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)</p> <p>Données collectées également par le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation et sont disponible sur le site : https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/reperes/public/chiffres/france/reg.htm. Ces données sont collectées au niveau régional tous les ans.</p>
Fréquence d'actualisation	<p>RIS : tous les deux ans (années impaires) (données en pourcentage du PIB). MESRI : tous les ans (données en €).</p>
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	<p>Pour les données du RIS : pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)</p> <p>Pour les données du MESRI : données en € total national et réparties par région française.</p>
Mode de représentation	<p>Pour les données du RIS : graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne.</p> <p>Pour les données du MESRI : répartition des dépenses de R&D des administrations publiques et leur évolution dans le temps, sous modèle du graphique présenté dans le diagnostic de la S3 de Haute et de Basse Normandie :</p>

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021



21. Dépenses de R&D dans le secteur des entreprises en pourcentage du PIB

Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de moyen
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	Regional Innovation Scoreboard (RIS). Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d) Données collectées également par le ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation et sont disponible sur le site : https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/reperes/public/chiffres/france/reg.htm . Ces données sont collectées au niveau régional tous les ans.
Fréquence d'actualisation	RIS : tous les deux ans (années impaires) (données en pourcentage du PIB). MESRI : tous les ans (données en €).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pour les données du RIS : pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027
Rapport Final — 25/02/2021

Mode de représentation	<p>Pour les données du MESRI : données en € total national et réparties par région française.</p>
	<p>Pour les données du RIS : graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne.</p> <p>Pour les données du MESRI : répartition des dépenses de R&D des administrations publiques et leur évolution dans le temps, sous modèle du graphique présenté dans le diagnostic de la S3 de Haute et de Basse Normandie :</p>
Données de comparaison	<p>Comparer avec les autres régions françaises (données MESRI) et européennes (données RIS). Cf. graphique ci-dessus pour les régions françaises de comparaison.</p>

22. Dépenses d'innovation hors R&D dans les PME en pourcentage du chiffre d'affaires	
Sous-indicateurs	<ul style="list-style-type: none"> • Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de moyen
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	<p>Regional Innovation Scoreboard.</p> <p>Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)</p>
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)

Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	<p>La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.</p> <p>Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.</p>

23. Nombre de brevets demandés à l'Office européen des brevets (EPO) par année de dépôt, par milliard de PIB régional

Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	<p>Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)</p>
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)

Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	<p>La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.</p> <p>Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.</p>

24. Nombre de demandes de marques déposées auprès de l'EIPO par milliard de PIB régional

Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	<p>Regional Innovation Scoreboard.</p> <p>Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)</p>
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-

	<p>de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.</p> <p>Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.</p>
--	---

25. Nombre de demandes de design déposées auprès de l'EIPO par milliard de PIB régional	
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur de résultat
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	Regional Innovation Scoreboard. Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui

	<p>ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.</p> <p>Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.</p>
	<p>26. Emploi dans l'industrie manufacturière de moyenne/haute technologie et les services à forte intensité de connaissances en pourcentage de l'emploi total</p>
Sous-indicateurs	Pas de sous-indicateur
Type d'indicateur	Indicateur d'impact
Objectifs couverts par l'indicateur	Développer un véritable écosystème de recherche et d'innovation, reliant innovation industrielle et académique
Données source	<p>Regional Innovation Scoreboard.</p> <p>Peut-être collecté dans le rapport national (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/35925), dans la base de données européenne (https://ec.europa.eu/docsroom/documents/36081) ou sur l'interface en ligne pour construire rapidement des comparatifs avec d'autres régions européennes (https://interactivetool.eu/RIS/RIS_2.html#d)</p>
Fréquence d'actualisation	Tous les deux ans (années impaires).
Responsable de la collecte	Cellule S3 à la Région (au sein de la Direction Économie, Enseignement Supérieur, Tourisme, Recherche et Innovation - DEESTRI)
Calculs et traitement des données source	Pas de calcul à effectuer, la donnée est directement fournie sous la forme d'un indice permettant la comparaison à la moyenne des régions européennes (valeur 100)
Mode de représentation	Graphique en courbe avec position par rapport à la moyenne européenne
Données de comparaison	<p>La région de comparaison présentant les caractéristiques les plus proches de la Normandie semble être le Centre Val-de-Loire, mais l'outil de benchmark utilisé par la plateforme S3 du JRC de Séville ne tiens par encore compte des fusions de région (https://s3platform.jrc.ec.europa.eu/regional-benchmarking). Les Pays-de-la-Loire semblent également assez proche mais plus loin ; le fait que cette région soit dans celles qui ont le plus progressé sur le <i>Regional Innovation Scoreboard</i> parmi les régions françaises en fait toutefois un point de comparaison intéressant et un potentiel modèle.</p>

Au niveau européen, la région de Syddanmark au Danemark est celle qui présente les caractéristiques les plus proches au regard des déterminants de l'innovation.

4.2 Forces et projets en présence par domaine de spécialisation

- 4.2.1 Préserver et transformer durablement les ressources agricoles, marines, sylvicoles ainsi que les systèmes de production.

Patrimoine et usages agro-sylvo-pastoraux

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Le patrimoine naturel normand est riche de milieux divers. Afin de le préserver, la Région s'est dotée d'une stratégie régionale de la biodiversité, élaborée et mise en œuvre en concertation avec les acteurs concernés (État, collectivités locales, professionnels, conservatoires, associations...). Cette stratégie vise notamment à améliorer les connaissances existantes au travers de l'Observatoire de la Biodiversité de Normandie (OBN), préserver et restaurer la trame verte et bleue du territoire et les réservoirs de biodiversité, notamment les réserves naturelles régionales, et valoriser le patrimoine naturel auprès du plus grand nombre. Cette stratégie se renforce avec l'entrée de l'OBN au sein du nouveau GIP Agence normande de la Biodiversité et du Développement Durable (ANBDD).

Développer l'innovation autour des usages agro-sylvo-pastoraux et leur impact sur les milieux recèle un potentiel fort pour répondre de manière complémentaire à l'enjeu de préservation du patrimoine naturel. L'agro-sylvo-pastoralisme est une méthode d'agriculture qui concilie la gestion sylvicole, la production végétale et la production animale pour une meilleure préservation des espaces et des ressources naturelles. Les changements globaux vont amener une forte pression sur ces milieux qu'il va convenir d'anticiper. Des milieux emblématiques tels que les coteaux calcaires de la vallée de la Seine, abritant, de nombreuses espèces en voie de disparition, dont certaines endémiques, se sont vues à fort potentiel pour le développement de la vigne en lien avec le changement climatique. Ces milieux issus de vagues historiques de déprises agricoles entre 1970 et 1950 du fait de leur faible rentabilité économique redeviennent aujourd'hui intéressants et il faudra accompagner ce type de mutation. Le rehaussement du niveau marin représente une menace forte sur les systèmes de vallées côtières et zones humides littorales et arrière littorales avec des productions parfois à fortes valeurs ajoutées (appellation contrôlée moutons des prés salés, zones touristiques) et à forts enjeux patrimoniaux e.g. système dunaire d'Hattainville unique en Europe, trois réserves naturelles nationales, multiples zones Natura 2000, Zones Ramsar). Les prairies de marais qui sont des écosystèmes à forte valeur patrimoniale biologique comme historique sont des milieux phares de deux des PNR normands, le PNR des Marais du Cotentin et du Bessin et le PNR des boucles de la Seine. La conservation des nombreux services écosystémiques qu'elles rendent, notamment l'accueil de la biodiversité végétale, faunistique (particulièrement l'avifaune), le stockage du carbone dans leur sol, est intimement liée à la préservation d'un élevage extensif. L'accompagnement des éleveurs est un enjeu fort sur ces territoires. Ces prairies humides seront soumises aux changements climatiques, mais du fait de leur position topographique basse dans les vallées, seront surtout en première ligne face à la problématique de l'augmentation du niveau de la mer. La façade maritime normande avec ses échanges internationaux amène la Normandie à voir l'expansion de très nombreuses espèces exotiques (25 % de la flore locale), dont certaines, à très gros potentiel invasif (plus de 75 % des communes concernées) avec des impacts sur les ressources produites ainsi que le fonctionnement des écosystèmes nécessitant encore une évaluation et un effort d'innovation pour les limiter.

Ces démarches d'innovation pourront s'appuyer sur de nombreux acteurs régionaux déjà mobilisés :

- L'agence régionale de l'environnement Normandie (ARE Normandie) ;

- Le conservatoire d'espaces naturels de Normandie, association agréée conjointement par l'État et la Région, qui gère aujourd'hui plus de 2250 ha répartis en plus de 180 sites naturels ;
- Le conservatoire du littoral, établissement public chargé depuis 1975 d'assurer l'acquisition foncière et la protection définitive d'espaces naturels et de paysages sur les rivages maritimes, et avec lequel la Région a fondé un Syndicat Mixte afin de renforcer son action de protection du littoral ;
- Les conservatoires botaniques nationaux de Bailleul et de Brest (la Normandie étant à la frontière entre deux aires biogéographiques), qui mettent en œuvre des programmes de connaissance et d'évaluation de la flore et de la végétation, ainsi que de sauvegarde d'espèces gravement menacées de disparition ;
- Les quatre parcs naturels régionaux, territoires vitrine plaçant la préservation et la gestion du patrimoine naturel au cœur de leurs projets de développement durable.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

La recherche académique normande est à même d'accompagner ces changements de mode d'usage et/ou de pratique que ce soit leur mise en œuvre, leurs impacts environnementaux et économiques ou leur représentation sociétale. Certaines unités de recherche comme l'UMR INRAE/UCN EVA développent des recherches partenariales avec ces acteurs régionaux dans l'objectif de pérenniser l'agro-pastoralisme en prairies de marais en développant une démarche basée sur la valorisation des services écosystémiques rendus par ces espaces (Interreg IVA WOW, AgriZH — Région Normandie, Élevage & Marais — Agence de l'Eau Sein Normandie). En termes de formation, le master AETPF (UCN) est depuis 2004 particulièrement investi dans cette articulation agriculteur - gestion des milieux naturels. Le laboratoire Ecodiv (USC INRAE) cumule plus de 20 années d'expérience en termes de gestion de la biodiversité sur les systèmes de pelouses sèches et prairies humides voire de récréation de milieux après exploitation industrielle (Prix de l'innovation Vinci 2015 pour son expérimentation de récréation de prairie humide à vocation agricole après exploitation de granulat). Sur la problématique des espèces invasives, un consortium scientifique régional s'est structuré sous l'impulsion des appels à manifestation d'intérêt RIN regroupant des unités d'écologie (UMR INRAE/UCN EVA, USC INRAE Ecodiv), d'écotoxicologie (UMR INERIS SEBIO), de géosciences (UMR CNRS M2C), d'économie (EA7263 EDEHN), la fédération de recherche SCALE et l'Agence normande de la Biodiversité et du Développement Durable. Les équipes associées au pôle rural de la MRSH de Caen (UMR ESO, UMR LETG, EA Cerrev) développent des travaux sur le foncier et des espaces d'élevage ou sur l'évolution des paysages (programme PSDR Resp'haies).

Stratégies innovantes en agroécologie

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Valorisant les dynamiques naturelles, l'agroécologie vise une agriculture à la fois associant préservation de l'environnement, qualité sanitaire des produits et rentabilité agricole. Elle conduit ainsi à repenser les systèmes de production agricole et les modèles économiques en réduisant notamment l'utilisation des intrants (engrais, produits phytopharmaceutiques, eau, carburants...). Par la mise en marché de produits de haute qualité sanitaire et environnementale, l'agroécologie est un vecteur d'innovation et de développement pour les entreprises d'agrofournitures, agroalimentaires et les exploitations agricoles.

Depuis 2015, les politiques publiques (Europe, État, Région) accordent une priorité croissante au financement des pratiques agroécologiques, en particulier au sein des programmes de développement

rural (PDR). Ainsi, le montant d'aide accordé en Normandie sous engagement agroécologique est en forte croissance, témoignant du soutien fort apporté à l'échelle régionale.

Dans un contexte de crise agricole, de réglementations contraignantes au niveau européen et national (Directive nitrate, Plan Ecophyto II+, PREPA (Plan de Réduction des pollutions atmosphériques), etc.) et de dérèglement climatique, la Normandie souhaite renforcer ses démarches de recherche et d'innovation en agroécologie avec un double objectif :

- Améliorer le bilan agro-environnemental (réduction des gaz à effet de serre, amélioration de la qualité de l'eau (limitation des pollutions des nappes phréatiques, préservation de la biodiversité)
- Sécuriser les revenus agricoles en maintenant les rendements tout en optimisant la qualité des produits récoltés. Une autre piste est la limitation des intrants et la mobilisation de la diversité microbienne des exploitations dans le cadre des transformations à la ferme (levains naturels pour les produits fermiers fermentés).

Force de la recherche académique de niveau national/international :

La Normandie dispose de plusieurs unités de recherche académiques regroupées au sein de la SFR NORVEGE (Normandie Végétal) et pouvant développer des thématiques relevant de la nutrition, le développement et de la santé des plantes pour définir des stratégies innovantes en Agroécologie (« Smart-Agriculture », « Smart Farming »), de la fédération de recherche SCALE (pour le volet bilan environnemental), et de la Fédération SESAD pour l'évaluation de la sécurité sanitaire, la qualité et la durabilité des productions animales et végétales et la rentabilité agricole en lien avec les dynamiques des fermentations naturelles.

Les collaborations multiples entre ces unités permettent le développement de projets multidisciplinaires nécessitant des compétences en agronomie, écologie, microbiologie, géologie et statistiques.

Les stratégies innovantes en agroécologie viseront plus particulièrement à :

- Innover en matière de conduites de cultures (diversification et rotation des cultures, agriculture de conservation, agroforesterie, agriculture bio, cultures associées, stratégies de lutte intégrée, modélisation, etc.) et de pratiques agricoles durables (biostimulants, nouveaux fertilisants, solutions de biocontrôle, éliciteurs de défense, microorganismes, microalgues, etc.).
- Développer/inventer des méthodes et des outils innovants de suivi du développement de l'état de santé et du statut nutritionnel des plantes pour un meilleur pilotage des intrants (développement d'outils de diagnostic et d'aide à la décision, agriculture connectée, solutions alternatives de phytoprotection, apports ciblés de fertilisants, robots agricoles, agromachinisme, modélisation, etc.).
- Développer/inventer des méthodes et instruments de cartographie innovante pour le suivi des propriétés physiques et structurales (hydriques, textures, mécaniques), pérennes et variables des sols à différentes échelles d'espace (emprise, profondeur) et de temps. Sur ces aspects le laboratoire M2C participe aux développements des méthodes de cartographie physique (thermique, électrique, électromagnétique) multi échelles (sol, drone, aéroporté) des sols sur le bassin de la Seine depuis la phase 7 (2016-2019) du programme national du PIREN Seine (Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'eau et l'environnement du bassin de la Seine) et est co-porteur d'un axe de recherche de la phase 8 (2020-2023) en collaboration avec la mission TRISHNA (CNES/ISRO) — Thermal infraRed Imaging Satellite for High-resolution

Natural resource Assessment — sur la calibration des flux thermiques sur le continuum sous-sol/sol/atmosphère.

- Optimiser la fertilité des sols pour une gestion durable de la nutrition et de la santé des plantes (caractérisation des interactions plante/microorganismes pour améliorer la disponibilité des minéraux et l'état sanitaire des sols). L'utilisation d'engrais verts tels que les légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique constituent une alternative intéressante à l'utilisation d'intrants chimiques. Il s'agit ici de développer des méthodes permettant de préciser/valoriser l'impact des légumineuses fixatrices d'azote en agroécologie. Ces méthodes passent notamment par la quantification de la rhizodéposition de l'azote par des légumineuses et l'impact de ces légumineuses sur la dynamique des éléments nutritifs (N et P) et les diversités génétiques et fonctionnelles de la microflore tellurique (projets RIN Rhizocom, RIN BEER de la SFR Normandie-Végétal).
- Innover en définissant des méthodologies d'utilisation des micro-organismes des fermes pour la réalisation de fermentations à façon, permettant de développer l'autonomie des systèmes de production et les pratiques de préservation et de valorisation de la diversité microbienne au sein des exploitations.

Gestion et préservation des ressources marines, sylvicoles, agricoles dans le contexte du changement climatique

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La gestion et la préservation des ressources issues de l'exploitation agricole, sylvicole, aquacole et des activités de pêche sont des aspects clés pour le développement durable du secteur de l'agroalimentaire en Normandie. Les changements globaux e.g. climatique (intempéries, canicules entres autres), biologique (espèces exotiques envahissantes, micro-organismes pathogènes émergents), anthropique (changement de mode d'usage des sols, évolution des pratiques d'élevage et de production, intensification de la mobilisation des ressources) impactent directement ces secteurs d'activités.

Il est donc nécessaire de développer des innovations afin d'adapter les pratiques favorisant une meilleure gestion des ressources clés de la Normandie en partenariat avec les professionnels notamment grâce à des structures comme le CENOPAC « Centre Normand de la Pêche, de l'Aquaculture et des Cultures Marines » ou encore le GIS AOP laitières de Normandie.

De plus, la Normandie dispose d'écosystèmes originaux, réservoirs de biodiversité (espèces prairiales, microorganismes, microalgues, sols...) dont la préservation et l'étude des individus et des fonctions est essentielle à leur valorisation au travers de collections. La gestion et la valorisation des prairies permanentes, prairies de marais en particulier, constituent un autre enjeu majeur en Normandie. Ces prairies conditionnent la pérennité de l'élevage et rendent un grand nombre de services écosystémiques comme l'accueil de la biodiversité floristique et faunistique, la pollinisation, la régulation des flux de nutriments, la régulation des flux et de la qualité de l'eau, la séquestration du C, la prévention de risque d'inondation. Ces services sont étudiés dans un certain nombre de projets (AgriZH, Surpas, Poliflor, Élevage et marais) associant des structures académiques et des gestionnaires des milieux (SFR NORVEGE, agence de l'eau, Chambres d'agriculture, Parcs Naturels Régionaux.) Sur le volet forestier, la forêt Normande est composée à 85 % d'essences feuilles majoritairement Hêtre et chêne pédonculé qui sont voués à disparaître à la fin du siècle en raison des modifications climatiques. La question des essences de substitution pour assurer la durabilité de la filière se pose sachant que leurs choix doivent prendre en compte l'impact environnemental global e.g. capacité de stockage du

carbone, qualité des eaux souterraines, préservation de la biodiversité, production, équilibre sylvo-cynégétique, préservation des paysages, préservation de la fertilité des sols.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

À la croisée des sciences sociales, agronomiques, environnementales, la Normandie dispose de plusieurs acteurs reconnus dans le domaine de la recherche et de l'innovation qui interviennent pour favoriser le développement de modes de gestion plus durables des ressources du territoire. Elle souhaite aujourd'hui conforter son action, en s'appuyant notamment sur les forces de recherche déjà mobilisées :

- RARE est une infrastructure de recherche inscrite sur la feuille de route nationale qui rassemble cinq réseaux de CRB (Centre de ressources biologiques) conservant les ressources génétiques, génomiques, et biologiques assemblées et caractérisées par la recherche sur les animaux les plantes, les arbres forestiers, les micro-organismes d'intérêt agronomique ou agro-alimentaire, les micro-organismes et organismes de l'environnement.
- Le Centre de Biodiversité des Microorganismes (SF ICORE 4206, Unicaen) rassemble :
 - o La collection Algobank qui conserve 500 microalgues,
 - o La collection UCMA conserve plus de 22 000 isolats microbiens d'intérêt agro-alimentaire (de la prairie aux aliments)
 - o Le Conservatoire Normand de la Microbiodiversité Alimentaire (CONOBIAL, centré sur la préservation de ressources microbiennes régionales d'intérêt agro-alimentaire et notamment laitier).
 - o Le laboratoire GlycoMEV de l'URN et ses compétences sur la glycosylation et la valorisation des microalgues reconnues internationalement (Programme H2020 Et Startup AlgoThera).
- Le Pôle « Espaces maritimes, sociétés littorales, interfaces portuaires » de la Maison de la Recherche en Sciences Humaines (MRSH) de Caen, associe historiens, géographes, économistes, juristes, linguistes, archéologues, ethnologues et sociologues pour l'étude du monde maritime. Le pôle « rural » de la MRSH de Caen associe historiens de toutes périodes, géographes de diverses spécialités, sociologues, linguistes sur les questions rurales.
- L'université de Rouen est depuis 2020 présente au comité de Tutelle (1ère Université co-tutelle) de l'Infra-Structure de Recherche IN-SYLVA France qui fédère les réseaux d'expérimentation étudiant les interactions entre pratiques, ressources génétiques et environnement ainsi que des plateformes analytiques caractérisant le climat, les sols et le matériel végétal à haut-débit, dispositifs expérimentaux fortement présents en Normandie.
- Le Centre de Recherche en Environnement Côtier (CREC) accueille des unités de recherche appartenant aux domaines de la biologie, de la chimie, de la géographie et de la géologie. Le CREC fournit un accès à la mer avec des équipements mutualisés — embarcations, bouées de mesure, structures d'élevage, drones, véhicules — gérés par un personnel dédié.
- Des laboratoires comme BOREA (laboratoire de Biologie des organismes et écosystèmes aquatiques) qui a pour objectif de comprendre, par une approche multidisciplinaire et intégrative, l'origine, le rôle et les mécanismes de l'évolution de la biodiversité aquatique (des molécules aux écosystèmes), les interactions des organismes entre eux et avec leurs milieux de vie et les réponses aux changements globaux, anthropiques et climatiques. Laboratoire associé ou à l'origine d'études en Normandie sur la gestion des stocks et la préservation des ressources de Mollusques (Céphalopodes, Huitres, bulots) et plus récemment de Crustacés.
- La fédération de recherche CNRS/URN/ULHN (FR-3730) SCALE (SCiences Appliquées à L'Environnement) a pour objectif de fédérer les recherches en sciences de l'environnement sur le territoire Normand sur les trois universités normandes ; elle fédère les UMR CNRS M2C

et LOMC, INERIS SEBIO et un pôle SHS comprenant des équipes de l'UMR CNRS IDEES, le CETAPS et l'équipe d'économie EDEHN, partenaire de l'IFREMER et du GIP Seine Aval. Les recherches menées au sein de la fédération de recherche SCALE se focalisent sur un site-atelier majeur à l'échelle européenne comprenant la vallée de Seine, son estuaire, son continuum plateau-bassin versant et son domaine côtier, ou des sites équivalents à l'étranger. Ces recherches s'inscrivent dans les problématiques « développement durable, changement planétaire et écosystème », et s'intègrent dans la zone atelier (ZA) Seine. SCALE propose des recherches sur les environnements aquatique et tellurique qui intègrent les impacts des activités humaines d'origine industrielle, agricole, sylvicole ou urbaine. Ces recherches s'appuient sur les sites régionaux des services nationaux d'observation labellisés CNRS, et dorénavant de l'infrastructure de recherche européenne eTER (Long Term Ecosystem Research In Europe). Pour cela la fédération SCALE s'appuie sur son important réseau de plateaux analytiques expérimentaux constituant sa plateforme en sciences de l'environnement : PRESEN. Ces plateaux permettent le développement d'outils d'évaluation, d'expertise et d'aide à la décision sur ses sites ateliers en vue d'une gestion intégrée des espaces estuariens (coteaux et bassins versants) littoraux et côtiers de l'estuaire, essentiellement de la baie de Seine et de la Manche orientale.

Qualité des systèmes de production

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La qualité des systèmes de production agricole a pour objectif principal de garantir une production durable sous label de qualité d'aliments sains d'origine végétale (céréales, oléoprotéagineuses, communautés prairiales, cultures légumières, algues, etc.) pour l'alimentation animale (élevage agricole et piscicole) et humaine dans un contexte socio-économique favorable (Projet Alimentaire Territorial, Plan national Protéines végétales pour l'autonomie protéique des élevages, etc.) et un changement des habitudes alimentaires (Plan Régional pour les Protéines Végétales destinées à l'alimentation humaine).

En partenariat avec des instituts techniques/station d'expérimentation (Arvalis, Terres Inovia, SILEBAN, RITTMO), les chambres d'agriculture, des coopératives (Agrial, Terre de Lin, Coop de Creully), des entreprises ou start-up (Roullier, Algaïa, Agrauxine, Via Végétale), de nombreuses unités de recherche (regroupées au sein de la SFR Normandie Végétale) se sont engagées à installer durablement une filière agricole de qualité via des projets dont les objectifs ont conduit à :

- Améliorer la qualité des fourrages et augmenter l'autonomie protéique des élevages (baisse des coûts de production (diminution des intrants) et des émissions de GES, réduction de l'empreinte carbone (circuit court)),
- Produire des aliments de haute qualité nutritionnelle et sanitaire (aliments riches acides gras et acides aminés essentiels, en glucides, en vitamines, en antioxydants, en micronutriments (biofortification), labels « bio », « zéro OGM », « zéro résidu de pesticides », etc.) pour la nutrition animale (élevage agricole et piscicole) et humaine.

Les filières agroalimentaires normandes sont largement représentées sur le territoire régional tout particulièrement grâce au bovin de race normande, par ses qualités de race mixte permettant une valorisation de produits laitiers et de produits viande. Différents acteurs tels que l'Université de Caen, Interbev Normandie et l'Institut de l'Élevage contribuent à la valorisation de la viande dans la région. À titre d'exemple, le projet Région FEADER COVER visant à diminuer les risques de contaminations de

carcasses lors de l'abattage en est une illustration, projet qui permet une collaboration de ces acteurs avec l'Université de Modena et Reggio-Emilia (Italie).

Le développement d'outils de transformation alimentaire performants et novateurs sur le territoire permet également la valorisation des productions agricoles régionales, et répond aux besoins des grands bassins de consommation de proximité. Face à des demandes nouvelles des consommateurs (des produits plus naturels, moins de traitement, moins d'emballage), l'industrie agroalimentaire est face au défi de garantir une sécurité sanitaire optimale tout en revisitant ses produits. Comment combiner recherche de plus de « naturalité » et abandon de certains additifs et conservateurs par exemple ? L'enjeu est ainsi de trouver des substituts ou des technologies adéquates.

Les industries agroalimentaires normandes innovent déjà dans cette direction. Le RMT Florepro qui regroupe 18 partenaires au niveau national, dont deux partenaires normands ont pour objectifs de développement de l'utilisation de cultures microbiennes pour la durabilité des filières agro-alimentaires et l'intégration de ces cultures dans des démarches de Clean Label. Il s'agit également de promouvoir le développement de solution de biopréservation afin de lutter contre le développement des altérations et limiter les pertes alimentaires. Dans ce cadre, l'E. A. 4651 ABTE, contribue au développement de la qualité des systèmes de production, comme l'illustrent les projets FEDER innovation CESam (développement de communautés barrières anti-Salmonella en filière laitière) et MoNArC (connaissance des communautés microbiennes en filière cidricole et prévention des altérations).

Force de la recherche académique de niveau national/international :

La fédération Sécurité Sanitaire Aliment Durable (SESAD), créée en 2020 entre les Universités de Caen et de Rouen, regroupe 5 unités de recherche académiques (LMSM, PBS-BRICS, U2RM, ABTE, PROTAL), 6 structures technologiques i.e. le laboratoire de contrôle sanitaire et vétérinaire LABEO, l'Institut Technique Agro-Industriel ACTALIA, les centres de recherche technologique PRAXENS et Corrodys, l'Institut de l'élevage IDELE et la Plateforme Technologique labellisée Normandie Sécurité Sanitaire, générant une puissance de recherche académique à visée technologique importante en lien avec l'objectif de la surveillance de la sécurité sanitaire, favorisant le développement, le transfert et la valorisation des connaissances des partenaires académiques. Les travaux des acteurs de la Fédération SESAD se focalisent en particulier sur i) la compréhension des écosystèmes alimentaires, des produits laitiers, cidricoles, végétaux, de la mer et carnés, ii) la caractérisation et la valorisation des microorganismes dans l'aliment, la synthèse d'écoproduits issus de produits agricoles, et iii) l'identification de nouvelles technologies appliquées à la santé, au bien-être et à l'alimentation.

Formation :

L'amélioration de la qualité des systèmes de production peut enfin s'appuyer sur plusieurs formations de référence : la formation d'ingénieurs agro-alimentaire de l'ESIX Normandie, le master Nutrition et Sciences des Aliments et le Master Microbiologie Industrielle et Biotechnologie de l'Université de Caen Normandie.

Valorisation des produits et coproduits d'origine agricole et marine

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La Normandie produit une grande diversité d'aliments et boissons et a développé une activité traditionnelle autour de produits reconnus par des signes d'identification de la qualité et de l'origine, des démarches de certification produit et des mentions valorisantes. Au travers de la marque

Normandie, la Région valorise la diversité des produits alimentaires régionaux (agricoles, transformés et fermentés).

Au cœur de la chaîne alimentaire, la valorisation des produits et des coproduits relève de multiples enjeux : économiques, sécurité sanitaire, environnementaux entre autres.

Valorisation des produits :

La Normandie est une région renommée pour la diversité, mais aussi pour la qualité de ses produits, avec notamment 13 Appellations d'Origine (AOP et AOC), 6 IGP (Indication d'Origine Protégée), 13 Label Rouge et une large gamme de produits BIO. La valorisation des produits alimentaires régionaux, quels qu'ils soient, passe par une meilleure connaissance et une maîtrise des matrices alimentaires, des communautés microbiennes (bactéries, levures et moisissures, phages) associées et de leurs interactions. La compréhension de la construction et du fonctionnement des communautés microbiennes des aliments, fermentés ou non, est un prérequis et peut permettre de définir des marqueurs de qualité et/ou d'authenticité des aliments. Au-delà de la connaissance de ces écosystèmes alimentaires, au sein desquels de nouvelles espèces microbiennes continuent d'être décrites, le développement de cultures microbiennes et ferments (ferments du futur) peut entrer dans une démarche d'innovation et contribuer à la valorisation des produits, notamment par le renforcement du lien au terroir, par la mise en avant de propriétés probiotiques/santé, ou par le développement de caractéristiques sensorielles, par une augmentation de leur valeur ajoutée, etc... À titre d'exemple, l'EA 4651 ABTE, dans le cadre des projets FEADER Coopération Infinylev (PEI Agri), ID-TYP et DEFI contribue à la valorisation de produits régionaux par l'intermédiaire des ferments et communautés microbiennes. Le RMT Filières Fromagères Valorisant leurs Terroirs (FFVT) regroupe 13 partenaires au niveau national, dont deux partenaires normands. Le champ d'action de ce RMT est organisé autour de quatre axes dont « Accompagner la production de fromage au lait cru et améliorer la connaissance sur ces produits ».

La Normandie dispose d'un acteur clé de l'enseignement supérieur et de la recherche dans ce domaine : l'Université de Caen Normandie avec sa formation d'ingénieurs en agro-alimentaire de l'ESIX, centrée sur les productions agro-alimentaires et le Master Nutrition et Sciences des Aliments, centrée sur la qualité des produits alimentaires (qualité sanitaire et nutritionnelle).

Valorisation des coproduits :

La valorisation des coproduits revient à transformer un coproduit souvent considéré comme un déchet qui représente donc un coût en termes d'évacuation, en une matière première dont la valeur génère un gain financier. Dans ce sens, elle est une opportunité pour les acteurs des secteurs agricoles ou de la mer d'améliorer la compétitivité de leur exploitation en générant un surplus de valeur ajoutée pour des usages alimentaires (animale et humaine) et non alimentaires (valorisation de la biomasse, biocarburants, matériaux bio-sourcés, biostimulants, biofertilisants, éliciteurs de défense ; molécules d'intérêt pour la chimie verte (propriété émulsifiante ou moussante), la cosmétique, la santé végétale, animale et humaine, etc.).

Dans le contexte normand, la valorisation des coproduits trouve tout naturellement des applications dans l'alimentation animale avec des enjeux en termes de performances de croissances induites par la composition protéique et le profil en acides aminés résultant, mais aussi en termes de bien-être animal grâce à la présence de molécules bioactives. Dans le cadre de collaborations public/privé, les molécules bioactives peuvent faire l'objet d'une concentration ou d'une extraction sélective avec des process industriels développés en scale-up à partir des phases pilotes réalisées en laboratoire de recherche. Très convoitées, ces molécules trouvent aussi des applications en santé animale et en cosmétique.

Sur un plan écologique, la valorisation des coproduits permet de générer de nouvelles sources de protéines sans mettre sous pression des écosystèmes déjà fragilisés par l'activité humaine. En effet, le développement de l'aquaculture depuis le début des années 80 - 7 MT/an en 1984 contre 70 MT en

2019 et une prévision de 90 MT en 2029 — se traduit par une demande toujours plus prégnante de protéines digestibles aux profils en acides aminés adaptés. Si actuellement la farine de poisson issue de la pêche minotière continue de répondre à la demande mondiale, les coproduits d'élevage représentent une solution alternative qui permettrait de limiter l'impact sur les écosystèmes marins.

L'AREA Normandie et Réséda ont réalisé en 2019 un rapport identifiant une soixantaine de coproduits issus de 13 secteurs économiques clés pour la Normandie (élevage, légumes, pêche par exemple). Cette étude a également mis en lumière un certain nombre de voies de valorisation permettant de développer de l'innovation. À titre d'exemple, les coproduits marins représentent en moyenne 50 % du poids de la matière première. Constitués des parties de l'animal non consommées par l'humain (têtes, arêtes, peaux, coquilles...), ils sont riches en protéines, lipides, minéraux et autres molécules d'intérêt et peuvent être transformés en différents produits : farine, hydrolysats peptidiques, huile, arômes, minéraux, fertilisants entre autres. Ils peuvent ainsi participer à la réduction de la pêche minotière qui a un impact négatif sur les écosystèmes marins, en limitant les prélèvements « d'espèces fourrage » en milieu naturel (anchois, maquereau, tacots, etc.). Pour cela, divers procédés sont mis en œuvre afin de stabiliser, séparer, purifier, fonctionnaliser et concentrer les produits d'intérêt en collaboration avec des laboratoires académiques universitaires tels que la FRE BOREA et avec l'appui de plateformes techniques de la SF ICORE 4206 telles que Proteogen (transcriptomique/peptidomique/protéomique) et le CMABio (microscopie). Des ponts existent entre les différents secteurs identifiés : les coproduits marins peuvent également être utilisés par l'agriculture pour la fertilisation des sols par exemple.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

La Normandie dispose de plusieurs acteurs clés de l'enseignement supérieur et de la recherche dans ce domaine :

- ESITC (école supérieure d'ingénieurs des travaux de la construction de Caen) qui dispose d'un laboratoire de recherche sur le développement de matériaux biosourcés innovants pour la construction. Deux projets sont en cours : BTONLIN et CobBauge. Tout en assurant les propriétés techniques, ces projets de recherche appliquée visent à diminuer l'impact environnemental des matériaux et à réduire la consommation de ressources naturelles périssables, notamment au travers de l'utilisation de matières premières biosourcées.
- L'unité de recherche BOREA « Biologie des organismes et Écosystèmes aquatiques » dont les travaux sur les co-produits issus de l'aquaculture ont permis mettre en évidence les propriétés fonctionnelles des hydrolysats peptidiques en pisciculture marine, comme intrant de substitution aux farines de poissons. L'hydrolyse des co-produits permet en effet d'obtenir une grande diversité de protéines et de peptides, parmi lesquels des peptides bioactifs antimicrobiens, antioxydants ou myotropes. Ces travaux ont été menés en collaboration avec la société DIANA SPF aquativ spécialisée dans le Petfood (2012-2018). Des travaux similaires sont programmés pour les prochaines années dans le cadre d'un programme public/privé en cours de négociation avec la société NextAlim, fabricant de farine d'insecte à partir de coproduits maraichers. Des travaux sont également menés au niveau européen comme le projet INTERREG RANTRANS « Rapid reduction of Nutrients in Transitional waters », en partenariat avec les Universités de Portsmouth et de Bournemouth, qui a pour objectif d'étudier des bénéfices sociétaux et économiques à travers la création d'emplois en développant le potentiel commercial des algues, des huîtres et des aliments de l'aquaculture au niveau régional en permettant d'améliorer la qualité écologique des masses d'eaux côtières et de transitions.

La région dispose par ailleurs d'autres structures de recherche travaillant en partie sur les biosourcés innovants comme les laboratoires dédiés aux matériaux des Universités de Caen et Rouen Normandie et de l'École nationale supérieure d'ingénieurs de Caen (ENSICAEN).

La Normandie dispose également de Normandie-Végétal (ou NORVEGE) qui est une fédération de recherche créée en 2017 et labellisée par l'HCERES. Elle regroupe plus de 100 scientifiques appartenant à des structures de recherche et de développement académiques (université et école d'ingénieur en agronomie) et non-académiques (instituts techniques, sociétés coopératives ou privées) de la région Normandie. La fédération et ses membres mènent des activités de recherche, de formation et de valorisation dans le domaine des sciences Végétales et Agroécologiques autour de 4 thématiques : Pathologies Végétales et Protection intégrée des Cultures/Biologie, Microbiologie et Fonctionnement du Sol/Écophysiologie et Nutrition Végétales/Communication dans le Microbiote Végétal. La fédération NORVEGE est centrée sur le partenariat public-privé pour le développement de solutions innovantes en agriculture et accompagner la transition agroécologique. La fédération développe des collaborations au niveau national (e.g., INRAe) et international et vient de cocréer une fédération de recherche internationale en sciences végétale « NORSEVE » avec une fédération Québécoise (centre SEVE).

Force des collaborations publiques-privées :

- UniLaSalle école d'ingénieur, qui dispose d'une Chaire Industrielle Agro-ressources et Matériaux BIOSourcés. Cette dernière est centrée sur la valorisation non alimentaire des agro-ressources en matériaux biosourcés (AMBIOS). Le programme de la Chaire prévoit la valorisation en synergie des compétences de trois établissements d'enseignement supérieur (ENSA-Normandie, ESITC-Caen, ISEL - Le Havre), des partenaires industriels (Agrial, Cap Seine, Groupe PAREX, Eco Technilin, KARIBATI), des acteurs de la filière agricole (La Chambre d'Agriculture de Normandie, Nov&Atech) et des institutionnels (Région Normandie, Métropole Rouen Normandie). Cette Chaire industrielle dispose d'un centre de caractérisation des agro ressources et matériaux biosourcés (Agro R Tech), et d'un programme de formation : Master of Sciences « Agroressources, logistics & biobased Materials ». Elle favorise ainsi le montage de projets collaboratifs de développement et d'innovation.

Force de l'animation de réseau :

Trois structures interviennent en Normandie dans l'animation des démarches de valorisation des produits et coproduits issus de l'agriculture et de la pêche :

- AREA Normandie est l'Association Régionale des Entreprises Alimentaires de Normandie, qui porte une dynamique renforcée au bénéfice de toute la filière agroalimentaire (PME agroalimentaires, coopératives, producteurs, filières ou acteurs du secteur agroalimentaire...). Portée par ses 220 adhérents, elle propose une offre de services complète pour : animer et défendre les intérêts de la filière alimentaire régionale. Elle mène depuis quelques années des études sur le gisement et la valorisation des coproduits des entreprises agroalimentaires normandes. Elle organise régulièrement des événements permettant de maintenir une dynamique auprès des acteurs locaux.
- Nov&Atech est une association normande créée à l'initiative des Chambres d'agriculture et des organisations professionnelles agricoles, combinant une nouvelle dynamique d'industriels et d'agriculteurs, au service d'un même objectif : l'essor d'une économie verte régionale. Sa mission est de valoriser les ressources agricoles normandes en produits renouvelables et innovants. Le réseau contribue ainsi à l'émergence de filières régionales biosourcées. Il associe

les compétences des producteurs, chercheurs et industriels autour de quatre domaines majeurs : les agro-matériaux de construction, les bioénergies, la chimie du végétal, les plastiques biosourcés. Son ambition est de renforcer ses partenariats avec la recherche et les acteurs industriels et de promouvoir l'innovation.

- Chimie Biosourcée Normandie est une association dont l'objet est de soutenir et d'accélérer le développement d'une chimie biosourcée fondée sur l'utilisation de ressources issues de la biomasse, et d'apporter une réponse à des enjeux de développement durable.

Exemples de projets de coopération interrégionale en cours :

Le projet collaboratif européen BIOCOMPLACK mené en Normandie (programme Horizon 2020 FTI Pilot-2015-1) regroupe 5 partenaires de nationalité espagnole, italienne et française avec la vocation de produire un nouvel emballage alimentaire barrière. Conçu de manière à être flexible, biosourcé, biodégradable et compostable industriellement, il mobilise une structure multicouche avec nanocristaux de cellulose (CNC) garante d'excellentes propriétés barrières. Il bénéficie d'une durée de vie prolongée tout en permettant une meilleure conservation des aliments.

4.2.2 Développer un mix énergétique vers zéro émission carbone

Production : énergies marines renouvelables et éolien

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Les Énergies Marines Renouvelables (EMR) ouvrent de nouvelles perspectives de marché pour les entreprises françaises sur le plan national et international. La Normandie, région maritime et industrielle, est reconnue comme un territoire d'excellence dans ce domaine. Les caractéristiques naturelles et géographiques de son littoral comme le courant du Raz Blanchard (un des courants les plus forts d'Europe avec un potentiel de 2 GW de puissance) constituent un gisement exceptionnel situé à proximité direct d'un bassin de consommation d'énergie. Ces aspects font de cette région un espace d'expérimentation pour les technologies d'avenir que constituent l'éolien en mer et l'hydrolien.

Ainsi, trois parcs éoliens en mer ont été installés ou sont en cours d'installation au large des côtes normandes, le premier au large de Fécamp, le deuxième au large de Dieppe-Le Tréport et le troisième face à Courseulles-sur-Mer. Ils totalisent près de 1500 MW de production électrique.

Par ailleurs, la Région Normandie s'est engagée, aux côtés des collectivités territoriales partenaires, en faveur du déploiement de l'hydrolien. Cela s'est notamment traduit par des investissements importants pour adapter le port de Cherbourg au développement d'activités liées aux énergies marines avec entre autres le projet pilote Normandie Hydro, porté par DCNS et EDF. Ce projet de ferme expérimentale d'hydroliennes constitue une étape décisive afin de valider les technologies, le modèle économique et l'organisation industrielle associée, avant le passage au stade industriel et la mise en service de premières fermes commerciales.

Le développement des activités liées aux énergies doit bénéficier aux petites et grandes entreprises régionales à la fois pour fournir le matériel et assurer la maintenance des installations. Ce réseau de sous-traitance est en cours de structuration. Il revêt un intérêt stratégique en matière de recherche et d'innovation. Les acteurs économiques du territoire sont mobilisés au sein de la filière. On peut citer les clusters et associations de filières comme Cluster Ouest Normandie Énergie Marines, la filière d'Excellence Normandie Énergies qui regroupent déjà entreprises et industriels pour soutenir la dynamique de développement.

Force de la recherche académique :

Le développement de l'expertise normande en la matière peut s'appuyer sur de nombreuses formations et de recherche en lien avec l'énergie et la mer. Avec le Groupement de Recherche CNRS (GDR) sur les EMR, des UMR CNRS LOMC, CORIA, M2C et des laboratoires universitaires (LUSAC, LMN, LMI) couvrant un large éventail d'expertise sur les éoliennes off-shore, les hydroliennes, houlomoteurs, génératrices électriques, impact sur le littoral et la faune, la Normandie dispose d'un continuum formation-recherche-transfert. La Région soutient ainsi des collaborations de recherche entre acteurs académiques et industrielles (projet INWIT et WAKE-OP avec SIEMENS-GAMESA)

Formation :

Trois Campus des Métiers des Qualifications (CMQ) ont été labellisés. Les campus des métiers et des qualifications « Industrie des énergies » à Cherbourg et « Énergies et efficacité énergétique » (CMQ3E) à Fécamp accueillent des étudiants depuis 2013.

Exemple de projet de coopération interrégionale en cours :

La Région Normandie est également engagée sur le projet INTERREG EUROPE APPROVE qui vise à apporter des réponses aux différentes contraintes freinant le développement des EMR : faible connaissance du public sur la thématique, déficit d'expertise des différents acteurs prenant part aux procédures d'autorisation administrative, acceptabilité citoyenne de la mise en œuvre des projets.

Des régions potentiellement partenaires

Les Pays de la Loire sont très actifs sur la recherche liée aux énergies marines renouvelables. Des coopérations interrégionales sont possibles avec cette région tout comme la Bretagne ainsi qu'à l'échelle européenne (Irlande, Danemark par exemple).

Des équipes normandes participent au montage d'un projet ADEME PIA sur l'hydrolien marin et estuarien pour lequel la partie estuarienne se situe en région Nouvelle-Aquitaine (estuaire de la Gironde+Garonne). La région Nouvelle-Aquitaine finance notamment le site d'essai hydrolien seeneoh : <http://seeneoh.com/>

En région Occitanie, deux projets de fermes pilotes éoliennes en cours au large de Gruissan ([projet EolMed, porté par Quadran Énergies Marines](#)) et de Leucate ([projet Éoliennes flottantes du Golfe du Lion-EFGL porté par Engie Green](#)). Elles devraient être mises en service en 2022.

Conversion et stockage : nouveaux vecteurs d'énergie

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Le stockage de l'énergie est au cœur des nouvelles problématiques énergétiques liées à l'optimisation de la production et de l'injection dans le réseau. La diversification croissante du mix énergétique via l'augmentation des énergies renouvelables (éolien, hydrolien, solaire, etc.) implique d'adapter le système de distribution d'énergie. Ce type d'énergie est produit par intermittence (en fonction des conditions de vent ou de marée) et il est donc nécessaire de développer des systèmes de stockage d'énergie efficaces. Ces derniers peuvent alors redistribuer l'énergie dans le réseau afin de répondre de manière constante à la demande lorsque la production baisse. À cet égard, les potentialités de l'intelligence du réseau, le « smart grid » qui permet de gérer plus finement l'adéquation entre la production irrégulière d'électricité et sa consommation, sont riches de promesses.

Terre de production d'énergie, de nombreux projets sont en cours de développement autour de ces problématiques qui constituent donc un axe stratégique important pour la recherche et le développement de la Normandie. Ainsi, plusieurs projets clés sont en cours de développement autour de deux technologies clés :

- L'hydrogène : la Région a lancé en 2018 un « Plan Normandie Hydrogène » élaboré en lien avec les entreprises les structures de recherche et associations, afin de structurer l'écosystème normand et de renforcer la place de l'hydrogène dans la transition énergétique normande. Dans ce cadre, une vingtaine de projets ont émergé, incluant par exemple le projet Interreg GENCOMM qui se propose de développer un modèle énergétique durable, basé sur l'hydrogène et ses dérivés, permettant une plus grande autonomie pour les communautés isolées.

L'hydrogène pose des enjeux scientifiques de premier plan :

- Amélioration de l'efficacité des systèmes de production (en particulier l'électrolyse)

- Développement de systèmes de production alternative
- Amélioration du coût des technologies :
 - o Développement de stacks de grandes capacités (électrolyse Alcaline)
 - o Augmentation de la durée de vie des stacks (électrolyse PEM)
 - o Substitution à l'utilisation de métaux rares (électrolyse PEM) et Piles à combustible
 - o Développement de modules containerisables (production à partir de biomasse, par pyrogazéification ou thermolyse)
- Optimisation du transport de l'hydrogène :
 - o Via les Infrastructure gazières ce qui nécessite :
 - Le développement de méthode de séparation et de comptage des gaz
 - D'évaluer l'Impact de l'injection d'hydrogène sur la tenue des matériaux
 - o Par camion :
 - Développement de réservoir haute pression supérieurs à 500 bars
- Développement de l'usage de l'hydrogène pour la mobilité, avec le développement de :
 - o Réservoirs pour véhicule plus compact, léger et facilement intégrable sur un véhicule
 - o Stockage liquide pour les stations hydrogène de forte compacité
 - o Solutions de refroidissement de l'H2 pour la distribution rapide de grande quantité en station
 - o Systèmes de contrôle intelligent pour optimiser les flux (stockage/ compression)
 - o Solutions digitales adaptées à l'H2 pour le contrôle de l'énergie
- Extension des usages :
 - o Développement de process de liquéfaction de l'hydrogène
 - o Développement de prototype permettant l'insertion d'H2 dans la mobilité lourde (Car, barge fluviale, bac, bateau) et l'aéronautique
- Acceptabilité sociale de l'hydrogène

Plusieurs de ces sujets seront au cœur des travaux des acteurs normands pour la période 2021-2027.

- Les batteries : la Métropole Rouen Normandie, l'UIMM (Union des industries et métiers de la métallurgie) et France Chimie se sont associés en 2019 afin de créer une filière batterie en Normandie, avec pour objectif de développer des systèmes de stockage pour les énergies renouvelables intermittentes et les automobiles électriques. Ce projet vise à doter la Région d'une filière de référence et d'excellence dans le domaine de la conception, de la fabrication, du réemploi et surtout du recyclage des batteries. Pour se faire, la filière veut se donner les moyens de couvrir toutes les étapes du cycle de vie des batteries de l'importation et la transformation des matières primaires, à la recherche, l'assemblage, le réemploi et le recyclage. L'axe Seine dispose de plusieurs établissements susceptibles de fournir les équipements constitutifs des batteries comme Eramet (seul établissement français du groupe à traiter le nickel), Acome et S-Industries ou encore Arkema et Morphosis pour le recyclage des métaux.

Ces dynamiques d'innovation permettent aujourd'hui à la Normandie d'occuper une place de premier plan sur ces thématiques à l'échelle européenne, et de conforter cette position dans les années à venir.

Une position de leader au niveau interrégional dans l'hydrogène :

La Normandie s'est positionnée aux côtés d'autres régions comme leader du partenariat européen interrégional H2 Valleys, lancé en mai 2019. Ce partenariat de modernisation industrielle vise à :

- Organiser le travail collaboratif entre les Régions membres du partenariat pour faciliter le montage de projets communs dans le domaine de l'hydrogène et des piles à combustible,

- Être un interlocuteur privilégié des institutions européennes en vue d'accompagner le lancement d'appels à projets pour le déploiement effectif des technologies pertinentes nécessaires à la transition énergétique des territoires.

Usages : efficacité énergétique pour une énergie abordable et propre

Contexte et enjeux pour la Normandie :

L'efficacité énergétique constitue un volet important de la transition énergétique. Elle s'appuie sur l'innovation d'une production d'énergie à haut rendement et une distribution optimisée via des réseaux intelligents. La part croissante prise par les énergies renouvelables variables dans le mix électrique de la Normandie implique des interactions de plus en plus complexes entre installations de production, réseaux électriques et gestion de la demande en électricité. Face à ce constat et en réponse à ces enjeux de la transition énergétique, il est impératif de développer de nouvelles innovations technologiques, mais également organisationnelles permettant de mieux gérer la production, l'acheminement et la consommation d'énergie.

Force des collaborations publiques-privées :

La décarbonation des secteurs de l'énergie repose naturellement sur l'efficacité énergétique des secteurs de l'énergie, de l'industrie et des transports. La Normandie est le berceau d'acteurs académiques reconnus : laboratoire du LabEx MC3 et du Carnot ESP développant une recherche de pointe en combustion, pour la production de chaleur à haute température et de récupération de chaleurs basse température, et veillant à un transfert actif de connaissance vers le monde socio-économique. Le laboratoire commun Certam, Coria (L3C), travaille, lui, sur la diminution de la production de polluants et gaz à effet de serre à travers une optimisation de la préparation du mélange carburé et d'un meilleur contrôle de la production. Ces orientations sont toutes centrées pour développer la sobriété des moyens de productions d'énergies dans différents secteurs, elles reposent sur des infrastructures expérimentales et développement calculs de haute performance (HPC) mis en réseau dans le GIS SUCCESS et le projet européen « Center of Excellence in Combustion » un des dix Centres of Excellence in HPC Applications. Le développement agile de ces outils avancés permet un transfert rapide dans les méthodes d'industrialisation. Les technologies numériques sont ainsi une composante importante de l'efficacité énergétique via des stratégies variées.

Force de l'animation de réseau :

La montée en compétences des acteurs normands sur ce thème peut s'appuyer sur un dispositif d'ampleur national en phase de structuration : le Campus des Métiers et des Qualifications Énergies et Efficacité énergétique (CMQ3E). Installé à Rouen, ce réseau d'acteurs souhaite contribuer au développement des filières des Énergies et de l'Efficacité énergétique en Normandie. Le but de son action est la montée en compétences de la formation sur les énergies et l'efficacité énergétique pour faire de l'Académie de Rouen et de la Région Normandie des références en la matière sur ce thème.

Impact : vieillissement des matériaux, émissions

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La région a développé un savoir-faire distinctif en matière de fiabilité et vieillissement des matériaux, compétence reconnue à travers de nombreuses structures de recherche (organisées au sein du réseau « matériaux ») : Labex EMC3 (centre des matériaux pour l'énergie et la combustion propres), Equipex GENESIS (groupe d'étude et de nanoanalyses des effets d'irradiations), GPM (Groupe de Physique des Matériaux), CRT analyse et surface, Carnot ESP, CEVIMAT (Centre Étude Vieillessement des Matériaux), LOMC (Laboratoire Ondes et Milieux Complexes) ou encore le LPC (Laboratoire de Physique Corpusculaire).

Les matériaux constituent une compétence importante pour le territoire, car transversale à un grand nombre de filières majeures : énergie, aéronautique, automobile. Toutefois, la spécificité normande autour du vieillissement des matériaux s'incarne avant tout dans le secteur de l'énergie. À titre d'exemple, le laboratoire d'étude et de modélisation des microstructures pour le vieillissement des matériaux (EM2VM) travaille sur la modélisation des mécanismes de vieillissement des matériaux utilisés dans les moyens de production d'électricité d'EDF. Pour une meilleure efficacité énergétique ou de nouveaux vecteurs énergétiques, les matériaux sont soumis à des environnements extrêmes altérant leurs propriétés : haute température, irradiation, gaz de synthèse. L'innovation en nouveaux matériaux, de procédés haute température ou de nouveaux combustibles, peut s'appuyer sur l'expertise présente en Normandie.

Le laboratoire Corrodys est un centre de technologies en corrosion, corrosion marine et biocorrosion qui réunit des spécialistes complémentaires pour expertiser et étudier sous tous leurs aspects les cas de corrosion et de biocorrosion rencontrés.

Force des collaborations publiques-privées :

ORANO, le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) et EDF collaborent avec les laboratoires académiques normands sur le vieillissement des matériaux dans les centrales nucléaires. Ces recherches se sont intensifiées dans le cadre du questionnement existant autour de la durée de vie des centrales nucléaires au point de justifier de la création d'une plateforme dédiée. Cet équipement de rayonnement mondial (labellisé équipement d'excellence GENESIS) est ouvert à l'ensemble des pays possédant des centrales nucléaires et ayant besoin de réaliser des recherches et des analyses portant sur :

- Le démantèlement des centrales nucléaires (déconstruction, décontamination)
- La performance et vieillissement des matériaux utilisés pour la production d'énergie dont résistance dans le temps des matériaux pour les éoliennes en mer
- La fiabilité et allègement des matériaux utilisés dans le secteur automobile et aéronautique permettant de réduire la consommation d'énergie
- La fiabilité et résistance dans le temps des matériaux biosourcés (notamment à base de lin dont la culture est majoritairement localisée en Normandie)
- La fiabilité des matériaux composites : tenue en température, propriété en termes de conduction, allègement.

La construction et la rénovation de bâtiments performants énergétiquement constituent le dernier axe de cette spécialisation énergie. En effet, une partie de l'efficacité énergétique passe par l'isolation des espaces chauffés (bâtiments, véhicules) afin de limiter les pertes, capter et recycler l'énergie. Pour ce faire, la performance et le vieillissement des matériaux isolants sont des leviers pour une meilleure gestion de l'énergie. La Normandie souhaite pour cela développer la recherche et l'innovation dans le domaine des matériaux. Ceci afin par exemple de développer des isolants biosourcés (laines de fibres végétales ou animales, de textile recyclé, ouate de cellulose, chènevotte, anas, bottes de paille, etc.)

ou encore dans la chimie (colles, adjuvants, peintures, etc.) qui limitent leurs impacts sur l'environnement tout en améliorant leur efficacité énergétique.

L'efficacité des systèmes de production d'énergie participe à réduire les émissions, particules ou polluants gazeux, et les matériaux catalytiques complètent cette orientation, pour une énergie propre et économe. La caractérisation de la formation in situ des polluants, de leur dispersion, accompagne l'innovation de la production d'énergie dans de nombreux secteurs économiques à l'appui de nombreux projets ANR, en collaboration avec des partenaires industriels. Le développement de matériaux catalytiques et la caractérisation operando des processus mis en jeu pour réduire les émissions polluantes. Ces axes sont inscrits dans le territoire Normand au sein du LabEx EMC3 et du Carnot ESP, avec un transfert fort vers le monde socio-économique comme le démontre les Chaires industrielles PERCEVAL et NanoClean ou encore le projet H2020 SOPRANO.

4.2.3 Transformer les process industriels pour une industrie performante, durable et digitale

Expérimentation d'innovations en matière de procédés, organisations ou produits/services en environnement industriel

Contexte et enjeux pour la Normandie :

À travers cet axe de développement, la Normandie souhaite conforter son rôle de démonstrateur territorial des innovations de demain au sein de chaînes de valeur industrielles de référence. L'enjeu est d'adapter les innovations technologiques (électronique, instrumentation, automatisation, robotique) et non technologiques (innovations économiques, organisationnelles, managériales, gestion des risques...) au monde industriel et aux besoins des clients finaux en termes de personnalisation des produits, de sécurité (traçabilité, analyse des risques) et de développement durable (écoconception, éco-fabrication, circuits courts, sobriété énergétique...).

La Région constitue pour cela un territoire d'expérimentation remarquable disposant d'une masse critique de centres de recherche et d'un tissu industriel dynamique et diversifié, apportant une expertise forte tant sur l'amont du cycle de fabrication (matériaux, conception...) que sur l'aval (logistique, recyclabilité...), sans oublier le processus lui-même ; à ce dernier titre, elle dispose de neuf sites industriels labellisés « Vitrine Industrie du futur » :

- Orano
- CMN
- Faurecia
- Schneider Electric
- La Normandise
- Nutriset
- Toshiba
- Bosch (usine référence au niveau mondial pour le Groupe Bosch)
- Cotral

L'usine Renault de Cléon est également reconnue comme une référence pour l'industrie du futur en France bien que non labellisée. Par ailleurs, la Normandie fait partie des 3 régions de France à disposer d'un salon dédié à l'industrie du futur avec le Grand Est et l'Aquitaine.

Forces de recherche partenariales

La Normandie dispose de nombreuses structures de recherche partenariale pouvant intervenir dans le domaine et pouvant faire le lien entre les laboratoires et les applicatifs industriels :

- L'institut Carnot ESP intervient sur des projets de recherche et développement multi-physique pour le compte de ses clients. En particulier, il développe des compétences et technologies pour l'innovation des entreprises sur les marchés-clés de l'énergie, mécanique des fluides réactifs, science des matériaux, vibro-acoustique, électronique embarquée, microélectronique, instrumentation scientifique, métrologie laser, ainsi que de la simulation numérique applicable au secteur industriel.
- L'institut Carnot I2C travaille au travers de ses différents pôles (1) au développement de méthodes de synthèse plus efficaces et propres, (2) au développement d'outils d'analyses

de très haute performance sur des équipements de pointe et méthodologies innovantes pour répondre aux enjeux analytiques des entreprises et (3) à développer des formulations de produits et matériaux innovants I2C regroupe 8 laboratoires couvrant un vaste champ des besoins d'expertise des entreprises, et opérant de nombreuses collaborations public-privé (conventions de collaboration, CIFRE, ...)

- Normandie Valorisation porte l'ensemble des activités de valorisation économique et de transfert des résultats de la recherche publique sur le territoire normand. Il a, en particulier, pour vocation de clarifier et d'unifier, à l'échelle de la COMUE Normandie Université, l'ensemble du dispositif de valorisation qui intègre les structures des établissements normands de manière complémentaire pour élargir son spectre de compétences et se rapprocher des entreprises
- Normandie Incubation est l'incubateur normand de « type Allègre » qui privilégie les projets en lien avec la recherche publique régionale. Il a permis de faire naître des jeunes entreprises innovantes dans différents domaines de l'industrie du futur comme la sécurité des systèmes d'information (6cure), la robotique (Conscience, Heraclès), les mesures, l'instrumentation et l'électronique (Proximal, Rainbowvision, Greensystem, Heatself), le traitement d'images (Starnav, Datexim...), les outils de gestion industrielle (Leancure), la documentation technique (Technodoc)...

La Normandie est d'ores et déjà un terreau d'expérimentation pour la recherche partenariale, comme l'illustrent les projets collaboratifs suivants :

- Le LCS est une unité mixte de recherche reconnue mondialement pour son excellence scientifique, qui a développé des instruments spécifiques pour les collaborations partenariales (via des projets subventionnés : ANR, FUI, EU, etc. ; ou via des contrats bilatéraux) avec des grands groupes comme Rhodia-Solvay, BASF, JM, PSA, Renault, Toyota, Total, UOP, Evonik, Michelin, IFPEN, ... ou des PME. En plus des connaissances fondamentales que ces échanges ont contribué à développer, un nombre important de brevets et licences ont transféré ces innovations vers l'industrie.
- Le CORIA est un laboratoire de reconnaissance internationale en aérothermochimie, développant depuis 30 ans une recherche partenariale avec de grands groupes industriels, financée par de nombreuses collaborations directes, des projets ANR PRCE, des FUI, des PIA-VE (projet IGAR en cours, avec Arcelor Mittal), H2020 (SOPRANO, LOOPS, Chairlift, STREAM). Ses partenaires industriels sont variés ADWEN, Air liquide, AIRBUS, ARCELOR MITTAL, ARIANE GROUPE, CEA, CNES, CONTINENTAL, DAHER, EDF, EFECTIS, ENGIE, ESA, IFPEN, INERIS, R&D VISION, RENAULT SPORT, RHODIA SOLVAY, Safran Aircraft Engines, Safran Helicopter Engines, Safran Nacelles, Safran Tech, Saint Gobain ISOVER, SIEMENS, VEOLIA, VINCI Technologie, ZODIAC, et ont conduit à 16 CIFRE depuis 2015 participant au continuum formation-recherche-transfert pour un transfert des connaissances les plus récentes vers le monde socio-économique.
- Le GREYC (Laboratoire de recherche en Sciences du numérique de Caen) est une structure de référence en matière de recherche. Il travaille en lien avec les entreprises de la Cosmetic Valley, le LITIS et le CESI sur le projet ATELYN (trAçabiliTE Longitudinale hYbride uNitaire) qui vise à développer deux prototypes de traçabilité de packaging de grande consommation (emballages de cosmétiques et barquettes alimentaires). Le GREYC développe également plusieurs projets de recherche partenariale à l'échelle nationale et internationale. À titre d'exemple :
 - o Projet METACONIC en association avec l'ANR et l'Academia Sinica de Taiwan)
 - o Projet H2020 NOMADS

- ANR SEMAPOLIS
- Projet H2020 FET OPEN
- Projet DynA3S
- Normastic est une fédération de recherche CNRS associant le GREYC et le LITIS et ayant vocation à réunir les chercheurs normands dans le domaine des STIC (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication). Ils développent des projets autour des données, apprentissages et connaissances, des systèmes complexes, Algorithmes et analyse d'images.
- Le LITIS collabore quant à lui, avec de grands groupes industriels (Airbus Deence and Space, Bio Mérieux, ITESOFT, Orange labs, Siemens, Valeo), mais aussi de petites entreprises. Une partie de ces recherches portent sur l'étude et le développement des processus d'interaction et de décision dans des communautés mixtes (où sont impliqués des agents logiciels et des humains) ou dans des systèmes cyber-physiques (où des éléments informatiques collaborent pour le contrôle et la commande d'entités physiques).
- Le CRIANN (Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie) s'est associé avec la société ADWEN pour développer des simulations numériques de grande échelle.
- ASPI travaille en lien avec l'école d'ingénieur ESIGELEC sur un contrôleur prédictif robuste de performances pour systèmes industriels.
- Le centre d'essai/expertise en acoustique, vibration et fiabilité (CEVAA) et le CRT Analyse et Surface collaborent autour des technologies d'analyse de défaillance de systèmes industriels.
- Cosmetic Valley s'est associé en Normandie avec l'école de commerce Neoma sur l'optimisation des Supply Chain.

Force de l'animation de réseau :

La Normandie dispose également d'une plateforme de recherche collaborative sur l'industrie du futur avec le LINEACT du CESI. Cette structure soutient plusieurs projets de recherche partenarial. A titre d'exemple, Le projet « Développer l'Expertise Future pour l'Industrie et la Construction (DEFI&Co) a été retenu dans le cadre de l'appel à projets « Partenariats pour la formation professionnelle et l'emploi » du Programme d'investissements d'avenir (PIA), piloté par la Caisse des Dépôts et Consignations pour le compte du Commissariat général à l'investissement.

La durée du projet est de 5 ans, le dispositif de coopération mis en place vise :

- La réalisation d'une recherche industrielle collaborative permettant de concevoir des dispositifs de formation aux nouveaux métiers liés à l'industrie du futur, au bâtiment du futur, et aux traitements de données massives nécessaires à leur implémentation
 - Le suivi du développement expérimental de ces dispositifs de formation sur tout le territoire national
- L'orientation des évolutions et améliorations de ces dispositifs une fois déployés à grande échelle.

Formation

Le CESI est une institution leader sur la formation à l'industrie du futur. Avec ses deux domaines applicatifs que sont : « La Ville du Futur » et « l'Industrie du Futur » ces derniers permettent de croiser les compétences métiers indispensables à la mise en œuvre de nos projets autour de nos thèmes scientifiques. Ils répondent aux deux grands défis que sont les transformations énergétique et numérique de nos sociétés. Les autres Ecoles ont des spécialités en lien direct avec ce thème : Ensicaen (Electronique, automatisme, transactions électroniques...), l'Esigelec (systèmes intelligents

connectés), l'Insa Rouen (Systèmes, risques industriels, génie des procédés, mécanique, modélisation...), l'Esix Cherbourg (process industriel).

Transformation digitale dans l'industrie

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La transformation digitale est un enjeu majeur pour l'ensemble de l'industrie, impliquant de nombreuses et profondes transformations tant dans ses métiers que dans ses offres de produits et services. Elle recoupe aussi bien l'optimisation des procédés industriels (conception, fabrication, maintenance, mesures...), que l'utilisation des technologies digitales (intelligence artificielle, simulations, échanges et traitements de données, robotique...) ou encore la numérisation des processus (flux produits et logistique, échanges inter-entreprises, gestion de production, sécurisation des échanges de données et de documents).

Cette transformation constitue une priorité stratégique pour l'avenir d'un territoire industriel comme la Normandie. La Région dispose à cet égard de plusieurs forces d'innovation qui développent des projets de collaboration ambitieux.

Exemple de projets de recherche collaboratifs :

- Dans le domaine de la réalité virtuelle, Renault travaille avec la start-up Keyveo pour créer des outils de réalité virtuelle destinés à la formation de ses collaborateurs. Keyveo développe ainsi plusieurs modules de formation en réalité virtuelle à destination de l'industrie. À titre d'exemple, « UIMM - FORMATION À L'USINAGE » est un module à destination des nouveaux apprentis usineurs. Créé en collaboration avec le CFAI de l'UIMM Rouen-Dieppe, ce module restitue tout le parcours de création d'une pièce à l'aide d'une machine d'usinage-fraisage à commande numérique, de l'utilisation du plan de fabrication jusqu'à l'obtention d'une pièce bonne. De leur côté, les donneurs d'ordre de l'industrie nucléaire (EDF, Orano) collaborent étroitement avec la société Oreka (elle-même associée au laboratoire GREYC) pour développer des outils de réalité virtuelle permettant en particulier de gérer les flux dans le domaine industriel (flux de personnes, flux de matières, supply chain par exemple)
- Le CRIANN (Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie) développe avec la start-up Metigate des technologies de prédiction de tendance de vente via l'intelligence artificielle. Le Centre collabore également avec SIDEL sur des technologies de simulation industrielle.
- Le GREYC (Laboratoire de recherche en Sciences du numérique de Caen) s'est associé avec succès à plusieurs entreprises normandes sur des projets de R&D : avec la start-up Conscience Robotics le laboratoire conçoit des systèmes d'exploitation pour robotique applicable dans l'industrie. Le GREYC collabore également avec Effinov sur le développement de systèmes embarqués, les automates et la télémaintenance. Enfin, le laboratoire travaille en lien avec l'entreprise ELITT sur la mise au point de tests technologiques sans contact pour l'industrie.
- L'entreprise Eldim s'est associée à des laboratoires caennais pour le développement de systèmes optiques innovants pour l'industrie permettant, par exemple, le développement du système de reconnaissance faciale de l'iPhone.
- La société AXIANS collabore avec l'école d'ingénieurs CESI sur le développement d'objets connectés pour les systèmes industriels. Cette collaboration se fait au travers de la Chaire d'enseignement et de recherche « Industries et Services de demain » qui associe CISCO et

VINCI Énergie. Les activités de cette Chaire se structurent autour de thèmes tels que : l'usine du futur, les bâtiments intelligents, la ville intelligente au travers de l'innovation numérique, les objets connectés.

- La SANEF (Société des autoroutes du Nord et de l'Est de la France) s'est associée à l'école d'ingénieurs ESIGELEC pour développer des projets d'innovation dans le secteur des transmissions sécurisées pour la communication.
- L'entreprise SIATECH est également associée à l'ESIGELEC sur des projets visant à améliorer la localisation précise des objets en usine via des systèmes de capteurs intelligents.

Ces exemples illustrent la variété des secteurs industriels mobilisés.

Optimisation de la performance énergétique de l'industrie

Contexte et enjeux pour la Normandie :

L'industrie contribue à une consommation substantielle d'énergie en France avec un quart de la consommation finale nationale d'énergie et un tiers de la consommation d'électricité. Cette consommation induit des émissions importantes de gaz à effet de serre, une dépendance énergétique et des charges toujours plus conséquentes pour les industriels. La maîtrise des consommations et l'amélioration de l'efficacité énergétique dans l'industrie représentent donc des enjeux majeurs tant pour l'environnement que la compétitivité. En ce sens, l'industrie française a ainsi diminué sa consommation énergétique de 11 % et ses émissions de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2014. Ces dynamiques qui se poursuivent actuellement sont un vecteur d'innovation important.

L'industrie a un deuxième rôle à jouer dans la transition énergétique, celui d'optimiser le modèle énergétique des produits qu'elle fabrique. Le meilleur exemple est le domaine automobile pour lequel il est important d'optimiser la consommation d'énergie des usines de production, mais aussi de proposer des véhicules de moins en moins énergivores et utilisant de plus des énergies propres et renouvelables et, pour cela de réfléchir à toute la chaîne du produit (batteries, bornes de rechargement, stockage de l'énergie...). Un second exemple est l'utilisation par certaines industries comme la cosmétique au travers du flaconnage de procédés dits de « haute température ». Ces processus de fabrications sont très consommateurs d'énergie et la chaleur produite pourrait être valorisée en la captant et en la redistribuant dans des réseaux de chaleur intelligents.

La Normandie apparaît comme un territoire d'expérimentation unique en la matière. Productrice majeure d'énergie en France, elle associe un tissu industriel très développé à une expertise académique forte autour de l'énergie (production et usage). Par ailleurs, un soutien actif est apporté au développement des énergies renouvelables marines, de l'hydrogène et des batteries qui participent ainsi à limiter l'impact énergétique global. En coopération avec les filières industrielles et artisanales, le Conseil régional soutient les projets communs de PME/PMI pour une réduction des gaz à effet de serre, grâce à des procédés plus propres, plus sobres. Pour revenir sur l'exemple de l'automobile, la Normandie dispose à Cléon de la seule usine du groupe Renault pour la fabrication des moteurs électriques, ce qui permet d'appréhender la transition énergétique du véhicule électrique de bout en bout de la chaîne entièrement en région.

La Normandie dispose donc d'un environnement favorable au développement de projets d'innovation visant à optimiser la performance énergétique du secteur industriel. La Région souhaite au travers de cet axe de développement, fédérer l'ensemble des acteurs de la recherche et de l'innovation publique et privée afin d'améliorer la performance énergétique du secteur industriel à horizon 2027.

Force de la recherche académique :

Le Centre d'études et de recherches pour les entreprises Energies Propres (CERTI EP) de l'INSA Rouen a pour vocation d'initier et gérer des activités de prestation et de transfert technologique au sein de l'INSA Rouen Normandie sur les thèmes suivants :

- La combustion industrielle
- L'hydraulique expérimentale et numérique
- La pollution atmosphérique
- L'utilisation et la gestion de l'énergie
- Les systèmes énergétiques respectueux de l'environnement (efficaces, économes et durables)
- Les carburants issus de la biomasse

Le CERTI EP a aussi pour vocation d'être un support pour l'industrie régionale en matière de formation professionnelle dans le cadre de ses compétences. Il entretient des liens étroits avec les départements d'enseignement de l'INSA Rouen Normandie et notamment le département Énergétique et Propulsion, mais aussi avec les laboratoires de recherche de l'école. Ce CERTI se situe au cœur d'un environnement scientifique et technique de qualité du fait de sa localisation au sein du Technopôle du Madrillet.

Le Labex EMC3 dispose quant à lui d'axe Matériaux pour l'énergie qui implique les compétences de 5 des 7 laboratoires membres. Sur la période 2011-2017, le LabEx EMC3 a financé 24 projets sur cet axe de recherche : 14 projets courts, 8 projets longs et 2 projets Attractivité pour un montant de financement à hauteur de 5 153 k€.

Acteurs économiques :

La Normandie dispose également d'un réseau de start-up innovantes qui accompagnent les industriels dans la transformation de leur modèle énergétique :

- Green Systèmes est une startup basée au Havre experte dans les développements logiciels et électroniques dédiés à l'optimisation de la performance énergétique des bâtiments, équipements et process.
- ULTIWATT est une entreprise basée au Madrillet qui développe un système de capteurs, d'analyse et d'optimisation des consommations énergétiques pour l'industrie.
- DIMOE est une entreprise qui réalise des diagnostics énergétiques pour les industriels.

Force de l'animation de réseau :

La montée en compétences des acteurs normands sur ce thème peut également s'appuyer sur un dispositif d'ampleur nationale en phase de structuration : le Campus des Métiers et des Qualifications Énergies et Efficacité énergétique (CMQ3E). Installé à Rouen, ce réseau d'acteurs souhaite contribuer au développement des filières des Énergies et de l'Efficacité énergétique en Normandie. Le but de son action est la montée en compétences de la formation sur les énergies et l'efficacité énergétique pour faire de l'Académie de Rouen et de la Région Normandie des références en la matière sur ce thème.

Valorisation de la matière et performances des matériaux dans l'industrie

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Les matériaux sont, par nature, un élément clé de la production manufacturière, en tant qu'élément direct du produit final, mais aussi en tant que constituant d'un composant du produit (par exemple les matériaux entrant dans la composition d'une puce électronique). De ce fait, la valorisation de la matière et la performance des matériaux constituent deux problématiques centrales de la transformation des processus industriels tout au long du cycle de fabrication du produit.

Dans ce domaine, le premier enjeu est le développement durable. Au cœur des enjeux de la transition écologique et responsable de l'industrie se trouvent le remplacement des matériaux « critiques » (produits à base d'hydrocarbures par exemple) utilisés jusqu'à présent par l'industrie par de nouveaux matériaux totalement biosourcés ou par des matériaux composites incluant une part de matériaux biosourcés, ainsi que la valorisation des déchets et la recyclabilité des matériaux pour tendre vers une économie plus circulaire.

Le second enjeu consiste à identifier puis donner de nouvelles propriétés aux matériaux pour obtenir des matériaux plus performants. Il s'agit soit de faire évoluer les matériaux existants, soit de développer de nouveaux matériaux intelligents qui, au-delà de l'enjeu environnemental de leur composition, intègrent de nouvelles caractéristiques physiques, mécaniques, énergétiques ou de durabilité, ou bien apportent de nouvelles fonctionnalités.

Autour de ces deux enjeux, le potentiel d'innovation est énorme, et très différent d'un secteur industriel à l'autre, avec des problématiques qui leur sont propres. Par exemple, l'aéronautique et l'automobile vont chercher des solutions pour substituer des matières plastiques par le biais des matériaux biosourcés, mais également pour alléger les véhicules afin de baisser la consommation en énergie. Quant à lui, le secteur de la construction va utiliser les matériaux biosourcés afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments par l'isolation ou utiliser des matériaux de fin de cycle (déchets) pour la construction de routes (exemple de l'utilisation de coquilles d'huitres). Sans oublier d'une manière plus transversale l'importance du retour d'image client que l'intégration de matériaux écologiques donne aux produits mis sur le marché.

Compétences normandes en matière de matériaux :

Au regard des enjeux précédemment cités, la Normandie présente des compétences spécifiques en matière de recherche et formation dans le domaine des matériaux biosourcés, durables et intelligents ainsi que sur le vieillissement des matériaux. La recherche de haut niveau menée au sein des laboratoires répond aux besoins et aux problématiques d'innovation du tissu industriel local, ce qui constitue un réel levier pour générer l'innovation nécessaire au développement des filières clés du territoire. Voici quelques exemples :

Développement de matériaux biosourcés :

- La filière du lin et du chanvre normande valorise sa production au travers de plusieurs matériaux biosourcés utilisés pour la construction, l'isolation de bâtiments, la filtration, l'aéronautique ou encore l'automobile. À titre d'exemple l'entreprise normande EcoTechnilin collabore avec l'industrie de l'automobile sur des matériaux visant à l'allègement ou au renfort de certaines pièces de garniture intérieure, pour l'habitacle ou le coffre, le compartiment moteur ou encore le bas de caisse.

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- La Chaire Industrielle Agro-ressources et Matériaux biosourcés Normandie le l'UniLaSalle est centrée sur la sur la valorisation non alimentaire des agro-ressources en matériaux biosourcés. Elle dispose d'un centre R&D AGROrTECH qui travaille sur la caractérisation des agroressources et des matériaux biosourcés
- Le laboratoire Catalyse et Spectrochimie (LCS) qui travaille sur les biocarburants
- Le laboratoire COBRA qui travaille sur les combustibles biosourcés

Développement de matériaux intelligents :

- L'Unité Mixte de Service : le Centre National de Recherche Technologique des Matériaux (CNRT Matériaux) de l'ENSI Caen. Cette structure a pour mission de renforcer une recherche technologique partenariale de haut niveau dans les domaines spécifiques des matériaux fonctionnels et de structures pour l'industrie (matériaux pour la Photonique, pour la catalyse, matériaux thermoélectrique et composites)
- LECAP (Laboratoire d'Étude et de Caractérisation des Amorphes et Polymères)
- L'Institut supérieur de plasturgie d'Alençon
- L'École Supérieure d'Ingénieurs des Techniques de la Construction (ESITC)
- Le Labex EMC3 : Centre des Matériaux pour l'énergie et de la combustion propre
- Les Equipex GENESIS (groupe d'étude et de nanoanalyses des effets d'irradiations), GPM (Groupe de Physique des Matériaux)

Performance et vieillissement des matériaux :

- 5 Unités Mixtes de Recherche CNRS : le laboratoire d'étude et de modélisation des microstructures pour le vieillissement des matériaux (EM2VM), le laboratoire de cristallographie et sciences des matériaux (CRISMAT), le Centre de recherche sur les ions, les matériaux et la photonique (CIMAP), le Laboratoire Catalyse et Spectrochimie (LCS) et le Laboratoire de Chimie Moléculaire et Thioorganique (LCMT)
- Le CEVIMAT (Centre Étude Vieillissement des Matériaux)
- Le CRT Analyses & Surfaces développe une expertise sur la caractérisation et l'analyse du vieillissement des matériaux
- ATRON est né d'une ambition forte de CERAP, filiale du groupe ENGIE, de consolider son positionnement dans l'instrumentation nucléaire au moyen d'une technologie de rupture qui vise à abandonner l'utilisation de sources radioactives au profit d'une irradiation maîtrisée. En partenariat avec des laboratoires du CNRS et du CEA, ATRON réalise la vérification de l'étalonnage de radiamètres avec un faisceau d'électrons et un champ d'irradiation X raccordé à une source primaire de rayonnement.

Valorisation des déchets recyclabilité des matériaux et économie circulaire :

- La Chaire Industrielle Agro-ressources et Matériaux biosourcés Normandie le l'UniLaSalle est centrée sur la sur la valorisation non alimentaire des agro-ressources en matériaux biosourcés. Elle travaille entre autres sur la valorisation de la biomasse.
- Normandie Biomasse est une association qui anime plusieurs missions d'intérêt général en Normandie. Ces missions ont vocation à promouvoir et développer les filières de valorisation énergétique et agronomique de la biomasse, la valorisation des déchets et la maîtrise de l'énergie.

La Normandie bénéficie également de la présence sur son territoire d'une offre importante de formations supérieures dans ce domaine :

- Au CIRIAM en « mécanique et génie des matériaux » ;
- A l'UCBN et ENSICAEN en Chimie, Matériaux, Physique du Solide ;
- A l'ESITC sur des problématiques liées au bâtiment ;
- A l'ISPA avec une spécialisation « Polymères & composites » ;

Pour finir, voici quelques exemples de projets d'innovation sur les matières et matériaux réalisés en Normandie :

Matériaux biosourcés/Valorisation de la Biomasse :

- Le Laboratoire Catalyse et spectrochimie (LCS) a mené dans le cadre du FEDER 2014-2020 le projet BIOCAR. L'objectif de ce projet est de développer un procédé innovant basé sur l'absorption sélective conduisant à la diminution de la teneur en impuretés phénoliques des biocarburants afin de limiter en sortie moteur les émissions de molécules toxiques.
- Le laboratoire COBRA a mené dans le cadre du FEDER 2014-2020 le projet BioénAIRgy. L'objectif de ce projet est de mettre en place un pôle de recherche et d'expertise en analyse des polluants issus des combustibles biosourcés. Dans ce cadre, ce projet vise à équiper les laboratoires d'instruments de suivi d'analyse des polluants. Les différents équipements acquis dans le cadre du projet BioénAIRgy permettent de mettre ainsi en place une plateforme exceptionnelle d'analyse environnementale.
- Les entreprises Depestele et Acome se sont associées au laboratoire de Cristallographie et Sciences des Matériaux (CRISMAT) sur la valorisation du lin en matières composites.

Matériaux intelligents :

- Le CNRT Matériaux a développé un gant multifonction 4.0 grâce à la mise au point d'un matériau intelligent.
- Le laboratoire de Cristallographie et sciences des matériaux (CRISMAT) a mené dans le cadre du FEDER 2014-2020 le projet HYM RESUM visant à synthétiser des matériaux multifonctionnels supraconducteurs ou possédant simultanément au sein de leur structure un ordre magnétique (ferromagnétique) et une polarisation électrique (ferroélectrique)

Performance et vieillissement des matériaux :

- CORRODYS, la plateforme PISSARO, le laboratoire GREYC de l'Université de Normandie, et TOTAL se sont associés autour du projet PROCOMIC qui a pour objectif d'identifier de nouveaux biomarqueurs de la biocorrosion de l'acier.
- Parex, Ecotechnilin et Unilasalle se sont associés autour de projets visant à assurer la performance de matériaux répondant aux principes du développement durable et en cohérence avec la législation entourant les matériaux de construction.
- Atron (collaboration industrie/recherche — CERAP/LPC — précisément sur l'irradiation et l'instrumentation nucléaire.). L'une des forces régionales est aussi le travail fait sur l'irradiation de matériaux en support de l'industrie nucléaire.
- Une force régionale est le travail fait sur l'irradiation de matériaux en support de l'industrie nucléaire pour un des enjeux majeurs de la transition énergétique (par exemple la durée de vie des centrales nucléaires) ; parmi les succès de la collaboration industrie/recherche, la création de la co-entreprise Atron (au sein du groupe CERAP) issue de la collaboration avec le LPC sur l'irradiation et l'instrumentation nucléaire.

4.2.4 Développer de nouvelles solutions de mobilité bas-carbone efficaces et sécurisées

Performance des vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion

Contexte et enjeux pour la Normandie :

La Normandie est reconnue comme une terre d'excellence dans la conception et la fabrication des systèmes de propulsion et dans les vecteurs énergétiques. Le domaine de la propulsion croise l'ensemble de l'industrie de la mobilité en passant par le développement de nouveaux moteurs automobiles, toujours plus propres et économiques, jusqu'à la motorisation de la fusée Ariane à Vernon au sein de Snecma par exemple. C'est un secteur économique fort, vecteur de nombreux projets d'innovation et de développement économique.

Force des collaborations publiques-privées :

La présence d'acteurs de la recherche publique et privée de premier ordre témoigne du dynamisme de la filière :

- L'institut Carnot ESP, créé en 2006, est un acteur majeur de la recherche à finalité industrielle. Ses équipes sont reconnues tant pour leurs compétences scientifiques que pour leurs moyens expérimentaux et équipements, constamment à la pointe de la technologie. Axant ses activités sur le développement de systèmes de production et transport d'énergie, le développement des systèmes de propulsion plus performants et respectueux de l'environnement, l'ESP développe des actions de recherche et développement au bénéfice de l'innovation des entreprises du domaine aéronautique.
- Le LabEx EMC3, composé de 7 UMR CNRS, constitue une plateforme de recherche unique sur les matériaux pour l'énergie, la combustion propre et l'instrumentation donc les développements bénéficient à l'innovation du secteur automobile et aéronautique. Regroupant 700 personnes, dont plus de 200 doctorants, il promeut une recherche d'excellence dans les thématiques "matériaux pour l'énergie" (récupération de l'énergie, diminution de la consommation électrique, vieillissement des matériaux) et "combustion propre" (combustion propre et économe, nouveaux carburants, dépollution). Ces deux thématiques s'appuient sur des développements d'instruments de pointe faisant appel à des technologies communes (lasers, spectroscopies...).
- La chaire industrielle PERCEVAL est dédiée aux moteurs des avions de demain, avec pour objectif de préparer l'avenir pour rendre les moteurs aéronautiques propres et efficaces. Lancée par Safran Tech, le Coria et l'INSA Rouen, et subventionnée par l'Agence Nationale de Recherche (ANR), la Chaire Perceval s'applique à imaginer les moteurs de demain, avec une forte réduction des émissions de polluants.
- Le réseau Normandie AeroEspace (156 adhérents en 2019) rassemble les industriels normands des secteurs du spatial, de l'aéronautique et de la défense, et œuvre activement pour le développement de projets d'innovation dans le domaine des moteurs. Ils ont notamment mis en place en 2017 un partenariat avec l'institut Carnot ESP, qui a pour objectif de soutenir des industriels sur le champ de la recherche, technologie et innovation, en lien avec les thématiques de la filière : gestion du cycle (combustion...) ; intégration moteur-nacelle (le métier SAFRAN-Nacelles près du Havre) ; nouvelles technologies de turbomachines, carburants ; bancs d'essai et instrumentation pour le moteur ; pile à combustible-batteries. Le

partenariat prévoit également des animations territoriales sur l'orientation technologique « Énergie – optimisation et nouvelles technologies de propulsion », ainsi que la structuration de moyens et d'équipements afin de faciliter leur diffusion auprès des industriels.

- Sur l'innovation dans les vecteurs énergétiques, Énergie Total a lancé en 2015 en association avec le CNRS, l'INSA de Rouen, les Universités de Rouen et de Pau, son centre de recherche de Gonfreville. Il s'agit d'un laboratoire tourné vers la recherche moléculaire de pointe dont l'objet est de permettre à l'industrie de progresser dans l'optimisation de l'utilisation des ressources (fossiles et issues de la biomasse). Son ambition est donc d'améliorer l'efficacité énergétique des carburants tout en réduisant l'impact de ses activités sur l'environnement.

Force de l'animation de réseau :

Enfin, d'autres acteurs interviennent sur ces problématiques comme les pôles de compétitivité Mov'eo dont la mission est notamment de : favoriser le développement de projets et business collaboratifs entre ses membres, contribuer au développement en région des entreprises, en particulier des PME et animer l'innovation de la filière ou encore Normandie Énergie qui organisent régulièrement des événements en lien avec les systèmes de propulsion du futur.

Ils sont autant de forces pour continuer de construire l'excellence normande en matière de vecteurs énergétiques et systèmes de propulsion.

Logistique efficiente et sécurisée

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Cet axe stratégique est dédié à la logistique des biens qui tient une place importante au sein de l'économie normande. À titre d'exemple, le port du Havre, avec près de 20 millions de consommateurs dans un rayon de 300 km, est une infrastructure majeure à l'échelle régionale et nationale. Le transport et la logistique font aujourd'hui face à la nécessité de faire évoluer leurs pratiques, notamment en matière de protection de l'environnement. Ces mutations sont vectrices d'innovations et de nombreux projets sont en cours de structuration sur le territoire.

À titre d'exemple, le projet « Smart Port City » du Havre, lauréat en 2019 de l'appel à projets Territoires d'Innovation, s'inscrit dans cette dynamique. Regroupant des acteurs économiques et institutionnels il a pour objectif de doter le territoire des outils pour faire face aux grandes mutations du secteur. Il fédère entre autres :

- Des acteurs portuaires publics et privés, tels que le GPMH, Haropa, TRAFIS — GIS regroupant la SOGET, HAROPA, les Douanes et l'ISEL — et l'Union Maritime et Portuaire
- Des entreprises, soutenues par la CCI Seine Estuaire, le Havre Développement, avec EDF, la SOGET, Orange, ou encore SINAY
- Les industriels du territoire et leurs salariés représentés par l'association industrielle Synerzip LH
- Les acteurs académiques et du monde de la recherche avec l'Université Le Havre Normandie, l'École Nationale Supérieure Maritime, l'Institut Supérieur de la Logistique
- Des associations comme le Port Center et l'Agence d'Urbanisme de la région du Havre et de l'Estuaire de la Seine
- La Région Normandie

Ce projet doit contribuer, via l'innovation, à l'attractivité et la compétitivité du territoire normand au bénéfice de ses habitants, en engageant des actions répondant aux enjeux communs sur la Vallée de la Seine pour le développement urbain, portuaire et industriel.

La Normandie dispose également d'un écosystème d'innovation et de formation remarquablement riche dans le secteur de la logistique et des transports.

Force de la recherche académique :

- La Fédération SF LOG permet de réunir des équipes issues de disciplines très diverses ayant toutes la logistique comme champ d'application.

Force des collaborations publiques-privées :

- Le CRITT Transport & Logistique, centre de conseil et d'innovation en logistique

Force de l'animation de réseau :

- Deux Territoires d'Innovation (PIA TIGA Smart Port City et PIA TIGA Rouen Mobilité intelligente)
- Nov@log, unique pôle de compétitivité dédié à la logistique et à la supply chain (152 adhérents en 2018). Acteur de référence pour l'émergence, l'accompagnement, la labellisation et la recherche de financement de projets collaboratifs innovants, Nov@log consacre un effort important à l'émergence et à la construction de leurs projets d'innovation logistique et favorise ainsi, leur développement économique.
- Logistique Seine-Normandie est un réseau d'excellence des acteurs de la logistique fédérant 185 adhérents (Transporteurs, Prestataires logistiques, Industriels, Ports, Structures publiques et parapubliques). L'objectif de cette structure est d'accompagner les entreprises du secteur pour soutenir leur compétitivité.
- Normandie Maritime est une association qui a pour mission la promotion, le développement et la coordination de la filière régionale de l'économie maritime et fluviale.
- Le Comptoir de la Logistique, guichet de valorisation en ingénierie logistique géré par l'ISEL

Formation :

- L'Institut Supérieur d'Études Logistiques (ISEL), l'une des 5 écoles en France délivrant le titre d'Ingénieur Logistique
- IDIT – Institut du Droit international des Transports et de la mobilité
- Le Campus de l'École Nationale Supérieure Maritime (ENSM) et Institut Portuaire d'Enseignement et de Recherche (IPER)

Mobilité intelligente et numérique

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Se déplacer plus vite, plus loin, de manière plus sûre et moins coûteuse tout en limitant l'impact environnemental de ses déplacements est un enjeu majeur. Les technologies numériques constituent un outil central pour y répondre. Elles font évoluer les outils et usages et ouvrent un champ d'innovation très important en passant entre autres par l'optimisation d'usage des infrastructures, le partage des véhicules et leur automatisation, l'information ou encore les connexions multimodales.

Ce dernier axe de développement est centré sur le numérique au service des mobilités intelligentes. Avec près de 4 000 établissements et 20 650 emplois (1,5 % de l'emploi total régional), la filière numérique est essentielle à l'économie régionale.

La Normandie est un territoire majeur pour l'expérimentation et l'industrialisation de solutions nouvelles. Cette dynamique est incarnée par des projets ambitieux pour développer la mobilité intelligente de demain :

- Le projet territoires d'innovation de grande ambition (TIGA) « Rouen Mobilités Intelligentes pour tous » porté par la métropole de Rouen qui consiste à repenser intégralement le système de mobilité pour concevoir une offre intégrant tous les modes, tous les services et tous les usages, et une appropriation sociétale des nouvelles mobilités. Ce projet TIGA associe des entreprises (Renault, Vinci Énergies, Transdev, Enedis, CISCO, CITEOS), l'enseignement supérieur (INSA Rouen, ESIGELEC, NEOMA, CESI, Carnot ESP, IDIT, Université de Rouen), des pôles de compétitivité (Mov'eo, Nov@log, TES, institut VEDECOM) et des associations.
- Le projet Rouen Normandy Autonomous Lab, premier service de mobilité à la demande avec véhicules autonomes électriques sur route ouverte au public en Europe. Cette solution de transport innovante et durable est le fruit d'une étroite collaboration entre les savoir-faire et les capacités d'innovation d'acteurs clés de la mobilité de demain, développée au travers d'un partenariat avec Renault, Transdev, la Matmut, La Région Normandie, la Métropole de Rouen, la Caisse des Dépôts et l'Union européenne.

Force de la recherche académique :

La Normandie dispose de compétences de recherche précieuses dans le domaine des mathématiques (85^{ème} rang européen). Elle compte également deux UMR de mathématiques normandes (Le Laboratoire de Mathématiques Raphaël Salem (LMRS) et le Laboratoire de Mathématiques Nicolas Oresme (LMNO)) positionnées au classement de Shanghai (ARWU). La Région dispose également d'une infrastructure de recherche majeure avec le Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie (CRIANN) qui a pour mission d'aider les organismes publics et privés normands à développer des activités d'enseignement, de recherche et de développement basées sur l'utilisation des nouvelles technologies de communication et sur l'informatique. Pour cela, le CRIANN déploie des infrastructures informatiques à haut niveau de performance au service de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation en Normandie. Ces différentes compétences trouvent des applications directes dans le secteur des mobilités (modélisation de flux, voitures autonomes par exemple).

Enfin, la Maison Normande des Sciences du Numérique (membre du Réseaux national Modélisation-Simulation-Optimisation du Labex AMIES) et le mésocentre de calcul pour la Normandie (CRIANN) ont pour but de travailler en réseau, dans une dynamique commune, pour la promotion en Normandie de la modélisation et du calcul au travers de projets universitaires et de collaborations avec le monde de l'entreprise, bénéficiant d'une infrastructure rationalisée et globalisée regroupant données (stockage, analyse, traitement) et Calcul Haute Performance (HPC), en lien étroit avec la totalité des aspects Modélisation (mathématique, statistiques...), Algorithmique/Informatique et de leurs applications incluant fortement la mobilité, la simulation du trafic routier, les simulations pour une énergie propre et les logiciels informatiques liés aux systèmes embarqués pour les véhicules autonomes.

Force des collaborations publiques-privées :

Le Datalab Normandie est un projet innovant de construction d'un écosystème de la donnée en Normandie. Il repose sur un partenariat public-privé associant à la fois des collectivités, des entreprises ainsi que des laboratoires de recherche normands. Parmi les domaines de recherche ciblés, on trouve l'intelligence artificielle et le Big Data appliqués aux transports. Plusieurs projets sont en cours de développement.

Force de l'animation de réseau :

Les démarches d'innovation dans les mobilités intelligentes sont notamment animées à travers Mov'eo, pôle de compétitivité dédié à la mobilité et à l'automobile de vocation internationale. Créé en 2006, il réunit aujourd'hui plus de 380 membres en Normandie et en Île-de-France. Une des missions de cette structure est de permettre le développement de projets R&D entre membres, encourager et favoriser la recherche sur le territoire, accompagner les PME/PMI dans leur processus d'innovation, développer la mobilité du futur.

Une collaboration interrégionale pour expérimenter les mobilités de demain

Mov'eo souhaite incarner, animer et promouvoir la Mobility Valley France, un territoire d'excellence européenne où sont inventées, développées, expérimentées et industrialisées les solutions pour relever les défis de la mobilité du futur. Associant la Normandie et l'Île-de-France, la Mobility Valley a tous les atouts pour devenir l'écosystème Automobile & Mobilités leader en Europe.



Mov'eo a défini sept objectifs stratégiques pour la Mobility Valley :

- Stimuler et amplifier l'écosystème : incarner la Mobility valley
- Générer des projets d'innovation : produits, services et process
- Booster la croissance des entreprises
- Se déployer durablement en Europe et au grand international
- Apporter des solutions pour les territoires
- Soutenir l'innovation et l'excellence industrielle
- Éclairer l'évolution des compétences par l'innovation

Maison Normande des Sciences du Numérique (MNSN) et DataLab Normandie :

Un écosystème de pointe autour de la modélisation mathématique, la simulation numérique, le calcul haute performance et la donnée en Normandie.

En liens étroits avec les tutelles des laboratoires académiques qui emploient les chercheurs, hébergent les laboratoires et gèrent l'activité contractuelle, ces deux entités permettent de concentrer des moyens de modélisation et de simulation numérique pour la recherche, l'innovation et le développement économique du territoire.

	
<p>Objectifs de la MNSN :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faciliter les échanges entre équipes (publiques et/ou privées), la 	<p>Objectifs du DataLab Normandie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Créer une communauté et animer un réseau de partenaires privés et publics

<p>pluridisciplinarité et animer la communauté du calcul scientifique.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Héberger des équipes projet et des groupes de recherche pluridisciplinaires de haut niveau travaillant ensemble sur le long terme. - Conforter une expertise d'excellence en algorithmique parallèle, optimisation des codes, deep learning et traitement des données, IA et visualisation scientifique. - Mieux valoriser les travaux scientifiques et les logiciels issus des laboratoires et favoriser le transfert technologique. - Organiser des formations de haut niveau et favoriser l'émergence d'un pôle d'enseignement et d'animation scientifique en calcul intensif et en Numérique et ses usages. - Créer des unités de service et d'expertise ouvertes sur les communautés scientifiques normandes, nationales et internationales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Constituer un réservoir commun des données numériques d'intérêt général dans un cadre sécurisé • Faciliter la mise en relation d'acteurs ayant des besoins liés à l'utilisation de données • Sensibiliser, former et développer des compétences liées aux données • Favoriser l'innovation collaborative autour des données et des besoins • Accompagner les projets jusqu'à leur concrétisation • Se former et se familiariser à l'utilisation de plateforme de gestion et au traitement des données.
--	---

Electrification, électronisation et fiabilité des systèmes et des composants embarqués

Contexte et enjeux pour la Normandie :

L'électronique embarquée prend de plus en plus de place dans les systèmes industriels et les biens d'équipements. L'enjeu de fiabilité de l'électronique dans les systèmes embarqués, notamment dans l'aéronautique et l'automobile, est absolument crucial, notamment quand il s'agit d'assurer la sécurité des voyageurs. Grâce aux compétences et savoir-faire présents en Normandie, des projets ambitieux ont pu être développés autour de la fiabilité électronique et mécanique pour améliorer la conception des systèmes. Ils concourent à une meilleure fiabilité des systèmes de plus en plus complexes et intégrés, et développés dans des temps de plus en plus courts.

Depuis le lancement de l'activité « Fiabilité » en 2009, ces projets ont permis de structurer un écosystème fort dans cette région qui regroupe à la fois des acteurs académiques tels que le GPM, l'Esigelec ou le LMN mais aussi un ensemble de PME et de centres techniques comme le CEVAA et de grands acteurs industriels tels que Thales ou encore Valeo. La Normandie a ainsi vu naître de nombreux projets structurants, faisant de cette thématique une spécialité du territoire avec la création de différentes plateformes technologiques.

Les chiffres témoignent du poids de l'activité fiabilité en Normandie : ainsi depuis 2009 plus de 1,7 millions ont été investis dans des équipements dédiés, plus de 75 articles ont été publiés, 21 postes ont été créés et plus d'une vingtaine de projets ont émergé pour un budget global de 40 millions d'euros.

Forces de collaboration publiques privées :

Deux plateformes du Carnot ESP :

- La plateforme « compatibilité électromagnétique » : pilotée par l'ESIGELEC, elle permet de modéliser, simuler et tester la compatibilité électromagnétique (CEM) et la fiabilité des systèmes et composants électroniques ainsi que les antennes et technologies de communication RF.
- La plateforme « fiabilité des systèmes » : pilotée par le CEVAA, elle a pour objectif de développer des méthodologies innovantes afin d'améliorer la fiabilité des systèmes. Elle propose des moyens d'essais multiphysiques dans les domaines du choc, des vibrations, de la fiabilité et de l'acoustique, pour aider les industriels à faire progresser la performance du confort acoustique et vibratoire, et accroître la sûreté de fonctionnement des systèmes embarqués.

Et une plateforme de caractérisations électriques jusqu'aux échelles nanométriques – PLACENANO – : pilotée par les laboratoires GREYC, CIMAP, CRISMAT et GPM, elle est dédiée à l'identification des défauts et l'évaluation de leurs effets sur le comportement électrique de composants à base de matériaux semiconducteurs et/ou d'oxydes fonctionnels.

Exemples de projets :

Le projet CRIOS porté par l'entreprise AREELIS Technologies : ce système de refroidissement innovant basé sur les matériaux à changement de phase est dédié aux environnements sévères et aux fortes puissances. Représentant un budget global de 1,1 millions d'euros, CRIOS a fait l'objet d'un brevet et l'entreprise AREELIS Technologies a reçu le droit d'exploitation de la solution, étape préalable à son industrialisation. Depuis, une personne a été recrutée en CDI pour promouvoir les services et produits dédiés à la fiabilité thermique et prendre en charge la future plateforme de conception, de prototypage et de test de refroidissement de systèmes électroniques que l'entreprise souhaite développer dans la continuité du projet. Les résultats issus des travaux sur CRIOS ont par ailleurs permis l'émergence de nouveaux projets tels que le développement d'une solution de refroidissement exploitant les propriétés des matériaux à changement de phase pour un Engin de Déplacement Personnel (type trottinettes électriques, mon roues, gyropodes, hoverboards) innovant nommé « Rollers ».

L'implantation du Test Center de 6NAPSE (filiale du CEVAA) sur le plateau de l'Espace de Vernon. Pour le CEVAA, et plus généralement le groupe 6NAPSE, qui est historiquement positionné sur le marché automobile, la création de ce nouvel espace conforte l'opportunité de travailler avec les marchés de l'aéronautique et de l'aérospatial. Avec des locaux adaptés et des équipements différenciants pour le développement de moyens d'essais sur mesure, le Test Center vise à établir en Normandie une référence dans les essais de qualification sur le plan national et international en proposant l'ensemble de ses compétences et expertises sur la fiabilité, la défaillance des matériaux, la vibration et l'acoustique, la mécanique des fluides et la thermique, la simulation et le calcul ainsi que les essais et la validation. Cet espace représente un investissement de près de 2 millions d'euros. 8 recrutements ont déjà réalisé, l'objectif à terme étant de compter 10 à 12 collaborateurs (techniciens et ingénieurs) sur ce site de Vernon.

4.2.5 Accélérer les synergies et l'innovation vers une médecine 5P humaine et animale

Chimie au service de l'innovation thérapeutique et diagnostique

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Secteur clé du paysage industriel normand, l'industrie chimique est historiquement implantée en Normandie le long de l'axe Seine. C'est également un secteur particulièrement actif du point de vue de la recherche publique et privée, avec entre autres 759 publications, deux projets H2020, 17 projets avec l'Agence nationale de la recherche (ANR) et 46 partenariats internationaux et Européens sur la période 2014-2020.

En lien avec le secteur de la chimie, l'industrie pharmaceutique est également très présente sur le territoire. Bénéficiant de l'ensemble des compétences : logistique, emballage, productique et d'une main d'œuvre qualifiée, les leaders mondiaux Sanofi, GSK, Janssen, sont implantés en région, ainsi que les grands acteurs de la formulation et du façonnage. Le médicament y est fabriqué sous toutes ses formes et couvre des domaines thérapeutiques clés : pathologies respiratoires, thromboses, vaccins entre autres.

Ces sites bénéficient ainsi d'une filière totalement intégrée en région, allant de la production de principes actifs aux activités de répartition de médicaments, en passant par le conditionnement et la logistique dédiée. Les activités de R&D sont concentrées quant à elles sur des sites importants : Janssen (Groupe JnJ), Ethypharm, Aptar Pharma, et au sein d'un réseau de startups innovantes.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

La Normandie dispose d'infrastructures de recherche remarquables. Le Labex SynOrg est le plus grand ensemble de laboratoires français de synthèse organique. Tourné vers la méthodologie de synthèse, ses recherches ont pour vocation d'être appliquées à la science du vivant. Elles ouvrent la voie à la découverte et à la synthèse de nouveaux composés pharmacologiquement actifs. Le Labex IRON a pour objectif scientifique le développement de radiopharmaceutiques innovants et leur transfert en clinique pour le diagnostic par imagerie moléculaire (TEP : tomographie par émission de positons) et pour la radiothérapie moléculaire en neurologie et en oncologie.

La fédération de recherche INC3M (FR3038), réseau régional s'appuyant sur un regroupement de 7 laboratoires de chimie (3 UMR CNRS, 1 UMR CEA/CNRS, 3 EA), soit près de 160 chercheurs et enseignants chercheurs. En réponse aux enjeux de la pharmacie et de la chimie, ce réseau développe des projets collaboratifs ambitieux autour de 7 grandes thématiques : chimie éco-compatible, chimie pour l'analyse, chimie pour la santé, hétérochimie, organométalliques fonctionnels, chimie et physicochimie des polymères et 'smart' polymères.

La fédération Sécurité Sanitaire, bien-être, Aliment Durable (SESAD) regroupe 5 unités de recherche académique et 6 structures technologiques, fédérant 130 chercheurs dont les recherches s'inscrivent dans les différentes disciplines de la microbiologie et de la toxicologie à vocation fondamentale et appliquée à la Santé humaine et animale et au bien-être. Ce réseau fédère ses acteurs autour de projets collaboratifs portant sur le développement de nouvelles stratégies anti-infectieuses (alternatives aux antibiotiques, surface anti-biofilm) ou encore de technologies innovantes de décontamination. En raison de ses liens étroits avec le pôle de compétitivité Cosmetic Valley, dont le domaine d'action stratégique « Sécurité, sûreté des produits cosmétiques » est spécifique de la Normandie, ce réseau développe également des projets en lien avec la cosmétique et la dermocosmétique, en s'appuyant notamment sur les plateformes Cosmetomics (Sécurité et innocuité des produits cosmétiques) et Normandie Sécurité Sanitaire (N2S), et sur le GDR 3711 Cosmactifs.

Ce consortium de laboratoires est adossé à de grandes plateformes de recherche labellisées, en imagerie (PRIMACEN, Cyceron), protéomique (PISSARO), Normandie Chemical Library (NCL), Synthèse et Analyse structurale (C2IorgA), Matériaux polymères (CNRT), sécurité et innocuité en cosmétique

(Cosmetomics). Ces plateformes, dotées d'équipements remarquables, garantissent une avance technologique permettant de renforcer l'attractivité des laboratoires auprès des industriels.

La mise en place d'interactions fortes entre chimistes du LDM-TEP-Cyceron et le GANIL, via notamment l'ANR REPARE, ambitionnent la production et valorisation de radioisotopes innovants pour la médecine.

Les établissements de la COMUE NU disposent d'un pôle de formation et de recherche dédié aux nouvelles technologies en chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être (CBSB). Le pôle CBSB conduit des activités de recherche, reconnues internationalement, allant de la chimie à la recherche translationnelle biomédicale en passant par la biologie. Ce pôle s'appuie en particulier sur des grandes plateformes de recherche labellisées IBISA en imagerie cellulaire (PRIMACEN), protéomique (PISSARO), impedancemétrie (Impedancell), spectrométrie de masse (Platin) imagerie (CYCERON), chirurgie des AVC (ESRP), et analyse comportementale (SCAC), en lien avec des outils en soutien de la recherche clinique des CHU et centres de lutte contre le cancer (centres d'investigations cliniques, centres de ressources biologiques, et tumorothèques).

Force des collaborations publiques-privées :

L'Institut Carnot I2C a développé une offre R&D reconnue dans le secteur de l'industrie pharmaceutique autour des nouveaux « candidats médicaments » (conception, synthèse, criblage et drugabilité) et biomédicaments (caractérisation et production). Il accompagne les industriels de la Pharmacie et chimie fine en Normandie et à l'international en assurant le lien entre recherche académique et industrielle (50% du chiffre d'affaires en R&D réalisé avec les industriels de la santé). L'Institut Carnot I2C mène aussi une politique d'insertion active avec l'écosystème de R&I et les différents acteurs socio-économiques régionaux : AD Normandie (agence de développement économique) et la Région, les pôles de compétitivité (Cosmetic valley, Valorial) et clusters (Polepharma, France Chimie Normandie, Noveatech). Le Carnot I2C est aussi engagé dans une démarche de transfert de technologies en lien étroit avec les principaux acteurs de la valorisation et de l'entrepreneuriat sur le territoire : Normandie Valorisation (NV), Normandie Incubation (NI) et le CNRS. Ce maillage étroit entre le Carnot I2C et cet écosystème régional permet d'identifier les besoins des entreprises et d'y répondre par une offre R&D adaptée à chaque typologie d'entreprise (TPE, PME, ETI et GE).

Force de l'animation de réseau :

La Région Normandie compte également des structures d'animation et d'interface entre l'innovation industrielle et académique dans la chimie fine :

- Polepharma, premier cluster européen de la production pharmaceutique, qui fédère plus de 200 membres issus des régions Normandie, Centre, Val-de-Loire et Ile-de-France. Cela représente environ 53 % de la production de médicaments en France et 60 000 emplois. Ce cluster a pour rôle de stimuler le développement économique et industriel des acteurs de la pharmacie en favorisant la compétitivité, l'innovation et l'attractivité au bénéfice de l'emploi.
- France Chimie Normandie est une organisation professionnelle dédiée aux entreprises de la chimie de la région normande. France Chimie Normandie conseille et accompagne les industriels dans les domaines clés de la compétitivité des entreprises de la chimie : l'innovation dans l'économie circulaire, les filières de recyclage, la chimie du végétal (bioproduction pour la pharmacie, la cosmétique et l'agroalimentaire)

Formation :

La Normandie accueille une Ecole Universitaire de Recherche (XL-Chem) pour la formation des futurs cadres de l'industrie pharmaceutique et cosmétique et la diffusion de la culture entrepreneuriale auprès des étudiants. Ce projet ambitionne de faire de la Région Normandie un centre de recherche et de formation européen majeur pour la chimie moléculaire appliquée à la santé et au bien-être.

La chimie appliquée à la santé, un moteur pour la coopération internationale au service de l'innovation des entreprises européennes (Bayer, Bristol Myers, Sanofi, AstraZeneca...) et de la formation professionnalisante :

Programme Interreg : (1) AI Chem Channel, est un consortium de 9 partenaires académiques européens. Retenu dans le cadre du programme de coopération transfrontalière INTERREG IVA France (Manche) — Angleterre, cofinancé par le FEDER, ce projet a pour objectif de créer une plateforme scientifique de haut niveau en chimie moléculaire pour faciliter le transfert des savoir-faire académiques vers l'industrie. (2) Le projet LabFact implique de nombreux instituts au Royaume-Uni et en Normandie au sein de la région France-Manche-Angleterre, réunissant des experts reconnus de chimie en flux et de chimie verte (ex : lumière, pression, électricité ou microondes) qui ambitionne de produire des principes actifs avec peu ou pas de déchets à des coûts compétitifs.

Programme Horizon H2020 : (1) EuroNeuroTrophin est un consortium Européen qui vise à développer de nouveaux agents thérapeutiques potentiels contre la neurodégénérescence et la neuroinflammation. Ce consortium rassemble 5 industriels aux compétences complémentaires couvrant toutes les étapes du drug design et du développement de médicaments. (2) Pharma Factory est un projet de recherche interdisciplinaire auquel participent 9 partenaires académique et 5 PME de toute l'Europe. L'objectif principal du projet est de permettre aux PME d'explorer le développement de produits commercialement viables grâce à l'agriculture moléculaire végétale, pour la fabrication de produits à haute valeur ajoutée à usage médical et vétérinaire issus de la biotechnologie végétale (Partenaires RTO : Instituts Fraunhofer et VTT Finlandais).

Innovation en recherche biomédicale, en lien avec les enjeux de santé publique normands

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Situé à l'interface entre plusieurs champs de compétences, la Normandie dispose d'expertises fortes dans un certain nombre de domaines thérapeutiques et technologiques. Elle possède sur son territoire un écosystème d'innovation important, dressant un continuum fort entre recherche fondamentale, translationnelle, pré-clinique / clinique et valorisation.

Forces de la recherche :

Le Pôle de formation et de recherche de Normandie Université CBSB (Chimie et biologie appliquées à la santé et au bien-être) regroupe des forces conséquentes au service de l'innovation biomédicale. Il représente 36 laboratoires, 7 plateformes IBISA, 30M€ de contrats industriels, 13 start-ups essaimées, 382 HDR, 360 doctorants, 3 Carnot, 2 Equipex, 2 Labex, 3 H2020, 2 RHU, 4 Interreg, 49 contrats ANR ou encore 3 000 publications sur la période 2011-2016.

L'IRIB-Institut de Recherche et d'Innovation Biomédicale est un acteur important dont l'objectif est entre autres de coordonner le développement de la recherche médicale du campus hospitalo-universitaire de Rouen, et de faciliter le transfert des connaissances fondamentales vers la prise en charge des patients. Cette structure fédère ainsi 16 unités de recherche, un centre d'investigation clinique et 10 plates-formes et services communs, qui représentent plus de 360 chercheurs. Elle dispose de cinq axes de recherche :

1. Neurosciences
2. Génétique - cancer - immunologie
3. Cardiovasculaire - nutrition,
4. Pathologies infectieuses et Microbiotes.
 - Stratégies anti-infectieuses pour l'Homme (et l'animal)
 - Cibles thérapeutiques et alternatives aux antibiotiques
 - Microbiotes (cutanés, respiratoire, pulmonaire, intestinal) et relations avec l'Hôte
 - Biofilms et infections chroniques
 - Mécanismes de résistance/tolérance aux antimicrobiens, antiseptiques
 - Toxicologie in vitro et modèles alternatifs d'évaluation de la virulence bactérienne
5. Innovation diagnostique et thérapeutique :
 - Molécules recombinantes, design et synthèse de molécules d'intérêt thérapeutique, molécules d'origine naturelle d'intérêt thérapeutique (antimicrobien, anti-virulence, anti-biofilm, alternatives/adjuvants aux antibiotiques), thérapie cellulaire
 - Marqueurs moléculaires diagnostiques de pathologies infectieuses bactériennes, fongiques ou virales : Nouvelles sondes et nouvelles techniques d'imagerie
 - Dispositifs biomédicaux : valves cardiaques, respirateurs, neurostimulation, prothèses et cathéters, surfaces anti-biofilms
 - Innovation chirurgicale, études cliniques, e-santé
 - Innovations technologiques et procédés de décontamination

La Normandie dispose par ailleurs d'une compétence particulière et reconnue dans les recherches et indications médicales utilisant le nucléaire. Peuvent être cités notamment le Centre européen de recherche et de traitement en hadronthérapie de Caen-Normandie (CYCLHAD), a pour vocation d'accueillir des équipes de recherches internationales pour mener des études sur l'évaluation de l'efficacité et de la sécurité des traitements du cancer, la biologie et la physique médicale. La Normandie dispose également d'un vaste programme de recherche baptisé ARCHADE sur la base de l'équipex Rec-hadron visant à développer de nouvelles thérapies. S'appuyant sur un campus d'excellence situé au nord de Caen (EPOPEA Science and Innovation Park), ce campus regroupe la physique nucléaire fondamentale, l'imagerie, la biologie et le traitement du cancer : Grand Accélérateur National d'Ions Lourds GANIL (CNRS/CEA), du GIP CYCERON (INSERM/CNRS/CEA) et des UMRs labellisées par les organismes nationaux (CNRS, CEA, INSERM) qu'il héberge, le centre de recherche en physique nucléaire fondamentale, le Centre de lutte contre le cancer François Baclesse et le Centre Hospitalier Universitaire.

Le CHU de Rouen est très actif en matière de recherche clinique. En 2016, la Délégation à la Recherche clinique et à l'innovation (DRCI) a enregistré 364 nouvelles études, dont 56 études sur la cancérologie, 120 interventionnelles (dont 9 en soins courants) et 226 non-interventionnelles dont 153 observationnelles, 5 cohortes et 1 registre. Le nombre total des études en cours en 2016 était de 1 030 (dont 53 observationnelles, 5 cohortes et 1 registre).

Par ailleurs, trois FHU ont été labellisées sur le territoire et permettent de structurer un continuum de la recherche aux soins dans leur domaine :

- Le Centre normand de médecine génomique et de médecine personnalisée (NGP) porte sur l'optimisation du diagnostic, la prévention et le traitement de certaines maladies (dans le domaine neurologique et cancéreux) en relation avec les variations génétiques individuelles
- La FHU REMOD – VHF porte sur les marqueurs précoces du remodelage cardiovasculaire au cours des valvulopathies et de l'insuffisance cardiaque. Elle porte un projet de Recherche-hospitalo-universitaire (RHU), lauréat de l'appel à projets PIA2 du même nom en 2016 (STOP AS).
- La FHU SURFACE (portage par Amiens) porte sur la chirurgie régénérative de la tête et du cou

Des acteurs normands sont également partenaires des RHU Marvellous et Booster.

Par ailleurs, le GIP CYCERON, plateforme d'imagerie biomédicale de premier plan en France, héberge des programmes de recherche de niveau mondial en Neurosciences cognitives et neurovasculaires (H2020 silver santé study, Equipex matrice programme Remember, ITN Entraîn...) ainsi que le GIS INSERM BB@C.

Forces de valorisation de la recherche :

- L'institut Carnot I2C développe en lien avec des acteurs publics et privés de nouveaux principes actifs innovants (notamment contre les maladies neurodégénératives, projet PleiAD) et outils moléculaires pour le diagnostic et le suivi des traitements (sondes fluorescentes et IRM, sondes bimodales, radiotraceurs pour l'imagerie TEP par exemple).
- L'institut Carnot CALYM regroupe 15 entités de recherche précliniques et cliniques multidisciplinaires et complémentaires de scientifiques, enseignants-chercheurs, médecins et professionnels de la recherche clinique dans le domaine exclusif du lymphome.
- Normandie Valorisation et Normandie Incubation ont une part significative des projets qu'ils accompagnent dans le champ de la santé et du médical.

Forces d'animation de réseau :

Le Campus Rouen Normandie est un pôle tertiaire et technologique dédié aux entreprises innovantes dans le secteur de la santé (notamment des activités de R&D). Il est au cœur d'un écosystème constitué du CHU-Hôpitaux de Rouen, du Centre de Lutte Contre le Cancer Henri Becquerel, de l'UFR Santé et de nombreux laboratoires de R&D regroupés au sein de l'IRIB-Institut de Recherche et d'Innovation Biomédicale, 13 écoles et instituts de formation paramédicales (Espace Régional de Formation des Professions de Santé), des deux Instituts Carnot (CALYM et I2C), du Centre d'Investigation Clinique du CHU/Université/Inserm et du Medical Training Center (Centre de formation par simulation et entraînement aux techniques biomédicales). Il mobilise un réseau d'acteurs de la recherche biomédicale groupé au sein de l'Institut de Recherche et d'Innovation Biomédicale de Rouen (IRIB).

La Normandie dispose d'une filière compétitive spécialisée dans les applications scientifiques du nucléaire : Normandie Energies dans lequel l'aspect nucléaire pour la santé est bien représenté par Nucleopolis. Ce pôle regroupe tous les acteurs normands de la chaîne de valeur du nucléaire pour la santé allant de la recherche à la commercialisation d'équipements et de radiopharmaceutiques, en passant par la formation, et les essais précliniques et cliniques.

Plusieurs réseaux sont actifs dans le champ de l'oncologie :

- ONCOTHERA (réseau normand d'innovations thérapeutiques en oncologie)

- Plateforme cancer et cognition labellisée par la Ligue contre le Cancer
- Labex IRON

Enfin les acteurs normands sont actifs dans des réseaux tels que France Life Imagine (imagerie),

Une coopération Nord-Ouest autour du cancer

Le Cancéropôle Nord-Ouest (CNO) est une initiative lancée et financée dans le cadre des Plans Cancers nationaux pour soutenir la recherche sur le cancer à l'échelle interrégionale. Relais de terrain, connaissant bien son territoire et ses partenaires institutionnels, il mobilise contre le cancer à l'échelle des Hauts-de-France et de la Normandie.

La structure dispose d'un excellent potentiel de recherche, tant au niveau fondamental que translationnel et clinique collaborant autour du thème fédérateur « Du dépistage des tumeurs à l'innovation thérapeutique ».

Technologies et numérique appliqués à la santé

Contexte et enjeux pour la Normandie :

L'utilisation du numérique dans le champ de la santé recèle aujourd'hui un potentiel inédit : fluidification du parcours patient, intelligence artificielle pour la médecine de précision, amélioration des technologies de santé, télémédecine pour les personnes isolées... La Normandie se mobilise dans cette voie, avec comme objectif de développer la santé du futur sur son territoire.

Parmi les actions menées par la Région, peut être cité entre autres l'Appel à Manifestation d'intérêts « e-santé » lancé au printemps 2018. Cet AMI a permis de soutenir une trentaine de projets dans divers domaines : télémédecine, parcours patient, intelligence artificielle (IA), maintien à domicile via la télésurveillance... A travers cette action, la Région Normandie illustre sa volonté de développer l'E-Santé afin que chaque Normand puisse bénéficier d'un accès aux soins efficace.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

Aujourd'hui, la Normandie dispose de plusieurs acteurs de la recherche mobilisés autour des thématiques, en particulier au croisement du numérique et des technologies de santé :

- Cyceron est un site mettant à disposition un continuum technologique unique permettant des recherches allant du gène aux recherches chez l'Homme. Les unités de recherche (260 personnes) et les entreprises qui y sont hébergées mènent des recherches biomédicales principalement dans le domaine des neurosciences, des cardio-sciences et de la cancérologie avec un axe transversal commun : imagerie et modèles animaux des pathologies humaines.
- Le CHU de Caen a développé une technologie d'imagerie avec camera unique au monde (CZT) et a engagé une réflexion autour de l'hôpital du futur dans le cadre de sa reconstruction.
- Le Pôle SN (Sciences du Numérique) regroupe un large ensemble de disciplines qui fournit une approche intégrée de toute la chaîne des Sciences du Numérique, de la recherche pure au développement de technologies. Le pôle est très impliqué dans les défis technologiques normands portés par la Région et les pôles de compétitivité : agriculture connectée, e-tourisme, mobilité 2.0, santé et numérique, sécurité numérique, usine du futur 4.0 et transition numérique.

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Le laboratoire d'informatique, de traitement de l'information et des systèmes (LITIS) de l'INSA Rouen qui travaille sur des applications de l'intelligence artificielle dans la recherche en imagerie médicale (prédiction et suivi thérapeutique), ainsi qu'en bio-informatique (extraction d'informations pertinentes dans des données biologiques).
- Le laboratoire de recherche en Sciences du numérique travaille quant à lui sur les thématiques d'intelligence artificielle et d'e-santé.
- Le Centre Régional Informatique et d'Applications Numériques de Normandie a pour mission d'aider les organismes publics et privés normands à développer des activités d'enseignement, de recherche et de développement basées sur l'utilisation des nouvelles technologies de communication et sur l'informatique.
- En mars 2020, le CHU de Rouen a organisé un dispositif de télé autopsie, ce qui constitue une 1^{ère} nationale. Ce projet très porteur a bénéficié de l'accompagnement de la Région.
- Le CHU de Rouen développe un projet d'Entrepôt de Données de Santé qui aura la capacité à devenir l'Entrepôt de Données de Santé Normand.

Dans le champ de l'intelligence artificielle et de la santé, la Normandie accueille également des projets avec financement ANR tels que la Chaire de recherche et d'enseignement en Intelligence artificielle DEEP-VISION, portée par le GREYC et lauréate de l'appel à projets de l'ANR en 2019, ou encore le projet HAISCoDe, lauréat à l'appel à programmes 'contrats doctoraux en Intelligence Artificielle ».

Force de l'animation de réseau :

La Normandie dispose de plusieurs structures d'animation de réseau dans le champ du numérique appliqué à la santé :

- Normandie-Esanté qui est une structure visant à mettre en œuvre les stratégies nationales et régionales, à proposer et promouvoir des actions innovantes, à accompagner ses adhérents dans la réalisation de leurs projets et à diffuser de l'information sur la e-santé. Maîtrise d'ouvrage de l'Espace Numérique Régional de Santé (ENRS) sur le territoire normand, Normand'e-santé facilite et accompagne la mise en œuvre de projets et services de la e-santé, tout en veillant à l'interopérabilité et à la sécurité des systèmes.
- Le Pôle TES (transaction électroniques et sécurisées) a pour vocation d'être la référence en matière d'innovation en haute technologie numérique dans les domaines de la santé. Le pôle a structuré un département « e-santé » en 2012. L'objectif de ce département est de proposer un accompagnement aux porteurs de projets collaboratifs et innovants de l'idée au marché.

Formation :

Le potentiel de la formation par simulation en santé est un atout régional fort avec Norsims (Caen) et Medical Training Center (Rouen). Ces outils prennent tout leur sens dans le contexte actuel : la crise sanitaire accélérera certaines évolutions et amènera notamment à favoriser le développement de formations de haut niveau à distance.

Approches One Health

Ce quatrième et dernier axe vise à développer l'innovation autour des interactions entre la santé animale et humaine. Il recoupe plusieurs dimensions : innovation en santé animale, approches de recherche comparées entre homme et animal, analyse des interactions entre l'animal et l'homme.

Région d'élevage, la Normandie souhaite donc soutenir les projets innovants en ce sens. Elle peut s'appuyer pour cela sur plusieurs atouts et projets en cours.

Les laboratoires et plateformes hébergés à CYCERON (ESRP, ONCOModels) développent de nouveaux modèles animaux plus pertinents vis-à-vis des pathologies humaines (gros animaux, présence de comorbidités, interférences médicamenteuses...) dont la prise en charge per et post-opératoire devient tout à fait comparable à la clinique.

Le CHU de Rouen a développé une expertise en parasitologie, et tout particulièrement sur la cryptosporidiose et la giardiose. Ses travaux de recherche incluent la problématique des interactions Homme-animal. En parallèle, dans ce même domaine, le projet ANR EPICOREM, coordonné par le CHU de Caen entre 2014 et 2018 et associant l'Université Caen Normandie (Direction scientifique), l'Institut Pasteur, les laboratoires de l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES Ploufragan et Nancy), de l'École nationale vétérinaire d'Alfort (ENVA) et de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), visait à étudier l'écoépidémiologie des coronavirus, de la faune sauvage et homme. Il rassemblait épidémiologistes, zoologistes, biologistes moléculaires et de l'évolution, et virologues.

Par ailleurs, la Normandie est particulièrement active dans la santé équine, la filière équine régionale bénéficiant d'un rayonnement international. La Normandie compte un certain nombre d'équipements de pointe comme la plateforme d'imagerie équine unique en Europe installée dans le Campus International du Cheval de Normandie Equine Vallée à Goustranville. Au-delà des enjeux économiques pour la filière équine elle-même, le potentiel d'innovation sur la santé humaine est également à considérer, notamment autour des approches de pathologies comparées et la modélisation des pathologies animales et humaines pour une recherche éthique et efficiente. Le Pôle de compétitivité Hippolia joue un rôle particulièrement structurant pour le développement d'une recherche collaborative en santé équine avec les acteurs du GIS Centaure (Anses, ComUE Normandie Université, EnvA, GIP Labéo, Université de Caen Normandie).

La Région compte également plusieurs acteurs de la santé animale de niveau international comme l'entreprise MSD Animal Health à Igoville.

La période 2021-2027 devra permettre de développer et structurer les initiatives d'innovation à la croisée de l'homme et de l'animal.

Santé, bien-être et résilience

Contexte et enjeux pour la Normandie

La Normandie est depuis longtemps une terre de résilience. Elle a montré par le passé sa capacité à aller de l'avant malgré les traumatismes, malgré les difficultés de santé, sociales et économiques. C'est un territoire aujourd'hui en pointe sur les questions de bien-être et de la prise en charge non médicamenteuse des patients pour favoriser leur guérison, de mettre en place des outils d'interventions psycho-sociaux et de gestion des risques. Cet axe Santé, Bien-être et Résilience propose par ailleurs une synergie forte entre les secteurs socio-économiques de la santé et des sciences-humaines (prévention, santé mentale, vieillissement des populations...), mais aussi de l'industrie agro-alimentaire et cosmétique (bien-être et sécurité alimentaire, risques sanitaires liés aux polluants...), et à l'interface des secteurs numériques (téléconsultation, domotique) et touristique (actions culturelles en santé).

Sur le plan de la recherche, les unités Inserm normandes présentent des programmes majeurs impliquant les interventions cognitives et la mesure des dimensions sociales : le programme ERC Medit-Ageing (Siver-Study), qui s'intéresse à l'impact sur le vieillissement cognitif de programmes d'interventions non-pharmacologiques (méditation, apprentissage d'une langue...), la troisième phase du programme Remember concernant la modélisation neurocognitive des mécanismes de Troubles de Stress Post-Traumatique (TSPT) qui sera notamment poursuivi par une étude sur la transmission inter-générationnelle du TSPT. Ces deux programmes correspondent à des financements européens et nationaux de près de 20M€, avec un soutien significatif de la Région Normandie. Par ailleurs la prise en charge psycho-sociale et comportementale des conduites à risques, notamment dans l'addiction aux substances, fait actuellement l'objet de programmes de recherche nationaux très visibles de différents laboratoires normands en santé et en sciences-humaines.

Les interventions non-médicamenteuses (TMS, Musicothérapie, TCC, Activités physiques adaptées, mesures de marche et d'équilibre, qualité du sommeil...) font actuellement l'objet de nombreux contrats et de retombées majeures dans les pratiques diagnostiques et de prises en charge (Schizophrénie, Maladies Neurogénéralives, Addictions, Oncologie...). Les dimensions sociales du soin sont mesurées par exemple dans les études épidémiologiques (observatoires et suivi de cohortes) concernant l'incidence des cancers (facteurs socio-économiques et environnement de l'incidence de cancers, notamment dans les milieux ruraux).

Les équipes de recherche normandes présentent ainsi des programmes de pointes centrés sur les dimensions psychologiques et cognitivo-sociales des maladies et comment des mesures ou interventions non-pharmacologiques validées scientifiquement contribuent à l'amélioration du diagnostic et de la prise en charge qui seront utilisés en pratique courante par les médecins (par exemple dans l'évaluation de la qualité du sommeil ou du fardeau d'aidants familiaux), mais aussi et surtout par tous les soignants paramédicaux (psychologues, orthophonistes, psychomotriciens...) dont ces approches constituent leur cœur de métier.

Concernant le bien-être alimentaire, la Normandie a également acquis une visibilité dans la recherche sur les questions de sécurité sanitaire posées par les contaminants chimiques émergents tels que les perturbateurs endocriniens et les nanoparticules se font de plus en plus nombreuses et il est nécessaire d'en mesurer les impacts sanitaires. De même la question de la migration de ces molécules à partir des matières plastiques (emballages, dispositifs médicaux, ...) et de la contamination humaine, ainsi que l'exposition aux polluants environnementaux ou professionnels comme les médicaments par le biais des aérosols rentrent également dans ce contexte.

Force de la recherche académique de niveau national/international :

L'axe Santé, Bien-être et Résilience s'appuie tout d'abord sur les ressources de recherche d'unités labélisées (UNMRS Inserm 1075, 1077, 1086, 1237) et de laboratoires universitaires (EA 7452, 7475, 7466), des unités cliniques des CHRU de Caen et de Rouen et d'établissements comme le centre François Baclesse et le centre Henri Becquerel pour l'oncologie, ou le centre Esquirol pour la psychiatrie.

Ces recherches utilisent des équipements lourds tels que la Plateforme de Neuroimagerie Cyceron, le centre de réalité virtuelle CEREVER, et se réalisent en partenariat avec des structures psycho-sociales (CMP, IME...) et des établissements de santé spécialisés publics ou privés tels que les centres de rééducation fonctionnelles ou des EHPAD.

Concernant la recherche en sécurité alimentaire et cosmétique, elle s'appuie sur une fédération normande Sécurité Sanitaire, bien-être, Aliment Durable (SESAD) regroupe 5 unités de recherche académique (LMSM, PBS-BRICS, U2RM, ABTE, PROTAL) et 6 structures technologiques (LABEO,

ACTALIA, PRAXENS, Corrodys, IDELE et N2S). Ce consortium de laboratoires est adossé à de grandes plateformes de recherche labellisées en imagerie (PRIMACEN, ICORE), protéomique (PISSARO), cosmétique (Cosmetomics, Normandie Sécurité Sanitaire, N2S) et aux plateformes de la SFR ICORE (CMABio, PROTEOGEN).

Force des collaborations publiques-privées :

Sur le plan des interactions économiques, les approches psycho-sociales et cognitivo-sociales correspondent à des pratiques majeures de nombreux secteurs au sein de l'hôpital comme dans des institutions spécialisées : psychiatrie, éducation-spécialisé, EHPAD, centres de rééducation fonctionnelle... c'est donc un pan très important de l'économie régionale qui est impliquée. Des partenariats avec le secteur privé, tels que des groupes comme Korian pour les EHPAD sont mis en place pour la réalisation de programmes de remédiation, et impliquent également des startups pour la mise en place de solutions hardware et softwares (programmes de stimulation cognitives, mesures de la qualité du sommeil...).

Les acteurs de la sécurité sanitaire, bien être, aliment durable sont en étroite relation avec la filière Cosmétique, et s'appuie le pôle de compétitivité Cosmetic Valley, la plateforme d'innovation Cosmetomics (partenaire de l'Institut Carnot de chimie I2C, et iii). Ce consortium est adossé à de grandes plateformes de recherche labellisées en imagerie (PRIMACEN, ICORE), protéomique (PISSARO), cosmétique (Cosmetomics), Normandie Sécurité Sanitaire (N2S).

Force de l'animation de réseau :

Cet axe de recherche s'appuie sur les réseaux de recherche existant en Santé (FHU et IFR), du Gérontopôle Normand, et des outils de valorations Normands (Normandie Valo).

La Région Normandie compte des structures d'animation et d'interface entre l'innovation industrielle et académique associées à la Santé et au Bien-être, notamment la fédération de recherche Sécurité sanitaire, bien être et Aliments durables (SESAD), et le Pôle de compétitivité

4.2.6 Faire de la Normandie un territoire résilient en matière de maîtrise des risques (Domaine de spécialisation émergent)

Nouvelles technologies pour l'anticipation et la prévention des risques

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Ce premier axe stratégique se centre sur les enjeux en amont de la maîtrise des risques : l'anticipation. Il s'agit d'un aspect essentiel, car cela permet de prévenir et de limiter les effets dommageables d'un événement indésirable. En effet, le Ministère de la Défense décrit la chaîne de valeur du risque en 4 segments : connaître et anticiper les risques, prévenir, protéger, intervenir. Cet axe se situe donc sur l'amont de cette chaîne de valeur. Il vise à développer de nouveaux outils d'anticipation des risques naturels ou industriels.

Sur ce premier axe, la Normandie dispose de compétences remarquables tant dans le développement technologique que la surveillance du risque.

Cybersécurité :

Avec le développement du numérique et de ses applications dans les secteurs industriels et domestiques, le volume de données produit chaque année augmente de façon exponentielle. La captation, le stockage, l'analyse et la valorisation des données numériques se sont imposés comme un enjeu pour les entreprises et les citoyens et font émerger de nouvelles problématiques : protection du secret industriel, sécurisation des communications, vie privée... Le nombre grandissant de cyberattaques visant les bases de données d'entreprises ou encore les affaires Cambridge analytica / Facebook ont mis en évidence la question centrale de la sécurisation des données pour les entreprises, mais également pour les citoyens.

La Région dispose de plusieurs structures de référence en matière de cybersécurité avec entre autres la très grande infrastructure de recherche (TGIR), PROduction et GEstion des DONnées (PROGEDO), Laboratoire d'Informatique, du Traitement de l'Information et des Systèmes de l'université du Havre ou encore le pôle Transactions Electroniques Sécurisées (TES). Elle souhaite s'appuyer sur ces forces pour renforcer l'innovation dans le domaine.

Capteurs et drones :

Pour les entreprises, l'utilisation de drones et des capteurs ouvre la voie à de nouvelles opportunités, mais pose également des enjeux en termes de sécurité (espionnage, piratage, survol illicite par exemple). La Normandie dispose de plusieurs atouts pour l'innovation dans ces secteurs :

- Les laboratoires unités mixtes CNRS M2C, LETG-Caen et IDEES collaborent dans le cadre de projets régionaux, nationaux et internationaux sur l'analyse multirisque et la prévision des aléas et des risques naturels et de leurs impacts économiques et sociétaux. Sur des sites observatoires, ils développent des systèmes de suivi multi-capteurs intelligents (in situ, caméras vidéo et infrarouge, drones, satellites).
- Le laboratoire GREAH (Groupe de Recherche en Électrotechnique et Automatique du Havre) de l'université du Havre s'intéresse à l'analyse des risques et la prévention. Il a orienté, une partie de ses activités sur la détection, le diagnostic et le pronostic des défauts pour les systèmes industriels.
- La Région Normandie dispose également de plusieurs acteurs (laboratoires, entreprises) développant des applications dans la sécurité, l'environnement ou encore la détection et la neutralisation de menace. Cette filière accompagne plusieurs projets à fort potentiel d'innovation comme le projet « détection de drones survolant des sites sensibles », pour lequel un brevet a été déposé par l'université du Havre et Drone Xtr, ou encore les expérimentations de mesure de la qualité de l'air par drones réalisés par Normandie Aérospace (NAE) et ATMO Normandie.

Techniques d'analyse pour la sécurité des produits manufacturés sanitaires :

Les industries agroalimentaire, pharmaceutiques et cosmétiques sont clés dans l'économie normande. Elles doivent s'adapter à de nouvelles demandes de « naturalité » de la part des consommateurs. Un certain nombre de substances (conservateurs, pesticides, colorants, additifs) se voient retirer du marché, car identifiées comme pouvant impacter négativement la santé des consommateurs. Plusieurs pistes de réflexion sont explorées aujourd'hui au travers de produits de substitution ou encore de méthodes d'analyse nouvelles.

À ce titre, la Normandie dispose de plusieurs compétences remarquables en matière de recherche et d'innovation :

Stratégie de spécialisation intelligente de la Normandie 2021-2027

Rapport Final — 25/02/2021

- Le Centre de sécurité sanitaire de Normandie (CSSN) de l'IUT d'Evreux permet le regroupement fonctionnel des entités de recherche et de transfert de technologie, qui étaient dispersées sur plusieurs sites à Evreux.
- ABTE dispose d'un plateau technique pour l'analyse des petites molécules (notamment hydrocarbures aromatiques polycycliques et perturbateurs endocriniens) et de laboratoires dédiés aux études de toxicologie expérimentales in vitro, notamment dans le domaine de la toxicité cardio-vasculaire, pulmonaire et de la génotoxicologie.
- Le LMSM (Laboratoire de Microbiologie Signaux et Microenvironnement de l'Université de Rouen) est le laboratoire de microbiologie de l'université de Rouen, vise à comprendre en particulier l'impact de facteurs environnementaux (polluants atmosphériques, pesticides, perturbateurs endocriniens, nanoparticules...) sur la physiologie de bactéries, notamment en termes de virulence et résistance/tolérance aux antibiotiques et antimicrobiens.
- L'U2RM (Unité de Recherche Risque Microbien) est le laboratoire de microbiologie de l'Université de Caen et s'attache à la mise en place de stratégies de lutte antimicrobienne innovantes en santé humaine et animale, mais également à l'étude de procédés de décontamination des aliments des bactéries pathogènes pour l'homme, notamment par l'Ozone.
- Normandie Sécurité Sanitaire (N2S) est un interlocuteur privilégié des industries dans la mise en place de projets innovants dans le domaine de la sécurité sanitaire. Il s'agit d'un Groupement d'Intérêt Public Innovation & Transfert de Technologie qui accompagne les acteurs du secteur de l'agroalimentaire, de la cosmétique, du médical et de la pharmaceutique à toutes les étapes de développement de leurs projets.
- Situé au sein du Centre de Sécurité Sanitaire Normand, le centre de ressources technologiques (CRT) PRAXENS dispose d'une expertise remarquable dans le domaine de la microbiologie, de la décontamination, de la formulation alimentaire et de la qualité et nutrition. À titre d'exemple, PRAXENS a développé une technologie de décontamination basée sur de la lumière pulsée associée à des technologies UVC et de photocatalyse. Cette technologie permet d'éliminer des contaminants biologiques ou chimiques de produits ou surfaces sans chauffer les produits et en utilisant peu d'énergie.

Enfin, la région accueille le Centre d'expertise agroalimentaire ACTALIA. Cette structure est organisée autour de six pôles de compétences, dont quatre en Normandie (Sécurité des aliments, Innovation produits, Analyses alimentaires, Analyse sensorielle, Technologie et microbiologie des produits laitiers, Analyses inter-comparaison des laboratoires de produits laitiers). Chaque pôle de compétence a la spécificité d'allier une expertise (programmes de R&D nationaux et internationaux, accréditations et certifications) à une connaissance de terrain.

Observation du changement global :

Les risques causés par le changement global constituent eux aussi un enjeu pour le territoire normand. À ce titre la Normandie dispose de plusieurs structures travaillant sur cette problématique :

- La fédération de recherche (FR-3730) SCALE (SCiences Appliquées à L'Environnement) qui regroupe 5 unités et deux équipes (UMR 6143 M2C, UMR-I 02 SEBIO, EA 1293 INRAe ECODIV, UMR 6294 LOMC, UMR 6266 IDEES, CETAPS, EDEHN) a pour objectif de fédérer les recherches en sciences de l'environnement sur le territoire Normand. SCALE propose des recherches sur les environnements aquatique et tellurique qui intègrent les impacts des activités humaines d'origine industrielle, agricole, sylvicole ou urbaine. Ces recherches s'appuient sur les sites régionaux des services nationaux d'observation labellisés CNRS, et dorénavant de l'infrastructure de recherche européenne eITER (Long Term Ecosystem Research In Europe).

Pour cela la fédération SCALE s'appuie sur son important réseau de plateaux analytiques expérimentaux constituant sa plateforme en sciences de l'environnement : PRESEN <http://presen.normandieuniv.fr/>. Ces plateaux permettent le développement d'outils d'évaluation, d'expertise et d'aide à la décision sur ses sites ateliers en vue d'une gestion intégrée des territoires positionnés sur le continuum de la vallée de la Seine comprenant plateau - coteaux - plaine alluviale - domaine côtier (essentiellement de la baie de Seine et de la Manche orientale) .

- L'UMR-I 02 SEBIO (Stress Environnementaux et BIOsurveillance des milieux aquatiques) a une expérience significative dans le développement et la validation d'outils centrés sur les effets biologiques pour prédire, surveiller et diagnostiquer les impacts des contaminants chimiques sur l'environnement aquatique. SEBIO travaille à l'amélioration des connaissances sur les mécanismes de l'action toxique et propose des solutions pour déployer des dispositifs de bioévaluation de la qualité des masses d'eau. Son activité de R&D lui permet de proposer un panel de bioessais, biomarqueurs, modèles d'écotoxicité, indices de qualité environnementale et lignes directrices pour la biosurveillance des éco-hydrosystèmes. Elle mène des recherches à l'échelle individuelle ou sub-individuelle sur des espèces sentinelles représentatives des différents milieux aquatiques (crustacés, mollusques, poissons), couvrant le continuum des masses d'eau de l'axe Seine (eaux continentales, estuariennes et littorales). SEBIO focalise ses approches autour des impacts physiologiques consistant en des perturbations des systèmes endocriniens et reproducteurs, de l'immunité, des métabolismes et balances énergétiques. L'unité dispose de plateformes expérimentales couvrant différentes échelles de la biologie : des équipements de laboratoire, des mésocosmes continentaux et les systèmes de biosurveillance active de terrain. SEBIO est une unité mixte de recherche de l'INERIS, de l'Université Reims Champagne Ardenne et de l'Université Le Havre Normandie.
- Les laboratoires M2C (Morphodynamique Continentale et Côtière) de l'université de Rouen et LETG-Caen Géophen (Géographie physique de l'environnement) de l'université de Caen travaillent d'une part, sur la caractérisation et la modélisation de la dynamique des processus naturels et des différents compartiments, le long du continuum TERRE-MER, à différentes échelles de temps et d'espace, et d'autre part, sur les conséquences des changements globaux (inondations continentales et marines, érosion des sols et du littoral, mobilité des paysages, dynamique de l'atmosphère, ...).
- Le laboratoire « étude et compréhension de la biodiversité » de l'université de Rouen qui travaille sur l'écologie fonctionnelle.
- Le CEREMA Normandie et le LMI (INSA) travaillent sur la modélisation de l'érosion du trait de côte en Normandie à partir de données de mesures électriques en surface, l'objectif est de coupler ces mesures avec la topographie 3D pour cartographier le sous-sol, ce qui conduit mathématiquement à la résolution de problème inverse et permet de modéliser avec rigueur la structure du trait de côte.
- « Laboratoire ATE (Architecture, Territoire Environnement – ENSA Normandie) dans le domaine de l'habitat en situation côtière ou fluviale soumis aux submersions. L'axe de recherche « Villes, campagnes et processus de métropolisation » d'ATE est consacré aux dimensions territoriale et patrimoniale de l'architecture, en particulier aux mutations contemporaines, métropolisation, étalement urbain, crise environnementale, émergence des risques. Dans cet axe, se développe un travail de réflexion sur la relation entre risques et territoires urbanisés : en particulier des travaux en cours portent sur les espaces de frontière entre terre et eau, les littoraux, le long des cours d'eau ou lacustres, soumis à une condition de risque d'inondation ou de submersion dus aux changements climatiques contemporains. Ces travaux participent à deux chaires partenariales de recherche « Le littoral comme territoire

de projets » et « Habiter avec l'eau : territoires face aux changements climatiques. Architecture, urbanisme et modes de vie »

- La Région a par ailleurs lancé un GIEC Normand qui mobilise un groupe d'experts et de scientifiques coordonné par des universitaires normands pour faire état des impacts du changement climatique en Normandie. Les travaux des spécialistes, dont les premiers résultats intermédiaires devraient être rendus publics en juin 2020, inspireront notamment les révisions des politiques régionales.
- Divers organismes comme l'Agence normande de la biodiversité et du développement durable (ANBDD), le GIP-ROL (réseau d'observation du littoral normand et hauts de France), le GIP-Seine Aval, les CPIE, ... ont pour mission de diffuser l'information scientifique et/ou de mettre en relation des porteurs de projets et des chercheurs travaillant sur des thématiques communes afin d'échanger, d'apporter de nouveaux éclairages et de permettre la réussite des projets développés en région.

La Normandie dispose également de structures travaillant sur un volet de veille des impacts liés au changement climatique :

- Atmo Normandie a pour ambition de participer aux politiques publiques en matière de qualité de l'air. Son objectif est d'assurer la gestion et le bon fonctionnement d'un dispositif de surveillance de la qualité de l'air en Normandie. Atmo Normandie collabore de manière pérenne depuis 2006 avec le LMI de l'INSA Rouen sur les statistiques de la Pollution de l'air (analyse et prévision).
- À l'occasion de l'AMI « Solutions innovantes et opérationnelles dans le domaine de la maîtrise des risques industriels au sein d'un environnement urbain et dense » porté par la Région Normandie, plusieurs laboratoires des Universités normandes sont positionnés sur ces thématiques. Nous pouvons citer entre autres :
- Au sein de la fédération SeSAD, le laboratoire LMSM (EA4312, URN) vise à comprendre l'impact de polluants atmosphériques sur la physiologie de bactéries, notamment en termes de virulence et de résistance/tolérance aux antibiotiques et le laboratoire ABTE (EA4651, UCN et URN) s'intéresse à l'impact du changement climatique sur la croissance et la virulence de souches fongiques environnementales.
- Unité INERIS, le laboratoire SEBIO (Stress Environnementaux et BIOSurveillance des milieux aquatiques) inscrit ses activités de recherche dans le champ de la toxicologie et de l'écotoxicologie aquatique. Il s'attache au développement d'indicateurs basés sur des réponses biologiques utilisables, afin d'améliorer le diagnostic environnemental dans une démarche de biosurveillance des milieux aquatiques. A la suite de l'incendie de Lubrizol, SEBIO a engagé des actions d'évaluation des risques et a mis en place des dispositifs de biosurveillance.
- Le laboratoire LOMC (Laboratoire Ondes et milieux complexes) (UMR CNRS) affiche également des compétences dans le domaine de la recherche en Génie Civil et Géosciences, associant de manière incontournable les dimensions risques et environnement. Le comportement des ouvrages dans leur environnement est analysé en étudiant les géomatériaux, considérés comme sols supports ou comme matériaux naturels de construction à l'aide de techniques expérimentales à plusieurs échelles.

Pratiques pour la maîtrise des risques

Contexte et enjeux pour la Normandie :

Ce second axe porte sur la maîtrise des impacts lorsqu'un évènement indésirable intervient de manière involontaire. Ces évènements peuvent avoir des conséquences graves et immédiates pour les personnes, les biens, les infrastructures et l'environnement.

La Normandie souhaite développer sur la période 2021-2027 un véritable écosystème de recherche et d'innovation pour une meilleure gestion des accidents, reliant innovation industrielle et académique. Elle pourra s'appuyer sur des forces déjà présentes en Normandie.

Force de la recherche académique :

Le LSPC (Laboratoire de Sécurité des Procédés Chimiques) développe une démarche multidisciplinaire prospective concernant le risque industriel en cohérence avec les enjeux énergétiques et les futurs développements industriels en Normandie, le LSPC s'investit sur la mise en place d'une méthodologie sur l'analyse des risques pour les industries utilisant de la biomasse lignocellulosique et de l'hydrogène vert, réalise des études expérimentales de l'emballage thermique d'un réacteur chimique, et enfin, dans le cadre de la valorisation chimique de la biomasse. Le LSPC étudie les aspects risques thermiques, modélisation cinétique et intensification des procédés de deux sources renouvelables : les huiles végétales et la matière lignocellulosique. Enfin, le LSPC développe l'analyse multidisciplinaire des Effets Domino : il s'agit d'étudier le potentiel initiateur d'incidents, des défauts liés à la fourniture électrique ainsi que la vulnérabilité à ces perturbations des industries de nouvelle génération du type bio raffinerie et valorisation de la biomasse.

Le laboratoire GREYC (Groupe de recherche en informatique, image, automatique et instrumentation de Caen) dispose de compétences en robotique mobile (autonome, en interaction avec l'humain), fouilles de données (données massives, non structurées) mobilisables dans ce contexte.

Le laboratoire LITIS (laboratoire d'informatique, de traitement de l'information et des systèmes) de l'université du Havre propose des compétences qui peuvent être mobilisées dans la cadre de la prévention et la gestion de crise (robotique mobile, internet des objets, systèmes d'information temps-réel). Le traitement et l'analyse des données doivent se faire de façon à fournir des informations le plus tôt possible.

Le LITIS consacre des travaux sur la problématique liée à la logistique d'intervention qui doit être adaptée au contexte, à la localisation, à la dynamique des populations, aux échelles de temps (urgence, court, moyen et long terme), ou encore au type de catastrophe. Cela nécessite l'élaboration rapide de plans d'acheminement des secours, le rétablissement des infrastructures des réseaux urbains (énergies, eau, communication), le positionnement de ressources stratégiques.

L'accès aux informations doit se faire de façon contrôlée et sécurisée. Des techniques de gestion du consentement, reposant sur la blockchain, recèlent notamment un potentiel intéressant. Des travaux de thèse, au sein de l'Université Le Havre Normandie, sont actuellement menés sur ce thème. Dans le cadre d'une gestion de crise, la technologie blockchain pourrait aussi servir à gérer la traçabilité des évènements et des actions effectuées (avant, pendant, après) par les différents acteurs impliqués dans une gestion de crise.

Culture du risque et développement des relations territoires – industries

Contexte et enjeux pour la Normandie :

En février 2020, la mission d'information de l'Assemblée nationale chargée d'analyser l'accident de Lubrizol a rendu son rapport. Ce dernier préconise entre autres d'instaurer une « culture du risque durable en France ».

L'analyse de cet accident a mis en évidence l'importance de développer un dialogue constructif entre acteurs industriels, les pouvoirs publics et la population pour mieux appréhender ces événements, qu'ils soient d'origine humaine ou naturelle, afin d'en limiter les conséquences néfastes. Une approche participative est nécessaire une nouvelle culture du risque sur l'ensemble du territoire normand, qui permette de développer une connaissance approfondie des risques (naturels et industriels), de mettre en place une coordination fluide entre acteurs, d'instaurer une communication efficace vers le grand public et de diffuser les bons gestes de protection en cas d'accident.

Ce dernier axe stratégique se situe donc à la croisée de l'industrie et du territoire, des sciences humaines et sociales, des sciences participatives ou encore de l'innovation numérique.

Force de la recherche académique :

- Le laboratoire NIMEC (Normandie Innovation Marché Entreprise Consommation) de l'université du Havre s'intéresse à l'organisation collective du territoire et à l'acceptabilité sociale des populations face à un risque industriel ;
- Le Pôle risques de la MRSH de Caen est une plateforme de montage de projets et de réflexion pluridisciplinaire et intersectorielle sur les risques techniques et environnementaux créée en 1995, à l'initiative du laboratoire de sociologie de l'Université de Caen, historiquement dédié à l'étude des risques et des vulnérabilités (CERREV). Elle fédère un réseau de chercheurs autour des sciences humaines (sociologie, psychologie, droit, géographie). Les chercheurs du Pôle ont accumulé, dans différents domaines, 25 années d'expérience de recherche dans le domaine des risques sanitaires, environnementaux et psychosociaux, ce qui en fait un cluster unique dans l'approche pluridisciplinaire des nouvelles vulnérabilités écologiques. Historiquement tournés vers la maîtrise des risques industriels (avec la création de l'Institut européen des risques du bassin Seine aval), les chercheurs du Pôle (sociologues, biologistes, physiciens nucléaires) ont produit une analyse pionnière des conséquences de la première catastrophe industrielle planétaire, Tchernobyl (20 années de recherche), devenue référence mondiale ; ils poursuivront avec l'accident de Fukushima et aujourd'hui la crise du COVID. Les chercheurs du Pôle ont ainsi acquis une expertise originale en singulière des crises collectives et des catastrophes sanitaires et technologiques. Un second axe de réflexion a fédéré SHS, biologistes et médecins autour des questions de santé environnementale et d'écotoxicologie, notamment les perturbateurs endocriniens (mission à l'ANSES) et les pesticides (projets européens, recherche participative, recherche expérimentale), là aussi avec des résultats qui contribuèrent à faire avancer la connaissance au niveau mondial. C'est la synthèse de ces expertises et l'analyse et l'expérimentation de solutions régionales et internationales, tout comme une recherche active sur l'étendue précise des problèmes, qui constitue l'objectif de l'axe santé environnement du Pôle. Par essence, ces études et mises en place de solutions (par exemple détoxification, dépollution, évolution des lois et d'indicateurs économiques environnementaux, cartographie des risques et de leurs gestions, meilleure connaissance des besoins sociétaux) ne peuvent être que transdisciplinaires. Le troisième axe structurant, nouvellement créé, fédère un réseau international de chercheurs en droit de l'environnement autour de nombreux projets axés sur le droit des générations futures et les transformations de l'humain (GIP Transhumanisme et droit), aux enjeux de la bioéthique et du numérique, notamment de l'intelligence artificielle (« transhumanisme »). Cet axe a donné lieu à la création d'une Chaire Normandie pour la Paix, à l'initiative de la Région Normandie et du CNRS,

qui a pour vocation de fédérer des chercheurs internationaux (Unesco, différentes universités européens, américaines et asiatiques), pendant quatre ans, sur les problématiques liées aux droits des générations futures, notamment face au changement climatique. L'action est emmenée par l'avocat international Toni Oposa, titulaire de la Chaire et du/de ? Ramon Magsaysay Award, considéré comme le Prix Nobel asiatique. Le quatrième axe de recherche aborde les dynamiques de transition et de changement social face aux crises environnementales et technologiques. L'étude des transitions écologiques fédère aujourd'hui plus de trente chercheurs à travers de nombreux projets (ANR, européens, régionaux) qui vont de l'évolution de trait de côte face au changement climatique (et ses enjeux collectifs) à la transition énergétique pensée en termes de réappropriation de l'énergie à l'échelle des territoires (démocratie technique). Dans ce sens, un travail de fond a été engagé avec les tiers-lieux (réseau national des FabLabs et LivingLabs) sur la participation des citoyens dans les sciences et l'implication des publics ainsi qu'avec un réseau de chercheurs disséminés dans différentes maisons des sciences humaines (Dijon, Toulouse). Science participative et pluridisciplinarité apparaissent ainsi comme deux enjeux épistémologiques et pratiques majeurs pour l'implication des sciences humaines dans la maîtrise des risques collectifs et la gestion des situations de crise.

- Le Centre de Recherche Risques et Vulnérabilités (CERREV) de l'université de Caen mène des travaux de recherche perspective pluri et interdisciplinaire (sociologie, anthropologie, psychologie, infocom, santé publique...) sur les risques et vulnérabilités individuels et/ou collectifs dans les sociétés contemporaines. Les travaux du Centre de Recherche Risques et Vulnérabilités (C.E.R.R.E.V.) sont organisés selon trois axes de recherche : transition écologique et recherche sur les risques et l'environnement ; domination, inégalités, vulnérabilités ; subjection, relation et institution. Par ailleurs le CERREV a notamment travaillé sur Tchernobyl ;
- D'autres acteurs précédemment cités peuvent également intervenir sur cette thématique comme le laboratoire GREYC (Groupe de recherche en informatique, image, automatique et instrumentation de Caen), LITIS (laboratoire d'informatique, de traitement de l'information et des systèmes), Le centre interdisciplinaire de réalité virtuelle (CIREVE) de l'université de Caen, Atmo Normandie, l'Agence normande de la biodiversité et du développement durable (ANBDD) ou encore Normandie Sécurité Sanitaire (N2S).

Ils pourront être mobilisés pour travailler collectivement au développement d'une culture du risque en Normandie.
