Contrat d'objectifs et de performance 2024-2027

Entre l'Etat et IFP Energies nouvelles

Roland Lescure
Ministre de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique

Amélie de Montchalin
Ministre de l'Action et des Comptes publics

Philippe Baptiste
Ministre de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Espace

Pierre-Franck Chevet
Président d'IFP Energies nouvelles

Table des matières

1- IFPEN aujourd'hui 3
2- Bilan du contrat d'objectifs et de performance 2021-2023 5
3- Le contexte économique, énergétique et écologique en 2023 8
4- La vision stratégique d'IFPEN et sa déclinaison sur la période 2024-2027 9
Axe stratégique n°1 : une R&I au service de la triple transition écologique, énergétique et numérique 9
Axe stratégique n°2 : une politique volontariste de transfert des innovations 21
Axe stratégique n°3 : une offre de formation pour accompagner la transition énergétique 23
Axe stratégique n°4 : un pilotage efficace, responsable et durable 27
Sujets transverses 29
5- Indicateurs et jalons (récapitulatif) 34

Contrat d'Objectifs et de Performance 2024-2027

1- IFPEN aujourd'hui

IFP Energies nouvelles (IFPEN) est un acteur de la recherche et de la formation dans les domaines de l'énergie, de la mobilité et de l'environnement. Depuis les concepts scientifiques jusqu'aux solutions technologiques, les programmes de R&I d'IFPEN débouchent sur des innovations valorisables par l'industrie et génératrices d'emplois. Son école d'ingénieurs IFP School, partie intégrante d'IFPEN, prépare quant à elle les générations futures à relever les défis sociétaux et industriels des secteurs de l'énergie, de la mobilité et du climat.

Le financement d'IFPEN est assuré à la fois par le budget de l'État et par des ressources propres provenant principalement des filiales ou de partenaires industriels.

IFPEN assure trois missions confiées par les pouvoirs publics (article L144-2 du Code de l'énergie) :

- Une mission de **recherche scientifique et de développement technologique** : « la réalisation directe ou indirecte d'études et de recherches dans les domaines scientifique et technique et la valorisation sous toutes formes de leurs résultats », valorisation pour laquelle IFPEN peut « prendre des participations dans des sociétés industrielles ou commerciales ».

- Une mission de **formation supérieure** : « la formation de personnes capables de participer au développement des connaissances, à leur diffusion et à leur application », assurée par IFP School.

- Une mission de diffusion d'information et d'**expertise auprès des pouvoirs publics** : « l'information des administrations, de l'industrie, des techniciens et des chercheurs sur les connaissances scientifiques et les techniques industrielles ».

IFPEN s'est fortement investi sur la dernière décennie pour faire évoluer ses activités vers les NTE (Nouvelles technologies de l'énergie) afin de répondre aux enjeux de la transition énergétique et du dérèglement climatique. Ainsi, tant en appliquant ses compétences historiques à de nouveaux domaines qu'en développant de nouvelles compétences, IFPEN propose désormais des solutions technologiques dans des domaines tels que les énergies renouvelables, les procédés de transformation de la biomasse, la mobilité durable, mais aussi le recyclage, le captage du CO_2 ou encore la qualité de l'air.



en % du budget consacré à ces activités

Le COP 2016-2020 avait notamment accéléré l'orientation d'IFPEN vers les nouvelles technologies de l'énergie et de la mobilité, et fixé l'objectif d'un autofinancement par les ressources propres de la priorité stratégique « hydrocarbures responsables » à horizon 2020, objectif qui a été atteint dès 2019.

Le COP 2021-2023 a poursuivi cette orientation et permis de lancer la nouvelle priorité stratégique « Climat, environnement et économie circulaire », avec des activités dans le domaine du CCUS (Captage, stockage, utilisation du CO2), dans le recyclage des plastiques et des métaux, sur l'interaction sous-sol-eau-climat et sur la qualité de l'air. Les activités en lien avec les hydrocarbures responsables ont continué à décroître et la contribution nette qu'elles dégagent permet d'apporter un financement complémentaire à la dotation pour les activités tournées vers les NTE.

Ce virage résolu vers les NTE se traduit aujourd'hui pour des résultats concrets, par exemple dans le domaine des biocarburants avec deux procédés commercialisés par la filiale Axens, dans celui du captage du CO_2 avec un démonstrateur du procédé DMX™ sur le site industriel d'ArcelorMittal à Dunkerque, dans celui du recyclage du PET avec un démonstrateur industriel inauguré en 2023 au Japon, ou encore dans l'éolien avec la création de la filiale GreenWITS.

Début 2021, IFPEN a lancé une réflexion collective afin d'élaborer une vision stratégique à horizon 2035, qui a conduit à l'écriture d'un document stratégique présenté au Conseil d'administration en juin 2022. C'est naturellement dans le cadre de cette vision « Horizon 2035 » que s'inscrit le COP 2024-2027, qui est en parfaite cohérence avec la première phase de cette stratégie.

IFPEN a la conviction que c'est la maîtrise de solutions technologiques bas-carbone démontrées jusqu'à l'échelle industrielle, ayant fait l'objet d'un débat éclairé au sein de la société et économiquement viables qui permettra de rendre effective la transition écologique et contribuera ainsi à répondre à l'urgence climatique.

Afin de prendre en compte la réalité temporelle et la dimension économique, IFPEN a l'ambition de proposer pour le court terme des technologies disponibles, techniquement prouvées et économiquement rentables, et en même temps d'élaborer pour le long terme des innovations de rupture.

Réussir la transition écologique nécessite également de développer les alliances et partenariats stratégiques, afin de construire collectivement des solutions, riches des échanges entre parties prenantes. C'est de la synergie entre recherche fondamentale, recherche appliquée, valorisation et démonstration industrielle que des solutions peuvent émerger, s'appuyant sur le dialogue entre partenaires académiques et industriels et sur l'ouverture vers la société civile. C'est dans cet esprit d'ouverture qu'IFPEN a lancé en 2023 un Comité des parties prenantes, instance consultative placée auprès du Conseil d'administration, composé de dix membres issus d'ONG, de syndicats professionnels, des media ou experts des sciences humaines et sociales (cf. Objectif B).

Les orientations d'IFPEN dans le cadre du COP 2024-2027 et sa vision « Horizon 2035 » sont, bien entendu, en cohérence avec la stratégie nationale inscrite dans la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC), la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et les documents publiés par le Secrétariat général à la Planification écologique.

Par ailleurs, dans le cadre du plan France 2030 visant à accélérer la dynamique d'innovation, l'action « Programmes et équipements prioritaires de recherche » (PEPR) vise à construire ou consolider un leadership français dans des domaines scientifiques considérés comme prioritaires. IFPEN s'inscrit pleinement dans cette logique au travers du copilotage de 3 PEPR liés aux stratégies nationales d'accélération et de sa participation à plusieurs autres PEPR (SNA ou exploratoires).

L'ambition d'IFPEN est d'être un acteur engagé de la triple transition écologique, énergétique et numérique, un institut ouvert sur la société, créateur de valeur et d'emplois, s'appuyant sur la richesse de ses personnels, et un tiers de confiance des pouvoirs publics.

IFPEN a récemment lancé une démarche de changement de nom. En effet, en 2023, les activités NTE représentent plus de 75% de la R&I d'IFPEN et la dotation publique leur est intégralement consacrée. Le nom actuel IFPEN ne reflète donc pas correctement la nature des activités de l'établissement et le P figurant dans ce nom ramène inéluctablement au passé, malgré l'ajout de la mention Energies nouvelles en 2010.

Pour ces raisons, IFPEN souhaite adopter un nouveau nom, cohérent avec son positionnement actuel et en ligne avec sa stratégie. IFPEN a entamé un dialogue avec ses tutelles à ce sujet, la dénomination officielle et le nom court figurant dans le code de l'énergie (article L144-2) et un changement nécessitant donc le vote d'un article de loi.

2- Bilan du contrat d'objectifs et de performance 2021-2023

Le bilan du COP 2021-2023 illustre la montée en puissance d'IFPEN dans le domaine des NTE, plus rapide qu'initialement prévu.

Cela se traduit notamment par le nombre de partenariats industriels engagés pour la priorité stratégique Energies renouvelables (indicateur de l'objectif 4) et par le taux de couverture des activités relatives aux Hydrocarbures responsables (indicateur de l'objectif 6). En effet, ces dernières activités dégagent une marge nette qui permet de financer des activités de R&I pour les NTE et constitue ainsi un complément à la dotation budgétaire.

Par ailleurs, on peut noter le fort engagement d'IFPEN depuis déjà de longues années pour la recherche fondamentale (cf. les deux indicateurs de l'objectif 1), avec notamment un taux de succès dans les appels à projets deux fois supérieur à la moyenne nationale.

N° Obj.	Objectifs / Actions	Indicateurs	Cible 2021	Cible 2022	Cible 2023	Réalisé 2021	Réalisé 2022	Réalisé 2023	Commentaires
1	**Focaliser la recherche fondamentale d'IFPEN sur les enjeux de la transition écologique**	Part du budget de recherche fondamentale vs budget total de R&I	30 %	30 %	30 %	36%	36%	38%	Cible dépassée
		Nombre de projets lauréats aux appels à projets nationaux et européens / nombre de projets de R&I déposés	-	-	35 %	42,5%	46,8%	46%	Cible dépassée
2	**Renforcer l'expertise d'IFPEN en appui des politiques publiques**	Nombre d'expertises auprès de l'Etat	5	6	7	4	7	8	En 2023 : expertises réalisées pour le MTE, dans le cadre d'AAP ANR et région Nouvelle Aquitaine, pour la DREAL et la DGPR (fermeture d'un site de stockage de gaz Storengy) ou encore Naval Groupe.
3	**Climat, environnement et économie circulaire**	Nombre de projets de R&I avec industriels*	17	17	20	24	22	32	Cibles dépassées
4	**Énergies renouvelables**	Nombre de projets de R&I avec industriels*	19	19	20	22	32	45	Cibles dépassées
5	**Mobilité durable**	Nombre de projets de R&I avec industriels*	55	50	50	59	58	50	Cibles dépassées
6	**Hydrocarbures responsables**	Taux d'autofinancement	> 100 %	> 100 %	> 100 %	117%	141%	184%	Cible atteinte Le taux d'autofinancement est en hausse car IFPEN a fortement réduit ses dépenses sur cette activité, au profit des NTE.

7	**Stimuler l'innovation en interne pour faire émerger des projets sur de nouvelles technologies, équipements, produits, procédés, services**	Nombre de nouveaux projets issus de l'incubateur	3	3	3	3	0	1	Le projet CleanWash, innovation lauréate du Challenge Innovation organisé en 2020, a été transféré fin 2023 au CRSE. Il a permis de développer une technologie de captation et de récupération des microfibres plastiques en sortie de dispositif de lavage textile. En 2024 est programmée la mise en place d'un démonstrateur dans un établissement de lavage professionnel.
8	**Accompagner la diversification de l'activité des filiales et des PME partenaires pour préparer les relais de demain et accéder à des nouveaux marchés des NTE et de la mobilité durable**	Nombre d'opérations** réalisées sur le portefeuille de filiales et participations dans les domaines des NTE et de la mobilité durable	2	2	2	3	2	3	En 2023 : - Création de la société GreenWITS (services numériques dans le domaine de l'éolien). - Création, avec plusieurs partenaires, de la société NACRE pour construire et opérer la 1ère unité en France de production d'éthanol de 2ème génération basée sur la technologie FUTUROL™. - Entrée au capital de la start-up SO SPONGE (solution sobre et passive de régulation de l'humidité dans les espaces clos, basée sur l'utilisation de solides mésoporeux).
9	**Renforcer l'attractivité d'IFP School auprès des jeunes générations**	Ratio du nombre de candidats / nombre d'admis	> 5	> 5	> 5	7,2	5	5,5	Cible atteinte
10	**Accompagner les besoins en compétences des industriels et poursuivre l'intégration dans les programmes de formation associés aux enjeux environnementaux et sociétaux**	Pourcentage d'élèves financés par l'industrie	≥ 80 %	≥ 80 %	≥ 80 %	82%	82%	83%	Cible atteinte
		Pourcentage d'heures de formation consacrées à la formation des étudiants aux enjeux et technologies de la transition écologique	22 %	25 %	28 %	22,9 %	25 %	30%	Cibles atteintes

11	**Viser l'exemplarité en matière de gouvernance, qualité, risques et adapter les compétences et les parcours aux évolutions des programmes (ressources humaines, communication interne)**	Evolution des effectifs*** travaillant sur les NTE	750	750	750	756	819	879	Cible dépassée
		Taux d'accidents du travail TF1 (IFPEN + EE)	< 1,9	< 1,8	< 1,7	2,29	1,97	2,26	Résultats sécurité 2023 du même ordre de grandeur que les années précédentes ; l'objectif est non atteint, on compte 7 accidents déclarés avec arrêt en 2023.
12	**Être exemplaire en matière de RSO, notamment en s'engageant dans le dispositif Services publics écoresponsables, et optimiser les principaux dispositifs opérationnels (SI, immobilier, achats, etc.)**	Egalité Femmes/Hommes (index de l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes du ministère du Travail)	≥ 90 %	≥ 90 %	≥ 90 %	100	100	100	Pour la 5ème année consécutive, IFPEN a atteint le score maximal de 100/100, reflet de son engagement sur le sujet.
		Frais généraux externes rapportés au total des frais de fonctionnement	-	-	48 %	50%	51%	56%	La cible n'était pas atteignable dans le contexte de forte hausse du coût des énergies.
		Performance énergétique annuelle (par rapport à 2019****)	-	-	- 6 %	-11%	-22%	-35%	Cible dépassée

*Précision sur Indicateurs des objectifs 3,4 et 5 : nombre de contrats de recherche avec un partenaire socio-économique donnant lieu à des produits comptabilisés dans l'année courante plus nombre de partenariats socio-économiques donnant lieu à des redevances dans l'année courante

**Précision sur Indicateur de l'objectif 8 : toute opération de type acquisition, prise de participation, création d'entreprise - création avec participation au capital, dans ces domaines, réalisée par IFPEN directement ou par une de ses filiales)

*** Précision sur Indicateur de l'objectif 11 : Nombre rebasé sur l'effectif total 2019

**** Précision sur Indicateur de l'objectif 12 : 886 kWhEF/m².an en 2019, 781 kWhEF/m².an en 2021 et 689 kWhEF/m².an en 2022

3- Le contexte économique, énergétique et écologique en 2023

Un monde sous tension entre enjeux climatiques, géopolitiques, économiques et industriels

Depuis 2022, le monde est confronté à des tensions croissantes liées aux enjeux climatiques, géopolitiques, économiques et industriels. La guerre en Ukraine ainsi que les rivalités entre les États-Unis et l'Arabie saoudite ou la Chine impactent les approvisionnements énergétiques mondiaux. Ces tensions contribuent à la fragilité du secteur, avec des préoccupations relatives à la croissance économique, l'inflation et les risques financiers, comme le souligne le FMI.

Parallèlement, le changement climatique demeure une menace majeure, comme le rappellent les avertissements du GIEC. Dans ce contexte, la "souveraineté économique durable" est présentée comme une réponse nécessaire pour faire face à un monde incertain. Elle doit permettre de limiter les dépendances, assurer la fourniture de technologies critiques et permettre de relever les défis climatiques.

Les réponses apportées par l'Union Européenne et les États-Unis : REPowerEU et IRA

Le plan REPowerEU, en réponse à l'invasion de l'Ukraine par la Russie, vise à réduire les importations de gaz russe par l'Union européenne, avec pour objectif de s'en passer totalement d'ici 2027. Il promeut la transition écologique via des taxes, des régulations et le financement de projets par des prêts européens. La directive RED III, approuvée en juin 2023, accélère le déploiement des énergies renouvelables, visant une part de 42,5% en 2030. Les capacités de production d'énergies renouvelables augmenteraient alors de près de 16 % par rapport aux objectifs antérieurs. En parallèle, des alliances industrielles sont proposées par la Commission européenne afin de favoriser la réindustrialisation dans des secteurs clés liés à la transition écologique. Aux États-Unis, l'IRA (Inflation Reduction Act, voté en 2022) alloue des crédits et subventions de 369 G$ pour les énergies propres, visant à décarboner l'économie et attirer les industries vertes. La Chine considère également les nouvelles énergies comme des moteurs de croissance économique, lors de son 20e congrès en 2022.

Avancées prometteuses et opportunités stratégiques de la transition écologique

Concernant la transition écologique, des premiers signes positifs suggèrent un changement de cap entrepris par les Etats, dont les agendas politiques intègrent désormais la réduction des émissions, la souveraineté énergétique et industrielle, la relance économique et des politiques de R&D.

Selon les données de l'AIE, les énergies propres se déploient de manière croissante. Les investissements mondiaux dans ces dernières surpassent désormais ceux dans les énergies fossiles. Cependant, un quasi doublement de ces investissements est nécessaire pour respecter les engagements nationaux de réduction d'émission. Par ailleurs, les contributions prévues déterminées au niveau national (CPDN) prévoient une diminution de la part du pétrole dans le bilan énergétique mondial d'ici 2030.

Le GIEC indique pour sa part que la limitation de l'augmentation de la température au niveau de 1,5°C reste atteignable, mais nécessite des réductions urgentes, significatives et durables des émissions de GES. Il évoque pour y parvenir des changements systémiques qui comprennent le déploiement de technologies à émissions faibles ou nulles et la réduction de la demande par une gestion plus performante, ainsi que des changements socioculturels et comportementaux.

IFPEN a initié il y a plus de 10 ans des travaux prospectifs dans des domaines tels que l'éolien, la transformation de la biomasse, le CCUS ou encore l'électrification de la mobilité, qui débouchent désormais sur des technologies maîtrisées et prêtes à connaître un débouché industriel. IFPEN poursuit cette stratégie d'anticipation pour préparer les solutions technologiques de demain et ainsi contribuer à apporter des réponses face à cette accélération de l'histoire énergétique.

4- La vision stratégique d'IFPEN et sa déclinaison sur la période 2024-2027

Ce COP 2024-2027 est structuré en 4 axes stratégiques déclinés en 11 objectifs et 4 sujets transverses.

L'axe stratégique n°1 concerne la Recherche & Innovation (R&I), l'axe n°2 la valorisation et le transfert des technologies, l'axe n°3 la formation et l'axe n°4 la gouvernance et la politique de Responsabilité sociétale des organisations (RSO).

Les engagements transverses concernent quant à eux respectivement l'expertise, l'ouverture externe, le digital et l'IA, et la protection du potentiel scientifique.

L'atteinte des objectifs du COP 2024-2027 nécessitera de disposer de personnels compétents, motivés et engagés. Dans cette perspective, IFPEN a entrepris et poursuivra une évolution de sa culture d'entreprise visant à encourager et développer les valeurs d'ouverture et de responsabilité de chacun.

Axe stratégique n°1 : une R&I au service de la triple transition écologique, énergétique et numérique

IFPEN a l'ambition d'élaborer et de proposer des solutions technologiques innovantes, démontrées et efficaces, pour accompagner la triple transition écologique, énergétique et numérique en appréhendant celle-ci dans ses multiples dimensions (analyses de cycle de vie multicritères, problématiques d'appropriation des technologies).

IFPEN travaille à la fois sur les solutions d'aujourd'hui, disponibles à court terme et fruits de plus de dix ans de recherche, et prépare les solutions de demain. Afin de proposer des solutions innovantes - qu'il s'agisse de technologies, de logiciels, d'équipements ou de services - dans les domaines de l'énergie, de la mobilité et de l'environnement pour préparer la société de demain, IFPEN s'appuie à la fois sur une recherche fondamentale visant à lever des verrous scientifiques et techniques et sur une recherche appliquée allant de l'échelle laboratoire à l'échelle du démonstrateur industriel.

Rappelons que le rapport NZE2050[1] de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) souligne que la moitié des technologies nécessaires à la neutralité en 2050 ne sont pas disponibles sur le marché aujourd'hui.

IFPEN a de solides atouts pour se positionner comme champion dans nombre de technologies clés pour l'avenir, comme l'illustre par exemple le classement du « Top 15 des universités et organisations publiques de recherche dans les technologies pour l'énergie bas-carbone, 2000-2019 »[2]. IFPEN y figure au 4ème rang mondial et se trouve même en 1ère position dans deux domaines – les carburants alternatifs et le CCUS (*Carbon Capture, Utilization and Storage*). De même, IFPEN est au 1er rang des organismes publics pour le recyclage chimique des plastiques.

Afin de construire une trajectoire sans la figer, IFPEN a élaboré, dans le cadre de la réflexion stratégique « Horizon 2035 », une méthodologie de « pesée » des technologies[3] à quatre échéances temporelles (2021, 2025, 2030 et 2035) à l'aune de différents critères, afin de pouvoir déterminer les technologies sur lesquelles accentuer ou à l'inverse réduire ses efforts, et se saisir de thématiques émergentes. Ainsi, afin de faciliter la priorisation des activités R&I, tant en termes d'effectifs que d'investissements, 35 technologies ont été analysées, ce qui a permis d'identifier une petite vingtaine de technologies qui présentent un fort intérêt public

---

[1] Net Zero by 2050 - A Roadmap for the Global Energy Sector, International Energy Agency, May 2021

[2] Publié (table 4.1, page 46) dans le rapport "Patents and the energy transition – Global trends in clean energy technology innovation", EPO & OECD/IEA, avril 2021

[3] Le terme « technologies » est pris dans une acception large, incluant produits, procédés, équipements, logiciels, services, etc.

et un potentiel élevé de création de valeur, et contribuent ainsi à remplir notre mission d'intérêt général en proposant des solutions pour réussir la transition écologique.

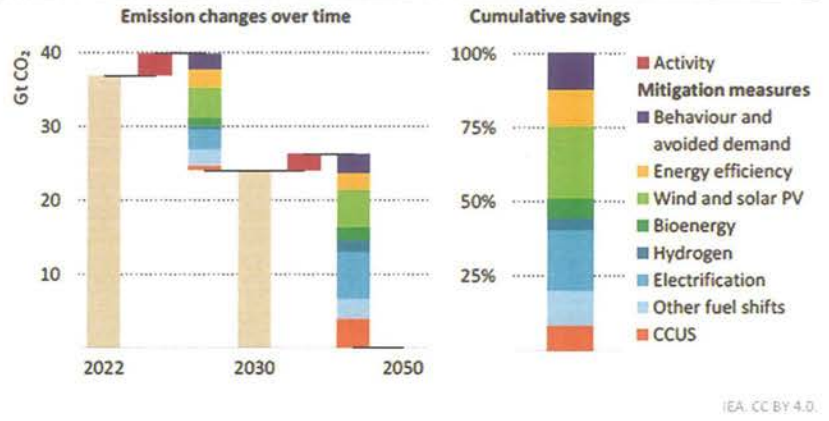
Les technologies ont été réparties en trois catégories selon leur niveau de maturité - technologies maitrisées, technologies prometteuses, technologies prospectives. Enfin, une quatrième catégorie regroupe les technologies hors NTE qui seront en baisse à l'horizon 2035, voire arrêtées pour certaines d'entre elles.

Il convient de noter que classer une technologie dans la catégorie « maitrisée » ne signifie pas que tous les travaux relatifs à cette technologie le sont ; certains travaux menés dans le cadre de la technologie peuvent être encore au stade dit « prometteur », voire même « prospectif », avec des activités de recherche et d'innovation plus amont pour préparer les générations futures de ces produits ou services.

Toutes les activités de R&I NTE s'inscrivent dans le cadre des priorités stratégiques suivantes :

- Climat, environnement et économie circulaire : réduire l'impact des activités humaines et industrielles sur le climat et l'environnement ;
- Energies renouvelables : produire, à partir de sources renouvelables, de l'énergie, des carburants et des intermédiaires chimiques ;
- Mobilité durable : développer des solutions pour des transports efficients et à faible impact environnemental.

Figure 2.5 ▷ CO_2 emissions reductions by mitigation measure in the NZE Scenario, 2022-2050



Expansion of solar PV, wind and other renewables, energy intensity improvements and direct electrification of end-uses combined contribute 80% of emission reductions by 2030

Notes: Activity = energy services demand changes from economic and population growth. CCUS includes BECCS and DACS.

Source : Net Zero Roadmap, 2023 update, AIE

Ces thématiques figurent pour la grande majorité dans le scénario NZE2050 de l'AIE comme des éléments clés pour atteindre la neutralité carbone. Citons parmi tant d'autres l'exemple du CCS qui devrait concerner 4Gt de CO_2 captées en 2035 (contre 40Mt actuellement, soit un facteur 100).

- **Objectif 1 : consolider les technologies maitrisées**

Les technologies NTE maitrisées sont celles qui ont atteint un niveau de maturité élevé et intègrent dès à présent un ou des produit(s) ou service (s) commercialisable(s) sur des marchés identifiés. Pour ces technologies, l'ambition d'IFPEN est de consolider leur positionnement et de finaliser les grandes étapes du processus d'innovation pour assurer leurs débouchés : de la démonstration préindustrielle jusqu'à la première industrielle, ou la création de société, ou le partenariat industriel pour commercialiser les technologies.

Ce sont les technologies phares dans le portefeuille d'IFPEN, qui portent nos solutions d'aujourd'hui pour réussir la transition écologique.

Les principales technologies dans cette catégorie sont :

- CO_2 : captage, stockage & émissions négatives
- Recyclage des plastiques
- Eolien & énergies marines
- Stockage et gestion de l'énergie
- Ressources et usages du sous-sol pour la transition énergétique
- Production de biocarburants
- Production de bioproduits
- Motorisations électriques

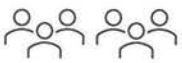


Le **captage et stockage du CO_2** présente des enjeux clés pour la décarbonation de l'industrie. IFPEN développe des solutions innovantes sur l'ensemble de la chaîne CCS pour accompagner le déploiement de la filière (captage en oxy-combustion ou en post-combustion, captage direct dans l'air, compression et transport du CO_2, stockage, intégrité des puits et surveillance environnementale).

Les orientations 2024-2027 consistent, pour le captage, en l'homologation par la filiale Axens du procédé DMX™ dans sa première version (actuellement en démonstration à Dunkerque sur le site d'ArcelorMittal) et dans le développement d'une seconde version du procédé (avec un solvant éco-efficient), ainsi que l'extension à d'autres émetteurs que la sidérurgie. Par ailleurs, il faudra finaliser le développement du procédé de combustion en boucle chimique CLC actuellement en démonstration préindustrielle en Chine (projet sino-européen H2020 Cheers) et l'étendre aux charges biomasse (émissions négatives) et déchets.

Pour le stockage, la feuille de route R&I pour accompagner le développement de l'offre de la filiale Beicip-Franlab sera mise en œuvre et, pour s'assurer de la disponibilité de sites de stockage, des études seront menées, notamment dans le cadre du projet européen PilotSTRATEGY qui vise une caractérisation détaillée des aquifères salins profonds.

Concernant les externalités, le projet CCS+ initiative - méthodologie internationale de certifications des émissions CO_2 évitées sur l'ensemble de la chaîne CCS – sera mené à bien.



Pour le **recyclage chimique des plastiques**, IFPEN a un savoir-faire reconnu[4] et continuera à développer des technologies innovantes sur les trois boucles de recyclage chimique, complémentaire du recyclage mécanique : par dissolution (polyoléfines – telles que PP et PE -, PVC…), par dépolymérisation (glycolyse du PET - Rewind™PET, avec le démarrage d'un démonstrateur mi-2023 sur le site de Jeplan au Japon et une première unité industrielle à l'étude en France) et par conversion (solvolyse de pneus, up-grading des huiles de pyrolyse de polyoléfines - Rewind™Mix -, pyrolyse…).

Les orientations 2024-2027 concernent la démonstration du recyclage PVC, le recyclage des textiles (mélange de fibres synthétiques et mélanges fibres synthétiques/fibres naturelles) et plus globalement, la diversification des charges pour les différentes technologies développées ou en développement selon les trois boucles, et enfin une montée en compétences sur la pyrolyse des plastiques.

[4] Selon une étude de l'office européen des brevets publiée en octobre 2021, IFPEN est le 5ème déposant mondial et le 1er organisme de recherche sur le recyclage chimique ou biologique des plastiques, pour la période 2010-2019.

Concernant **l'éolien et les énergies marines**, l'enjeu est de développer des technologies pour optimiser l'exploitation des fermes éoliennes à différents stades des projets : conception des composants pour l'éolien flottant, outils de conception de fermes, jumeaux numériques pour le monitoring en opération, et enfin contrôle des fermes et optimisation de la production en continu. IFPEN a créé en 2023 une filiale, GreenWITS, qui valorisera industriellement les technologies développées.

Les orientations 2024-2027 consistent dans le soutien au développement de la filiale GreenWITS en réalisant par exemple une démonstration de l'offre de contrôle de fermes, jumeaux numériques, et optimisation de la production. Par ailleurs seront mises en œuvre la conception de nouvelles générations de flotteurs suite à la démonstration de flotteurs innovants avec SBM (premier flotteur mis à l'eau en mai 2023 dans le cadre du projet Provence Grand Large), et l'optimisation de câbles et réseaux pour l'éolien flottant.

Concernant **le stockage et la gestion de l'énergie**, l'objectif est de développer d'une part des technologies de stockage de forte capacité (technologie AACAES par air comprimé) et d'autre part des technologies numériques de gestion optimisée de l'énergie (EMS-Energy Management System) afin de faciliter l'intégration des renouvelables sur le réseau. Une collaboration avec une PME (Soalis) pour la commercialisation d'une offre couplée panneaux photovoltaïques et système de gestion IFPEN auprès de particuliers a été mise en place en septembre 2023.

Les orientations 2024-2027 consistent d'une part à assurer la réussite de notre collaboration avec Soalis, et de déployer plus largement la solution EMS@IFPEN en partenariat avec des fournisseurs d'énergie renouvelable et des agrégateurs pour des offres d'autoconsommation individuelle et de service réseau, et d'autre part à réaliser en partenariat un démonstrateur du procédé AA-CAES de stockage par air comprimé / chaleur.

L'activité **ressources et usages du sous-sol pour la transition énergétique** a pour objectif de développer les technologies pour valoriser le sous-sol pour la transition énergétique, dans les domaines suivants : la modélisation du comportement des stockages avec des outils numériques de simulation, la géothermie profonde (design, monitoring, coproduction lithium), et l'hydrogène (stockage dans le sous-sol, interaction matériaux et transport, hydrogène blanc).

Les orientations 2024-2027 sont l'industrialisation des outils de design et de monitoring de géothermie profonde, la contribution à la résolution des verrous pour la valorisation de l'H_2 naturel et l'apport de solutions de sécurisation du réseau d'approvisionnement et des sites de stockage H_2.

IFPEN s'investira par ailleurs sur la durée du COP pour développer les outils de simulation du sous-sol pour la transition énergétique en capitalisant sur son expérience construite sur les systèmes pétroliers, et en accompagnant le développement par sa filiale Beicip-Franlab d'offres relatives à la géothermie, l'exploration de l'H_2 naturel, le stockage de CO_2 ou encore l'exploration du lithium. IFPEN s'attachera à assurer et maintenir un environnement suffisamment ouvert pour pouvoir partager des développements avec des organismes tiers, et plus particulièrement français, afin de co-développer les briques numériques souveraines répondant aux besoins de transparence des nouveaux usages du sous-sol.

Dans le domaine **de la production de biocarburants**, l'objectif est de développer des procédés de production de biocarburants vertueux et utilisables en mélange ou directement.

Les actions s'appuieront sur les réussites de ces dernières années avec des procédés développés sur les principales voies de production de biocarburants et commercialisés par Axens : procédé Vegan® pour la conversion d'huiles, procédé Futurol® pour la production d'éthanol avancé, procédé BioTfueL® pour la production de biocarburants avancés (biogazole et biokérosène) par le procédé Fischer-Tropsch, GASEL®. Des partenariats ont été structurés pour lancer de premières unités industrielles en France sur ces technologies. IFPEN participera ainsi au projet BioTjet, première industrielle de la technologie BioTfueL®, ainsi qu'au projet NACRE, première industrielle de la technologie Futurol® en Nouvelle Aquitaine. En complément, les travaux 2024-2027 concerneront le développement de nouvelles générations de procédés et de catalyseurs pour la production de biocarburants, y compris la transformation d'éthanol avancé en biokérosène, et l'intégration croissante de charges renouvelables dans les usines existantes, ainsi que l'étude de scénarios sur les ressources et les usages de la biomasse pour accompagner le déploiement des technologies.

Pour la **biomasse vers chimie**, il s'agit de développer des technologies innovantes de production de biomolécules par voies chimiques et biotechnologiques (oléfines, aromatiques, acides organiques, aldéhydes, alcool, etc.).

Les orientations 2024-2027 consisteront en l'accompagnement des premières industrielles des technologies développées (Biobutterfly – biobutadiène pour pneus à partir d'éthanol avec un démonstrateur en cours sur un site de Michelin, 5-HMF pour résines à partir de sucres, BioTCat®™ – bioaromatiques pour PET pour bouteilles en plastique …), en la démonstration de la technologie IBIS (bioalcool à partir de sucres) par voie biotechnologique avec un partenaire industriel et dans le lancement de nouveaux développements sur les voies les plus prometteuses en cours d'instruction (voies chimiques et/ou biologiques).

Pour la **propulsion électrique**, les activités concernent tant les motorisations électriques efficientes et éco-responsables que les électroniques de puissance à forte densité énergétique.

Les orientations 2024-2027 pour les motorisations électriques sont la valorisation de la technologie de machine maitrisée (HSM : *Hybrid Synchronous Machine*) auprès des industriels et notamment de nouveaux acteurs de la petite série, le développement d'une nouvelle technologie de machine à très forte densité de puissance dite à flux axial, et les recherches pour la mise en œuvre de solutions éco-conçues avec notamment peu ou pas de terres rares pour les aimants.

Pour les électroniques de puissance, les orientations concernent la valorisation des premières électroniques IFPEN dans des applications de petite série, le développement d'une seconde génération d'électronique de puissance utilisant des composants électroniques à large bande (notamment SiC : Carbure de Silicium et GaN : Nitrure de Gallium) et du contrôle avancé associé, ainsi que des recherches sur les systèmes de refroidissement direct par immersion des composants.

Indicateur

- Part des ressources apportées par les redevances sur titre de propriété intellectuelle
  Cible 2027 : 24,4%

- **Objectif 2 : développer les technologies prometteuses**

Les technologies NTE prometteuses sont celles qui comprennent des produits, technologies ou services qui devraient être valorisables et commercialisables dans les prochaines années, et pour lesquelles une maitrise technique existe à IFPEN et doit être consolidée.

IFPEN dédiera par conséquent des moyens importants à ces solutions de demain, qui viendront en complément et en relais des technologies maitrisées pour assurer la réussite de la transition écologique.

Les principales technologies dans cette catégorie sont :

- Ecoconception et recyclage des catalyseurs
- Qualification et gestion des sols
- Production d'électro-carburants
- Métaux stratégiques pour la mobilité durable
- Mobilité Hydrogène
- Batteries (outils de simulation, conception, matériaux)
- Digitalisation dans la mobilité

En ce qui concerne **l'écoconception et le recyclage des catalyseurs**, pour la production de carburants durables, l'objectif est d'optimiser l'empreinte environnementale (recyclage des matériaux, consommation d'eau, efficacité énergétique, émissions polluantes, etc.). En matière de recyclage, il s'agit de développer une offre complète autour de la re-préparation des catalyseurs à partir de matériaux recyclés avec des cibles de catalyseurs 100% recyclés mais également de leur réutilisation. En matière de gains environnementaux, l'objectif est de développer des technologies permettant de réduire les émissions de CO_2, de NOx, d'accroitre l'efficacité énergétique, et d'améliorer la gestion de l'eau.

Pour la **qualification et la gestion des sols**, IFPEN développe des technologies de suivi des stocks de carbone des sols et des éco-agro-systèmes, en cohérence avec le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) qui vise à renforcer la résilience des écosystèmes (sols, forêts, mer et littoral, biodiversité et ressources en eaux) pour leur permettre de s'adapter au changement climatique et aux évènements extrêmes. Le carbone est un élément majeur des cycles biogéochimiques et la réalisation de suivi des stocks de carbone des sols et des éco-agro-systèmes fait partie des réponses aux enjeux écologiques. IFPEN collabore avec des partenaires nationaux (BRGM, INRAE), notamment au travers de divers projets à soutien public, ainsi qu'avec des acteurs industriels pour valider nos technologies d'analyse du carbone et contribuer à apporter des solutions pour la transition écologique. Enfin IFPEN a développé des outils de surveillance environnementale de suivi de molécules polluantes (suite Flair) et les a testés en conditions industrielles (huit stations de monitoring ont ainsi été récemment installées sur un site industriel de stockage de gaz). Les orientations consistent principalement dans le renforcement des partenariats industriels, notamment pour la qualification et la gestion des sols (puits de carbone …) et dans le déploiement sur le marché des outils de surveillance environnementale.

Dans le domaine de la **production d'électro-carburants**, IFPEN disposait en 2022 des procédés de captage du CO_2 et de la synthèse Fischer-Tropsch, procédé GASEL® développé avec Eni. IFPEN a développé une première version du chaînon manquant pour la production d'e-fuels, à savoir l'activation du CO_2 par voie thermique (procédé RWGS – *Reserve Water Gas Shift*) pour convertir le CO_2 capté en CO, ce qui permet aujourd'hui à IFPEN et Axens de maîtriser l'ensemble de la chaine. Le procédé RWGS ainsi que l'intégration des différents procédés doivent désormais être optimisés pour en améliorer les performances et l'efficacité énergétique. En parallèle, en juin 2023, IFPEN, Axens et EDF ont annoncé la signature de protocoles d'accord pour développer « Take Kair », un pilote industriel innovant de e-kérosène en Pays de la Loire, qui contribuera à répondre après 2028 aux besoins de la nouvelle filière française de e-SAF (carburant d'aviation durable de synthèse).

Le domaine des **métaux stratégiques de la mobilité durable** est clef pour la souveraineté de la France et de l'Europe. L'enjeu est de développer des technologies innovantes et à impact environnemental réduit pour le recyclage des matériaux de batteries, la synthèse des matériaux actifs de cathode (pCAM/CAM) à partir de métaux recyclés ou encore pour l'extraction de Li d'eaux de production et géothermales, dans la continuité de ce qui a été développé avec ERAMET pour l'extraction de Li de salars.

Les orientations concernent la montée en compétence rapide dans ce domaine, en mettant en place des outils laboratoire et pilote performants, en développant des chimies performantes de matériaux actifs de cathode de type NMC, ainsi qu'une nouvelle génération d'adsorbants et de procédés éco-efficients (avec une empreinte eau minimale) pour l'extraction du lithium.

Concernant la **mobilité**, IFPEN a déjà depuis plus de 10 ans intégré la transition vers l'électrique à batterie en anticipation des orientations gouvernementales visant notamment la fin de la vente d'ici 2035 des véhicules légers émettant du CO_2. Pour les moyens de transport très intensifs en énergie où la solution à batterie n'est pas encore complétement pertinente, des solutions alternatives comme l'**hydrogène** sont explorées, sous deux voies complémentaires – la pile à combustible (PàC) et le moteur thermique à hydrogène.

Pour la PàC, les orientations concernent le développement et la mise à disposition des concepteurs de modèles pour le vieillissement et le dimensionnement, en s'appuyant notamment sur des mesures expérimentales, ainsi que le développement de premières générations d'électroniques spécifiques pour PàC (pilotage du système et de la puissance).

Pour les motorisations thermiques, les orientations sont de porter à maturité des solutions différenciantes très bas voir zéro carbone pour accélérer la transition énergétique, principalement pour les usages à fortes intensités énergétiques (poids lourds, engins de chantier, mais aussi fluvial et maritime). Les recherches portent sur les outils pour l'optimisation et le contrôle des systèmes de combustion, les solutions de post-traitement des émissions de NOx spécifiques au moteur à hydrogène, afin d'accompagner les industriels dans la démonstration et la mise sur le marché des technologies.

Dans le domaine des **batteries**, les orientations traitent tant de la maîtrise de la technologie que des nouveaux matériaux pour étendre les domaines d'utilisation des véhicules à batteries, dans une logique d'économie circulaire et de sobriété dans l'utilisation de matériaux critiques. Les travaux portent notamment sur des outils validés de conception pour disposer de méthodologies, de modélisations du vieillissement et de l'emballement thermique, de caractérisations expérimentales, afin d'aider les industriels dans la conception et le dimensionnement de packs batterie Li-ion fiables, performants et sûrs. IFPEN développe également des solutions de diagnostic de cellules pour la réparabilité et la seconde vie, et explore en laboratoire de nouveaux matériaux prometteurs pour électrolytes solides et batterie Lithium–Soufre (Li- S).

La **digitalisation dans la mobilité** couvre différents domaines :

- les logiciels d'ingénierie et de conception, forts du renouvellement des partenariats avec Siemens Industry Software et CSI, leaders mondiaux sur leurs marchés, dont l'enjeu principal est la nécessaire mutation vers les nouveaux marchés de la mobilité (électrique, hydrogène …) ;
- l'industrialisation des algorithmes IFPEN d'eco-driving, eco-routing et eco-charging, ou encore la prise en compte de l'expérience utilisateur par une approche open source sur le logiciel de génération de tableaux de bord dynamiques ;
- l'analyse environnementale des transports, avec notre expertise reconnue sur les émissions des véhicules en circulation en couplant simulation et mesures, la concrétisation d'un datahub français de la mobilité intégrant des sources hétérogènes de données avec des partenaires académiques et industriels et intégrant les recherches du PEPR dont IFPEN est copilote avec l'Université Gustave Eiffel, le développement d'offres web pour l'analyse de la mobilité et de son impact sur la qualité de l'air et les GES ;

- l'analyse prospective, incluant les volets énergétique, économique, ACV (Analyse de Cycle de Vie) et scénarisation, auprès des acteurs de la mobilité pour éclairer les décisions dans le cadre de la transition écologique et pour évaluer les impacts de technologies en devenir.

Plus généralement, les marchés des NTE sont à ce jour émergents. Leur maturité économique, couplée à des politiques publiques volontaristes en la matière vont permettre d'augmenter leur rémunération. A ce titre, IFPEN accorde une attention particulière à la nécessité de se positionner dans des domaines ayant une potentielle forte valeur ajoutée à l'avenir. Par conséquent, sur la période 2024-2027, l'établissement opèrera un suivi du taux de couverture des charges pour les nouvelles technologies de l'énergie par les recettes propres correspondantes.

Indicateurs

- Taux de participation des industriels et des partenaires au financement des recherches sur les NTE
  Cible 2027 : 9,5%
- Taux de couverture des NTE
  (indicateur de suivi)

- **Objectif 3 : instruire le potentiel des technologies prospectives**

Les technologies prospectives sont en début d'instruction ou à instruire. Elles nécessitent un travail important pour prouver leur faisabilité et leur pertinence, analyser la concurrence, la valeur ajoutée qu'IFPEN peut apporter, les débouchés potentiels, etc.

Ce sont à ce stade des pistes d'innovation. Quelques exemples de sujets : décarbonation et digitalisation des procédés, biotechnologies pour la production de biocarburants, captage en rupture DACC (*Direct air carbon capture*), recyclage PàC, cycle de l'eau et gestion des flux de micro-plastiques dans l'environnement, etc.

Dans le domaine de décarbonation et de la digitalisation des procédés, IFPEN développe un portefeuille de solutions à faible empreinte environnementale basées sur l'hydrogène décarboné et la conversion du CO_2 dont l'objectif est de faire des (bio)-raffineries des hub-énergétiques décarbonés s'inscrivant dans une démarche d'économie circulaire. IFPEN s'appuiera sur les travaux menés au sein du PEPR SPLEEN qu'il co-pilote avec le CNRS.

Dans le domaine des biotechnologies pour la production de biocarburants, l'objectif est de développer un cocktail enzymatique amélioré permettant de réduire le coût de production des enzymes, d'améliorer les performances des procédés par une meilleure extraction des sucres contenus dans les biomasses lignocellulosiques.

Par ailleurs, IFPEN instruit le développement d'une offre sur les carburants marins bas carbone.

Les scénarios de l'AIE et du GIEC considère le DACC comme indispensable pour atteindre la neutralité carbone à horizon 2050. Fort de son expertise de plus de 15 ans dans le domaine du captage de CO_2, c'est tout naturellement qu'IFPEN instruit des solutions technologiques en rupture pour relever ce défi.

La valorisation du CO_2 pour la production de molécules d'intérêt pour les marchés de la chimie sera explorée (oléfines, acides organiques, alcool…). L'utilisation de CO2, tout comme celle de plastique recyclé et de biomasse, contribuera à la décarbonation de la pétrochimie pour aller vers des polymères bas-carbone.

Concernant les ressources en eau, un des objectifs est d'encourager l'efficience des usages, d'optimiser en amont la gestion de la ressource grâce à des outils de modélisation et d'envisager la réutilisation des eaux usées avec des méthodologies et technologies de traitement. Enfin, la lutte contre la pollution plastique représente un enjeu majeur aussi bien environnemental qu'économique. Dans ce contexte,

IFPEN instruit le développement de technologies pour caractériser, quantifier et gérer les flux de microplastique dans l'environnement.

IFPEN a un **incubateur interne de projets**, créé il y a plus de dix ans, afin de détecter et d'instruire des opportunités, et de pouvoir développer des innovations en rupture dans les domaines de la transition écologique.

Il s'agit pour les équipes de l'incubateur d'instruire de « nouveaux territoires de croissance » correspondant à des domaines à forts enjeux. L'approche consiste en l'analyse du besoin, de la réglementation, du marché, de la chaîne de valeur, des acteurs, des *business models* envisageables, dans le but notamment d'identifier des partenariats possibles, tant académiques qu'industriels, et des vecteurs de valorisation. A l'issue de l'instruction qui peut aller jusqu'à la preuve de concept, les projets validés sont transférés à un Centre de résultats R&I.

Ainsi en 2023, ont été menées plusieurs actions dans le domaine du traitement des eaux industrielles. Des projets visant à identifier des solides pour la captation de traces métalliques ont été réalisés. Une étude exploratoire a été menée sur le problème des substances per- et polyfluoroalkylées – PFAS -, un enjeu pour la qualité de l'eau potable. Ce travail a conduit à l'ouverture au sein de l'incubateur d'un projet de recherche sur le volet solution de captation et au lancement d'un groupe de travail dont l'objectif est de proposer des pistes pour les solutions de destruction/conversion envisageables.

Pour les prochaines années, plus d'une dizaine de sujets ont été identifiés pour instruction.

Par ailleurs, les équipes de l'incubateur sont en charge de favoriser une démarche de créativité participative au sein d'IFPEN par l'organisation de challenges d'innovation internes. Deux challenges internes d'envergure ont déjà été organisés au travers d'une démarche globale d'entreprise, qui se sont étalés sur plusieurs mois et qui ont fait émerger plusieurs centaines d'idées dont une douzaine a été sélectionnée pour de nouveaux projets.

En 2024, il est prévu de lancer une nouvelle initiative de créativité participative de type Challenge Innovation. Comme la précédente, cette 3ème édition du Challenge interne sera également ouverte aux filiales et à une partie des élèves d'IFP School. L'objectif sera un taux de mobilisation du personnel au moins équivalent à celui du précédent Challenge, soit proche de 50 % du personnel.

Indicateur

- Ressources propres tirées de la valorisation de la recherche dans le domaine des NTE
  Cible 2027 : 21,2M€

• Objectif 4 : s'ancrer sur la recherche fondamentale

Une des forces d'IFPEN, et marqueur de l'originalité de l'organisme, est d'avoir construit un continuum entre recherche fondamentale, recherche appliquée et innovation, permettant ainsi de formuler les questions scientifiques liées au développement des innovations et de les résoudre dans une stratégie de recherche mobilisant les partenaires académiques d'IFPEN. La recherche fondamentale, qui vise à lever les verrous scientifiques en amont de la recherche appliquée, contribue ainsi aux innovations de rupture dans les domaines de l'énergie, de la mobilité, de l'économie circulaire, de l'environnement et du climat. Elle déploie une approche dynamique, transverse et pluridisciplinaire, et une démarche continue d'exploration de nouveaux sujets. La recherche fondamentale s'appuie sur un important réseau de partenaires académiques en France et à l'international. Ces partenariats ont donné lieu à de nombreuses propositions de projets dans le cadre des PEPR, SNA et exploratoires. Ils devraient croitre davantage et se consolider dans les prochaines années.

IFPEN est copilote de 3 PEPR liés aux stratégies nationales d'accélération (SNA) :

- Décarbonation de l'industrie (SPLEEN), avec le CNRS
- Produits biosourcés et carburants durables (B-BEST), avec l'INRAE
- Digitalisation et décarbonation des mobilités (MOBIDEC), avec l'Université Gustave Eiffel.

De plus, IFPEN participe aux PEPR SNA Recyclabilité, Batteries, H2 et TASE et aux PEPR exploratoires Sous-sol bien commun, Maths-vives, FairCarboN, OneWater, NumPEX et Diadem.

L'ensemble de ces contributions représente au total près de 40 projets, à fin 2023, répartis de la manière suivante :

- 22 projets dans les PEPR copilotés, dont 10 pour le PEPR SPLEEN, 8 pour B-BEST, et 4 pour MOBIDEC ;
- 10 projets ciblés dans les PEPR suivants : Recyclage matériaux (1), H2 (1), Batteries (1), Sous-sol (3), NumPEX (3), FaircarboN (1) ;
- 5 projets acceptés en réponse à un AAP ou un AMI dans différents PEPR (H2 - 2 projets acceptés suite à un dépôt à un AMI, TASE - 1 projet accepté à un AAP, Batteries - 1 projet accepté à un AAP, OneWater - 1 projet accepté à un AAP) ;
- De plus, 2 projets sont encore en évaluation.

Ces chiffres vont encore évoluer significativement, avec l'ouverture de nouveaux AAP ainsi que le dépôt de nouveaux AMI.

Par sa participation aux PEPR, IFPEN fait partie d'un écosystème de recherche dynamique sur des thèmes prioritaires, qui vise à répondre aux grands enjeux de notre temps en mobilisant la communauté française pour la construction d'un leadership scientifique, technologique et économique sur des secteurs stratégiques.

Qu'ils soient exploratoires ou adossés aux stratégies nationales d'accélération, les PEPR permettent de créer des communautés scientifiques d'excellence, coordonnées et pluridisciplinaires, afin d'accompagner les transformations déjà engagées ou d'explorer le potentiel des transformations émergeantes, en accélérant la levée les verrous scientifiques.

Une structuration en verrous scientifiques

La recherche fondamentale est structurée depuis une dizaine d'années autour de neuf verrous scientifiques (VS), liés aux divers domaines d'activités et organisés selon un cheminement scientifique : de la compréhension de phénomènes physiques complexes (expérimentation, acquisition de données) à l'évaluation d'un système complet (impacts économiques et environnementaux), en passant par une représentation numérique (modélisation, simulation) de ces phénomènes.

Les neuf verrous scientifiques permettent d'approfondir des questions scientifiques très diverses, qui impliquent des interactions à différentes échelles de l'espace et du temps : réactivité chimique et biologique, interactions physicochimiques, magnétiques ou électriques, mécanismes de transfert de matière ou énergie. Les objets étudiés incluent des systèmes complexes au sens large : des molécules et formulations complexes, aux matériaux (solides poreux naturels ou manufacturés, polymères, électromagnétiques), jusqu'aux systèmes globaux avec des approches ACV (analyse de cycle de vie). Fil rouge des actions de la recherche fondamentale et outils stratégiques indispensables, la modélisation, la simulation numérique et les nouvelles technologies du digital bénéficieront d'importants travaux. Les actions porteront notamment sur les différentes techniques d'Intelligence Artificielle (IA) pour améliorer la prédictivité des modèles et pour accélérer les calculs numériques. La performance des codes, la modélisation complexe et les approches IA liées à la gestion des connaissances (textes, documents, images) seront aussi étudiées.

Les travaux de recherche fondamentale, qui répondent aujourd'hui aux besoins des technologies maitrisées ou prometteuses, se développeront dans les prochaines années pour appuyer davantage les

technologies prospectives. Ils contribueront ainsi à de nombreux thèmes au cœur de la transition écologique : les ressources énergétiques éco-responsables, le stockage et la conversion de l'énergie, les matières premières dans les technologies de la transition énergétique, les interactions sol-climat, la connaissance et le traitement de pollutions, la caractérisation et conception de matériaux fonctionnels, la production et les usages de l'hydrogène, le recyclage et l'écoconception des matériaux, la capture, le stockage et les usages du CO_2, la qualité de l'air et l'économie comportementale.

La recherche fondamentale d'IFPEN continuera à s'appuyer sur un programme de bourses doctorales et post-doctorales en croissance importante sur la période 2022-2025. Accordées à des sujets issus d'un appel à propositions annuel compétitif sur la base de leur qualité scientifique et de leur pertinence par rapport aux besoins d'innovations à moyen-long terme, elles sont réalisées dans la majorité des cas en partenariat avec des laboratoires de recherche de renom.

Des partenariats académiques

L'excellence scientifique d'IFPEN dépend également de sa capacité à nouer et entretenir des partenariats avec les meilleures équipes de recherche au niveau national et international. C'est le résultat d'une stratégie ambitieuse de partenariats académiques afin de mobiliser les meilleures communautés scientifiques et d'optimiser les complémentarités en compétences, savoirs et moyens sur des thématiques à la base des innovations liées à la transition écologique.

En témoignent, au cours du COP 2021-2023, la croissance soutenue des participations à des projets collaboratifs nationaux et européens et à différentes structures de recherche interdisciplinaire (centres / instituts / labos communs), la hausse des accords-cadres signés avec des partenaires académiques (notamment avec le CEA en 2022 et avec l'ONERA en 2023), ainsi que le nombre important de thèses codirigées et de publications scientifiques coécrites avec des acteurs de la recherche académique de tout premier rang.

Au cours du COP 2024-2027, IFPEN cherchera à accroitre sa reconnaissance et sa notoriété comme acteur majeur de la recherche dans ses nouveaux domaines d'intervention. Pour ce faire, IFPEN continuera à

- développer des partenariats stratégiques pérennes et partager des feuilles de route sur le moyen-long terme ;
- promouvoir la synergie avec les grands organismes nationaux/internationaux sur des sujets d'intérêt partagé (des échanges sont par exemple prévus avec Ifremer en 2024) ;
- créer des Chaires et des laboratoires communs pour promouvoir les collaborations sur le long terme, la fidélisation des équipes, le partage de feuilles de route, l'accélération du transfert des compétences ;
- mettre en commun moyens et compétences pour renforcer les propositions de projets collaboratifs et accroitre l'accès à des financements publics ou privés, nationaux ou européens.

Dans le cadre de la récente mise en place d'agences de programmes, IFPEN développera ses interactions avec ces nouvelles structures.

Le rayonnement scientifique s'appuiera notamment sur la diffusion des connaissances et la promotion des travaux de recherche d'IFPEN à travers différents vecteurs :

- les publications dans des revues référencées dans le Web Of Science (WoS),
- l'archive ouverte HAL-IFPEN,
- les communications scientifiques dans les conférences et congrès scientifiques internationaux et la participation régulière des chercheurs IFPEN en tant que conférenciers invités,
- l'organisation de « rencontres scientifiques » sous l'égide de l'Académie des sciences, la co-organisation d'événements portés par des communautés scientifiques,
- la publication de la « newsletter » Science@ifpen et l'alimentation régulière du « Fil d'Info Science » sur le site web d'IFPEN,
- la revue scientifique « Science and Technology for Energy Transition » lancée début 2022 et copilotée par IFPEN et le CEA.

Le Conseil Scientifique, constitué de 15 personnalités du monde de la recherche, accompagne les ambitions scientifiques d'IFPEN. Il assure l'évaluation scientifique des directions de recherche, il évalue les nouvelles propositions de thèse ainsi que l'avancement des thèses en cours de réalisation. Il aide dans la construction des partenariats et des actions pour répondre aux défis scientifiques. IFPEN impliquera davantage son Conseil Scientifique aux réflexions sur les verrous et les défis, et continuera à s'appuyer sur le Conseil Scientifique pour valider les choix sur la recherche fondamentale.

Indicateurs

- Nombre de brevets déposés dans l'année dans le domaine des NTE
  Cible : 120
- Montant annuel des contrats de recherche européens détenus
  Cible 2027 : 3 000 000 €

- **Objectif 5 : utiliser les activités hydrocarbures responsables pour renforcer le financement des activités NTE**

En ce qui concerne les recherches dans le domaine des hydrocarbures responsables, héritage des activités historiques d'IFPEN, aujourd'hui minoritaires et entièrement autofinancées (sans subvention publique), elles seront réduites de manière progressive, en phase avec la diminution attendue de l'utilisation des énergies fossiles, alors que les activités vertes seront en croissance et devront générer davantage de ressources propres. Les activités rentables en lien avec les hydrocarbures, qui concernent par exemple des procédés éco-efficients pour la production de carburants et d'intermédiaires chimiques répondant aux normes les plus exigeantes, fonctionneront sur la prochaine décennie comme un mécanisme de « taxe carbone interne », contribuant à financer une partie des recherches relatives aux technologies bas-carbone en complément des financements publics. L'augmentation du taux de financement des activités NTE reste bien entendu un objectif, mais il dépend notamment de la mise en place de réglementations au niveau national et européen et de la structuration des marchés concernés, éléments qui ne sont pas à la main d'IFPEN.

Ces activités visent à améliorer la performance environnementale et l'efficacité énergétique des outils industriels. Elles contribuent à soutenir la compétitivité de secteurs clés de l'économie nationale ainsi que, tout particulièrement, les filiales d'IFPEN. Elles portent en particulier sur le développement de technologies éco-efficientes, de procédés plus propres et de catalyseurs pour répondre à la demande internationale en carburants et produits chimiques d'origine fossile à faible impact environnemental.

En particulier, afin d'accompagner Axens comme leader pour les technologies de raffinage et de pétrochimie consommant moins d'énergie et à impact environnemental réduit et pour répondre aux besoins en produits propres et durables, IFPEN développe des procédés et catalyseurs innovants.

Dans le domaine de la production de carburants, les travaux visent à permettre à Axens de consolider son positionnement sur les marchés de production et de purification des essences et des distillats et de conversion des bruts lourds et des résidus. Les travaux visent à augmenter la performance et l'efficacité énergétique, à adapter les procédés et les catalyseurs aux nouvelles cibles marché carburants, ainsi qu'à contribuer à la transition de l'outil de raffinage pour réduire son empreinte environnementale.

Dans le domaine des intermédiaires chimiques, IFPEN visera à développer des solutions technologiques innovantes pour maintenir le positionnement d'Axens sur un marché en croissance dans le domaine des oléfines et des aromatiques. Les procédés développés pourront s'intégrer dans la bioraffinerie (on notera la forte complémentarité de ces développements avec les actions conduites dans le domaine des produits bio-sourcés, du recyclage des plastiques et de la valorisation du CO_2 en molécules chimiques). Il s'agira notamment de développer un catalyseur innovant d'oligomérisation des oléfines et des catalyseurs d'hydrogénation sélective des oléfines, ainsi qu'un procédé et un adsorbant en rupture pour la séparation des xylènes.

Indicateur

- Taux d'autofinancement des activités Hydrocarbures responsables
  Cible : ≥ 100 %

Axe stratégique n°2 : une politique volontariste de transfert des innovations

L'innovation fonde le modèle économique d'IFPEN qui assure le transfert entre recherche fondamentale, recherche industrielle et mise sur le marché des innovations technologiques.

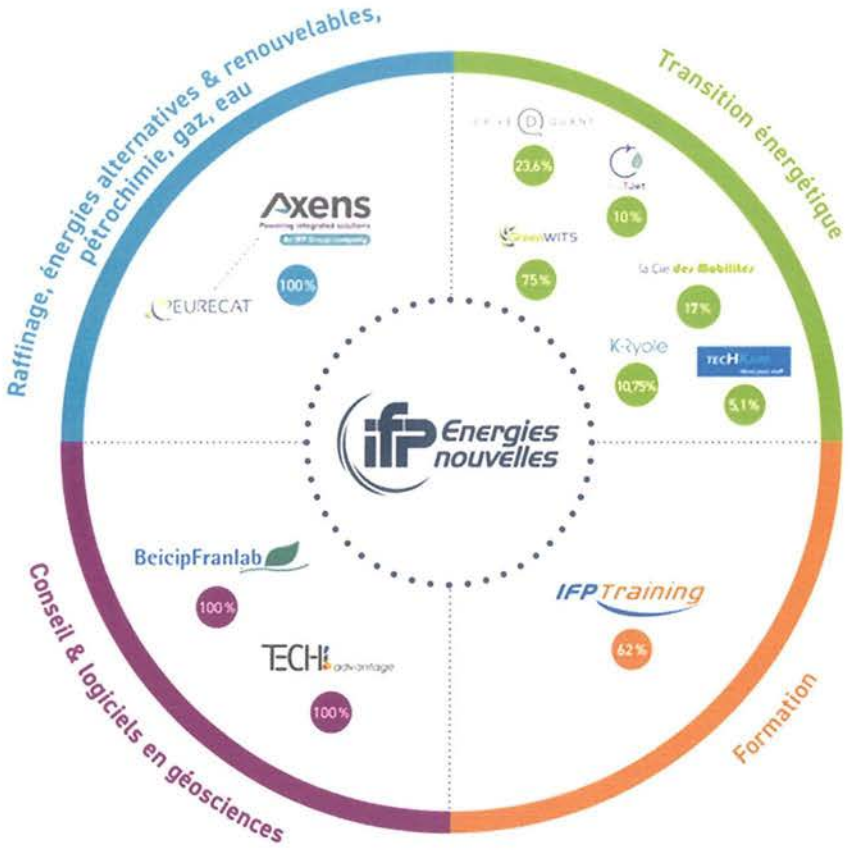
La valorisation des innovations issues des travaux de recherche d'IFPEN s'appuie sur un modèle économique original dans le monde des organismes de recherche, en prise directe et permanente avec l'industrie et notamment par l'existence de filiales propres valorisant certains résultats de recherche. La protection industrielle des innovations par le dépôt de brevets et la recherche partenariale avec création de propriété intellectuelle sont des éléments clés de cette stratégie de valorisation industrielle de la R&I. IFPEN est ainsi le 3ème déposant de brevets parmi les établissements publics dans le classement INPI (et même le 1er si l'on rapporte le nombre de brevets à l'effectif de l'établissement).

Ce modèle économique qui a démontré toute sa pertinence dans ses secteurs traditionnels, en générant des retours financiers conséquents, est aujourd'hui progressivement transposé au domaine des technologies de la transition écologique et de la mobilité.

• Objectif 6 : Accompagner la diversification de l'activité des filiales et des PME partenaires

La politique de valorisation est organisée d'une part autour du développement et de la création de société innovantes, et de l'accompagnement à l'entrepreneuriat, et d'autre part autour de l'accompagnement technologique de PME et start-up via la stratégie d'open innovation.

Aujourd'hui, IFPEN dispose de participations majoritaires ou minoritaires dans des filiales détenues directement et dans des jeunes entreprises ou PME.



IFPEN poursuit une politique de développement de ses filiales en maintenant les synergies entre maison mère et filiales d'une part et entre filiales d'autre part, tant du point de vue technique que commercial. Tout en poursuivant des activités sur les marchés historiques qui assurent encore aujourd'hui l'essentiel du chiffre d'affaires des principales filiales du groupe et l'essentiel de ses ressources propres, IFPEN accompagne le développement de relais de croissance en phase avec la transition écologique dans le secteur des NTE. A titre d'exemple, Axens dispose désormais d'une offre commerciale pour des procédés dans le domaine des biocarburants et des bio-produits, du recyclage des plastiques, et de la dépollution des émissions et des eaux industrielles, et est en train de se positionner dans les domaines du captage du CO_2, de la production de pCAM et CAM (*Cathode Active Material*) pour les batteries et de la production d'e-fuels, et de construire une offre de catalyseurs recyclés.

De plus, IFPEN instruit régulièrement des projets de valorisation via la création d'entreprise. Ainsi, en mai 2023, a été créée la nouvelle filiale GreenWITS, proposant des solutions numériques pour l'éolien. Des instructions sont en cours dans des domaines tels que la gestion optimisée du stockage électrique, la visualisation interactive de données, ou l'analyse environnementale via des capteurs d'analyse multigaz de l'air et du sol. IFPEN a également la volonté de favoriser en y participant la création de Sociétés de Projet (SPV – *Special Purpose Vehicule*) pour des premières industrielles qui sont une étape clé pour positionner les nouvelles technologies face à la concurrence. Début 2023, IFPEN a participé à la création de BioTJet. Piloté par Elyse Energie, la société vise à construire et opérer en France la première unité industrielle de biokérosène avancé utilisant la technologie BioTfueL®. Au second semestre 2023, IFPEN participe au côté d'Axens et plusieurs autres actionnaires à la création de NACRE, société dont l'objectif est de construire et opérer la première unité en France de production d'éthanol de 2ème génération basée sur la technologie Futurol®.

Enfin, IFPEN accompagne les salariés porteurs de projets d'entreprises innovantes, avec le cas échéant une prise de participation minoritaire. Cela s'est fait en 2021 avec la société TechKare (système de motorisation électrique amovible pour manipuler sans effort tous types de lits ou brancards dans les hôpitaux) et en 2022 avec So Sponge (solution pour la régulation de l'humidité dans les serres).

Par ailleurs, pour soutenir sa stratégie d'innovation avec de jeunes entreprises et PME innovantes, IFPEN participe à des fonds d'investissement spécialisés dans les éco-industries, les éco-énergies, la ville durable, qui investissent dans de jeunes entreprises ou des PME proposant des services ou technologies innovants. IFPEN leur apporte son expertise technique dans l'appréciation des entreprises et bénéficie en retour de l'accès à un écosystème d'acteurs dans le domaine de la transition écologique et à de potentiels futurs partenaires.

En effet, la proximité avec un écosystème de PME innovantes est une composante de la politique active d'IFPEN de soutien à la compétitivité des PME et des ETI nationales. IFPEN propose à cet écosystème ses compétences et ses moyens techniques pour accélérer certains projets de R&I, mettre au point de nouvelles technologies ou offres de services moyennant un retour financier qui peut être basé sur le succès commercial de l'offre développée. Cette proximité est aussi riche en pistes d'innovation pour IFPEN, et contribue à sa politique d'innovation ouverte.

Enfin, fort de ses deux Instituts Carnot (Transports Energie et Ressources Energétiques), IFPEN apporte des solutions pour la transition écologique, énergétique et numérique à destination de tous types d'entreprises.
Les Carnot sont des structures de recherche publique, reconnues et labellisées par le ministère de la recherche pour leur compétence à mener des projets de recherche partenariale au service de l'innovation des entreprises – start-up, PME, ETI ou grand groupe. Les 35 000 professionnels de la recherche des 39 instituts Carnot, soit 20% des moyens humains de la recherche publique, réalisent 55 % des contrats de R&D externalisés par les entreprises à la recherche publique.
Le Carnot Transports Energie est labellisé depuis 2006 et le Carnot Ressources Energétiques depuis 2020.
Pour consolider l'appui aux entreprises pour la recherche partenariale, IFPEN instruit la possibilité d'étendre la labellisation Carnot à l'ensemble de son périmètre.

Indicateurs

- Nombre (cumulé) d'opérations réalisées sur le portefeuille de filiales et participations dans les domaines transition énergétique, écologique et numérique
  Cible 2027 : 7
- Nombre de partenariats socio-économiques dans les 2 instituts Carnot
  Cible : 125

Axe stratégique n°3 : une offre de formation pour accompagner la transition énergétique

IFP School est une école d'application qui apporte à des étudiants et jeunes professionnels du monde entier une formation de niveau Master ou Doctorat dans les domaines de l'énergie et de la mobilité durable, répondant aux besoins des entreprises et aux demandes de la société en particulier en matière d'innovation et de transition écologique.

Elle prépare ses étudiants à être les acteurs de cette transition et vise leur réussite professionnelle par une formation métier de haut niveau et polyvalente ainsi qu'une forte exposition internationale, en s'appuyant sur un solide ancrage industriel et sur l'environnement scientifique d'IFPEN.

IFP School propose des formations qui conduisent au diplôme d'ingénieur spécialisé (DIS) et au diplôme d'Études Supérieures Appliquées (DESA) conférant le grade de Master, dans quatre domaines de spécialisation : Motorisations et mobilité durable, Economie et management de l'énergie, Procédés pour l'énergie et la chimie, Géo-ressources et énergie.

- **Objectif 7 : Renforcer l'attractivité d'IFP School auprès des jeunes générations**

L'attractivité de l'École, et plus largement du secteur de l'énergie et des motorisations, auprès des jeunes générations reste un défi important à relever pour pouvoir continuer à former des profils européens et internationaux d'excellence pour les partenaires industriels.

Les raisons en sont multiples : premièrement, l'industrie connait depuis plusieurs années une désaffection auprès des jeunes ingénieurs ; de plus, IFP School est une école de spécialisation et l'alternative pour les candidats potentiels est de chercher directement un emploi, en particulier lorsque le marché de l'emploi est porteur ; enfin, s'est développée récemment parmi certains jeunes diplômés une défiance envers le modèle de société dominant, les technologies et la croissance.

Pour développer l'attractivité de l'Ecole, des actions ciblées et personnalisées sont menées en direction des écoles d'ingénieur « sources » et des universités étrangères de renom en y associant nos partenaires industriels et via la participation à des forums, des présentations dédiées, ainsi que par la participation aux enseignements. Par ailleurs, la cellule communication créée au sein de l'École travaille à en accroitre la visibilité sur les principaux réseaux sociaux, et à organiser des évènements tels que des journées portes ouvertes en présentiel ou distanciel. Ainsi, IFP School est présente sur 4 réseaux sociaux et compte par exemple à ce jour 52000 abonnés sur LinkedIn.

Indicateur

- Ratio Nombre de candidatures / Nombre d'admis dans les programmes ingénieurs
  Cible : ≥ 5

- **Objectif 8 : Poursuivre l'évolution des programmes de formation pour répondre aux enjeux environnementaux**

En tant qu'École de spécialisation, IFP School se doit de former des jeunes directement opérationnels pour les industriels des secteurs de l'énergie et des motorisations.

Elle prépare ses élèves à exercer un métier, c'est-à-dire qu'elle leur donne toutes les compétences et tous les savoir-faire nécessaires pour accéder à ces secteurs, tant pour les métiers d'aujourd'hui que pour ceux de demain. Elle contribue ainsi à accompagner les industriels dans leur mutation vers la transition écologique.

Depuis plusieurs années, l'École a fait évoluer son offre de formation et introduit progressivement dans ses programmes des enseignements liés à la transition énergétique, en accord avec les besoins en compétences exprimés annuellement par les industriels partenaires lors des réunions des Groupes Orientation et Prospectives de chaque Centre. Aujourd'hui, les contenus des programmes sont composés de 28% de sujets fondamentaux et de 31% de thématiques NTE.
En parallèle, les partenariats industriels ont été diversifiés afin d'attirer de nouvelles sociétés, tant pour parrainer des élèves que pour dispenser des enseignements ou pour recruter des diplômés.

Les orientations 2024-2027 consistent en la poursuite de l'évolution du contenu des programmes existants vers davantage de NTE, mais aussi dans le lancement de nouveaux programmes de formation.

Dans le domaine des procédés pour l'énergie et la chimie, l'évolution concernera la mise en place de nouveaux enseignements (dont la vitesse de mise en œuvre dépendra de la réalité industrielle du mix énergétique et des ressources utilisées pour la chimie en accord avec nos partenaires industriels) comme, par exemple, des cours sur la caractérisation de la biomasse et des déchets, la chimie des corps gras, la chimie enzymatique, les procédés de fabrication et de transport des molécules de synthèse, le management de l'eau, la transformation des assets industriels utilisant des ressources fossiles.

Les programmes en économie et management de l'énergie verront la consolidation des cours sur l'analyse technico-économique en cycle de vie (ACV), l'utilisation des marchés de l'énergie et du

carbone et le financement soutenable de projets sur les énergies renouvelables, les bio-fuels et l'hydrogène. De la même manière, seront renforcées les unités d'enseignement sur le management de l'électricité, l'utilisation du numérique pour gérer l'énergie, l'intégration des outils de programmation d'intelligence artificielle et plus généralement les méthodes de modélisation pour l'aide à la décision.

Dans le domaine des géo-ressources pour l'énergie, le développement des enseignements sera centré sur la transition énergétique selon trois axes :

- le rôle du sous-sol dans la transition énergétique : il s'agit de développer des cours et projets autour des méthodes de caractérisation et de modélisation du sous-sol appliquées à son usage dans la cadre de la transition énergétique (stockage géologique du gaz, ressources géothermales, exploration des bassins pour l'identification de nouvelles ressources, comme l'hydrogène naturel, le lithium associé aux fluides géothermaux…)
- la prise en compte de l'impact carbone et environnemental des projets d'exploitation du sous-sol quels qu'ils soient (hydrocarbures, énergie géothermique, stockage de gaz, etc.). Les cours correspondants sont mis en place progressivement, principalement dans le programme PEPD.
- le développement d'études pour les analyses d'impact environnemental avec l'élargissement du domaine du data management et des data sciences au traitement des données géoréférencées environnementales.

Dans les programmes en motorisations et mobilité durable, les enseignements s'orienteront vers l'intensification et l'approfondissement des thématiques associées à l'électrification des groupes moto-propulseurs (batteries, piles à combustible, électroniques de puissance, machines électriques, systèmes de recharge…), les énergies bas-carbone, l'analyse du cycle de vie, la science des données et l'intelligence artificielle.

Sur la période du COP, quatre nouveaux programmes sont également envisagés :

- un cursus ingénieur spécialisé en électricité et digitalisation, axé sur la compréhension de la fonction et des défis des systèmes électriques d'un point de vue technique et économique et sur la mise en œuvre de méthodes numériques et d'analyse des données pour l'étude des systèmes énergétiques ;
- un mastère spécialisé sur l'hydrogène, ayant pour objectif de former des chefs de projets qui auront une connaissance de la chaîne de valeur de l'hydrogène couvrant à la fois les aspects techniques (production d'hydrogène bas carbone, stockage, distribution et utilisation dans l'industrie et la mobilité), financiers et de montage de projets ;
- un cursus ingénieur spécialisé sur l'éolien offshore. Ce programme appliqué couvrira l'intégralité de la chaîne de valeur de l'éolien offshore posé et flottant, depuis la phase de développement jusqu'au raccordement aux réseaux, tout en apportant aux élèves une expertise technique dans ses principaux domaines ;
- un mastère spécialisé pour former au management durable de l'énergie, du carbone et des ressources dans l'entreprise, en partenariat avec l'INSTN et l'IMT Atlantique.

Indicateurs

- Pourcentage d'heures de formation spécialisée consacrées aux enjeux et technologies de la transition écologique
  Cible 2027 : 60%
- Pourcentage d'étudiants placés dans le domaine des NTE
  (indicateur de suivi)

- **Objectif 9 : Développer une pédagogie innovante, moderne et interactive**

IFP School se doit également d'évoluer afin d'être reconnue non seulement pour l'excellence de sa formation technique, mais également pour son modèle d'apprentissage en lien avec les attentes des jeunes générations.

Dans le cadre du projet intitulé « L'École dans laquelle j'aimerais apprendre demain », parmi les 40 idées proposées, certaines avaient été mises en œuvre dès la rentrée 2018, comme la dématérialisation des supports de cours dans certains programmes, l'aménagement d'une salle pour le travail collaboratif, la mise à disposition d'outils informatiques de travail collaboratif pour les élèves.

Dans la continuité de ce projet, les élèves se sont vu proposer des cours électifs dès décembre 2021, dans le cadre de la personnalisation des parcours ; le laboratoire de réalité virtuelle est en activité (cf. ci-après) ; la réflexion sur l'enseignement hors les murs (programme totalement à distance) ainsi que la digitalisation des processus sont en cours.

IFP School a obtenu en 2022 le label 4Digital de la CGE, qui reconnait à l'Ecole sa maitrise du numérique au service de la pédagogie et de l'enseignement à distance et permet de pouvoir intégrer jusqu'à 60% d'enseignements à distance dans les Mastères Spécialisés.

En outre, une solution de bureau virtuel a été mise en place pour permettre aux élèves d'accéder aux applications métiers depuis leurs ordinateurs personnels. Ceci permet d'assurer la continuité des projets en cas de crise, mais également d'éviter des plages horaires d'ouverture étendues pour l'Ecole.

Ce projet d'Ecole du futur a fait un tour d'horizon complet des sujets clés pour demain et a inclus naturellement l'innovation dans le domaine de la pédagogie.

La pédagogie mise en place depuis toujours dans les différents programmes de l'École répond à un besoin de mise en pratique des acquis par une approche « Learning by Doing » incontournable pour une école d'application. L'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) et l'introduction du numérique dans les enseignements ont permis de développer cette approche par la mise en place de cours interactifs, classes inversées, cours immersifs en réalité virtuelle, *Mobile Learning*, *Serious Games*, MOOC (*Massive Open Online Courses*), etc.

Tout ceci s'est concrétisé par la création en mars 2020 du Lab e-Nov, Laboratoire des cultures digitales, et en juillet 2021 par la mise à disposition d'un espace dédié comprenant deux salles de « Learning Lab », une salle de réalité virtuelle, un studio photo, un local d'enregistrement de podcasts et depuis fin 2022, trois imprimantes 3D pour prototypage.

Lab e-Nov comprend un pôle innovation pédagogique, un pôle MOOC/SPOC, un pôle entrepreneuriat et intrapreneuriat, et un pôle réalité immersive, comprenant le laboratoire de réalité virtuelle.

Parmi les réalisations récentes, citons :

- nouveau lancement des deux capsules MOOC « Energy Transition » et « H_2 for Mobility »
- achèvement du développement de la capsule « H_2 production », qui sera testée sur les élèves puis lancée en fin d'année 2023
- création d'un module « batterie » en full VR (*Virtual reality*)
- développement en cours d'un module « Construction d'un moteur thermique » en full VR
- création d'un club « Impression 3D » animé par les élèves
- lancement d'une antenne Lab e-Nov à Solaize
- commande d'un SPOC « H_2 for mobility » pour la société FEV, en cotraitance avec IFP Training.

De nombreux projets sont en cours au niveau de l'école avec IFPEN et Axens. Quelques SPOC ont été réalisés pour des compagnies partenaires et externes au groupe (Ecopetrol, Schneider, FEV, …).

Lab e-Nov doit continuer à monter en puissance en développant ses différents pôles de compétence en priorité au service de la pédagogie et pour le groupe IFPEN.

Les inflexions 2024-2027 portent sur :

- le pôle de réalité immersive et du laboratoire de réalité virtuelle : développement (ex situ ou in situ) de nouvelles expériences de réalité virtuelle afin de développer un catalogue d'expériences pour les élèves de l'école et davantage de cours immersifs,

- la création de Lab e.Nov academy en 2024 pour accompagner les enseignants internes comme externes dans la création d'expériences d'apprentissage dynamiques et efficaces, pour répondre aux besoins des élèves et pour qu'ils deviennent acteurs de l'innovation pédagogique,
- le pôle MOOC et SPOC : développent ou co-développement de nouveaux parcours de formation à distance qui s'intègreront dans les objectifs de l'école (nouveaux masters) et qui rencontreront également l'intérêt de nos partenaires industriels.

Indicateur

– Sous forme de jalons : développement d'un MOOC/SPOC tous les 2 ans et d'une expérience de réalité virtuelle par an

Axe stratégique n°4 : un pilotage efficace, responsable et durable

IFPEN a mis en place une gouvernance et des dispositifs de pilotage et de suivi des activités visant la recherche de performance. Ces dispositifs s'appuient sur des équipes dédiées et un ensemble d'outils de gestion permettant notamment de réaliser les arrêtés comptables semestriels et annuels ; de piloter l'ensemble des projets (R&I et activités support) ; de gérer la dynamique professionnelle des collaborateurs d'IFPEN (parcours, compétences, formations, entretiens d'appréciation et professionnel) ; d'assurer une communication interne et externe porteuse du sens sur les évolutions engagées ; d'adapter en permanence les ressources informatiques et immobilières.

L'évolution rapide des activités d'IFPEN vers les NTE ces dernières années montre les capacités des collaborateurs et de la structure à s'adapter au besoin d'évolution des compétences. L'organisation matricielle d'IFPEN basée sur les sciences de l'ingénieur, le niveau de qualification des salariés et les moyens consacrés à la formation continue ont permis à chacun de s'adapter rapidement au besoin d'évolution des compétences. Malgré une diminution importante de ses effectifs lors du précédent COP (d'environ 100 personnes) et les difficultés de recrutement liées à la forte concurrence sur le marché du travail, l'augmentation des départs à la retraite et celle des démissions ont permis de redéployer les effectifs sur les nouveaux domaines de façon efficace. Ce travail devra être poursuivi sur la période à venir.

• Objectif 10 : Consolider une gestion efficace au service de la performance

IFPEN inscrit ses actions dans une dynamique d'amélioration continue de son organisation et de ses modes de fonctionnement.
En matière des ressources humaines, les dispositions relatives au télétravail (mis en place en 2019) seront consolidées, ainsi que la gestion des emplois et des parcours professionnels (GEPP) suite au nouvel accord signé en 2021 et afin d'assurer le développement des compétences, l'égalité professionnelle entre femmes et hommes et la diversité. La mobilisation en faveur de l'emploi des personnes en situation de handicap sera accentuée, dans le cadre du nouvel accord d'entreprise signé pour la période 2023-2025, tant que le maintien dans l'emploi ou la promotion de la démarche RQTH que pour le recrutement de personnel.
Par ailleurs, afin de faire évoluer la culture d'entreprise, un baromètre social a été réalisé en 2023, un cycle de formation sur l'intelligence émotionnelle est déployé sur 2023 et 2024 (500 personnes concernées) et le parcours de formation pour les managers nouvellement nommés a été complétement revu de façon à le mettre en cohérence avec les valeurs.
Les ambitions du COP s'appuie sur un effectif qui doit être pérenne avec des personnels compétents et motivés.
L'effectif charté (CDI + CDD) en 2023 était de 1532 ETPT, dont 1078 en R&I, 96 pour les activités de formation, valorisation et brevets, et 358 pour les fonctions support (ce qui correspond à 23% de l'effectif). S'ajoute à l'effectif charté le personnel temporaire de recherche (doctorants, post-doctorants, alternants), soit 210 ETPT.

La gestion des risques sera renforcée, notamment via la mise à jour régulière de la cartographie des risques et les audits internes conduits régulièrement. Concernant la politique anti-corruption, les actions déployées dans le cadre de la loi Sapin 2 seront poursuivies.
IFPEN est certifié ISO 9001 pour l'ensemble des processus au service des activités R&I depuis 2011.

Pour ce qui est de la sécurité, les actions déployées pour développer une véritable culture sécurité au sein du personnel et auprès des entreprises intervenantes (culture dont la maturité a été mesurée en 2022 via une enquête auprès des salariés) seront renforcées, avec des thématiques comme la vigilance partagée. Afin de s'appuyer sur des données représentatives et fiables pour mesurer l'atteinte des objectifs sécurité, le taux de fréquence des accidents (TF1) sera complété par le nombre d'accidents saillants, c'est-à-dire d'accidents qui résultent du défaut de mise en œuvre de moyens et/ou d'organisation prescrits. En complément, 100 % des évènements HIPO (événement sans accident à haut potentiel de gravité) seront analysés et traités.
Par ailleurs, les moyens nécessaires seront mis en œuvre pour renforcer la sureté des sites (défense et surveillance des périphéries).

Afin d'accompagner le développement des activités de R&I, un schéma pluriannuel de stratégie immobilière (SPSI) sera défini, en particulier pour le site de Solaize.

Les principaux dispositifs opérationnels seront optimisés : SI avec une attention particulière à la cybersécurité, achats avec la poursuite de la dématérialisation, etc.

Indicateurs

- Sécurité : taux de fréquence des accidents, TF1
  Cible : < 2
- Nombre d'accidents de travail avec arrêt « saillants » (personnel IFPEN + Entreprises intervenantes)
  Cible 2027 : ≤ 2

- **Objectif 11 : Être exemplaire en matière de RSO (notamment à travers le dispositif Services publics écoresponsables)**

IFPEN a aussi pour objectif d'être exemplaire en matière de responsabilité sociétale des organisations (RSO). Cette démarche concerne tant la gouvernance (écoute des parties prenantes) que l'engagement social (diversité dans l'emploi et prévention des risques), l'écoresponsabilité (gestion de l'énergie, tri et valorisation des déchets) et l'engagement économique citoyen (politique achats).

Elle s'inscrit dans le cadre de la Loi Transition énergétique pour la croissance verte, des Objectifs de développement durable (ODD) de l'Agenda 2030 des Nations Unies et de la circulaire de la Première ministre " Engagements pour la transformation écologique de l'Etat " du 21 novembre 2023.

La sobriété énergétique sera bien entendu un leitmotiv pendant toute la durée du COP.

En 2022, le site de Rueil a été rattaché au réseau de chaleur urbain de la ville. Il faut noter que la consommation d'énergie (électricité et gaz) des deux sites est essentiellement liée aux activités expérimentales, beaucoup plus qu'aux activités tertiaires (rapport de 10 à 1).

L'objectif n'étant pas de réduire les activités expérimentales, qui sont évidemment au cœur même des activités d'un centre de recherche, il conviendra de prendre en compte les contraintes liées au coût des énergies dès la conception de nouveaux dispositifs expérimentaux, avec une forte implication des salariés au plus près du terrain.

Une certification ISO 50001 est visée. Une stratégie sera définie pour répondre aux obligations du décret tertiaire et un plan d'actions établi.

Par ailleurs, une organisation du travail visant à respecter l'objectif de la doctrine d'occupation 6392/SG du 8 février 2023 sera étudiée.

Les actions concrètes pour un engagement écoresponsable seront poursuivies dans les domaines tels que :

- La limitation de l'impact des déplacements, avec l'incitation aux mobilités douces, la limitation des déplacements professionnels et la réduction des émissions du parc automobile ;
- La réduction et la valorisation des déchets et la lutte contre le gaspillage alimentaire ;
- L'atténuation de l'empreinte environnementale du numérique.

Indicateurs

- Egalité Femmes/Hommes (index de l'égalité professionnelle du ministère du Travail)
  Cible : ≥ 90
- Jalon : certification ISO 50001
- Ratio de décarbonation d'IFPEN en année N par rapport à l'année de référence 2019
  Cible 2027 : - 20%

Sujets transverses

- **Objectif transverse A : Renforcer l'expertise d'IFPEN en appui des politiques publiques**

Apporter son expertise scientifique, technique et économique à l'État dans les domaines de l'énergie, de la mobilité et de l'environnement et contribuer ainsi à la mise en œuvre de la SNBC et aux priorités de la PPE font partie de la mission d'intérêt général d'IFPEN.

L'expertise d'IFPEN en appui des politiques nationales et européennes sera mise à disposition avec une participation active dans les principaux organes de réflexion et de travail accompagnant les grands projets structurants européens, nationaux et régionaux.

Face aux enjeux actuels de la transition écologique, IFPEN a la conviction que sa voix a une place dans le débat public, d'une part pour éclairer les décisions politiques sur des choix scientifiques, techniques et technologiques souvent complexes, et d'autre part pour informer plus largement le grand public sur les défis techniques et les solutions développées. Fort d'une expertise indépendante, IFPEN a la capacité d'exposer des faits scientifiques en appui du débat, dans un rôle de tiers de confiance auprès de l'Etat, des ministères et des tutelles, aidant ainsi à la conception, à l'évaluation et à l'accompagnement des politiques publiques.

Les compétences d'IFPEN, par exemple dans des domaines tels que les mesures d'émissions polluantes, la modélisation de la qualité de l'air, les carburants alternatifs, ou encore les analyses de cycle de vie, pourront ainsi contribuer à éclairer les débats sociétaux et les choix politiques.

Par ailleurs, l'expertise d'IFPEN sur le sous-sol peut également apporter un soutien à la puissance publique, en complémentarité d'autres entités, sur un domaine où la mise en œuvre de la transition énergétique devra être éclairée par des avis scientifiques et techniques (comme, par exemple, le questionnement sur la place de l'hydrogène naturel, pour lequel une note de positionnement a été récemment rédigée à la demande de la DGEC, ou l'état des lieux détaillé des projets de stockage de carbone actuellement en développement en Europe).

Pas d'indicateur pour cet objectif

- **Objectif transverse B : Accroître l'ouverture externe**

Les défis et enjeux de la transition écologique impliquent des choix complexes, non seulement industriels mais aussi de société, avec de nombreuses parties prenantes. IFPEN a la volonté d'accroître son ouverture, notamment en diversifiant ses partenariats et en développant ses interactions avec la société civile. Grâce au partage de son expertise scientifique et technique et à la mise en valeur de ses compétences et savoir-faire, IFPEN s'attachera ainsi à développer son rôle de tiers de confiance pour la transition écologique.

Davantage en prise avec la vie de la cité, IFPEN sera en capacité de mieux comprendre les attentes sociétales, de se saisir de l'émergence de nouvelles questions et d'anticiper les difficultés relatives à l'acceptabilité de certaines technologies. Au-delà du « premier cercle » des partenaires d'IFPEN que sont les communautés scientifiques, les acteurs industriels et les pouvoirs publics, il semble pertinent et nécessaire d'écouter et de chercher à mieux comprendre un réseau plus large de parties prenantes, comme des représentants d'associations ou d'ONG, des élus de la République, des étudiants, des experts des sciences humaines et sociales, etc.

C'est dans cet objectif qu'a été mis en place en 2023 un comité des parties prenantes (CPP), qui permettra à IFPEN de mieux prendre en compte les attentes de la société dans ses programmes de recherche et dans la conduite de ses activités et d'enrichir en conséquence sa stratégie. Ce comité, instance consultative auprès du conseil d'administration, pourra lui apporter des éclairages avec un prisme différent et complémentaire de ceux du conseil scientifique et des comités industriels déjà en place.

Par ailleurs, conscient des enjeux d'information du public et de médiation scientifique, IFPEN s'investit par exemple pour mettre en œuvre des approches digitales au sein de consortiums impliquant d'une part des acteurs technologiques et d'autre part des professionnels des sciences sociales et humaines pour répondre à des questionnements d'ordre sociétal sur l'usage du sous-sol.

Avec la même logique d'ouverture, la mise en place d'approches partenariales (tant avec des laboratoires académiques, groupements de recherche, organismes de recherche appliquée, qu'avec des groupes industriels, PME ou start-up) sera accentuée dans les prochaines années, en France, en Europe et à l'international (cf. objectif 4).

Enfin, c'est au niveau européen que nombre de grandes orientations technologiques pour la transition écologique et énergétique sont échafaudées. IFPEN a donc vocation à contribuer au débat public européen en tant qu'expert et tiers de confiance en matière de prospective, de recherche, d'innovation et de transfert technologique dans ce domaine.

Dans ce contexte, IFPEN souhaite renforcer sa position auprès des instances et des acteurs européens afin de porter des positions sur les options technologiques envisageables, les réglementations en découlant et les axes de recherche et d'innovation à soutenir en priorité. Dans la perspective de l'élaboration d'une véritable stratégie européenne d'IFPEN, cette volonté s'illustre concrètement dès aujourd'hui par un renforcement de la présence d'IFPEN à Bruxelles en devenant membre permanent de la Maison Irène et Frédéric Joliot-Curie, en contribuant au débat européen par l'élaboration de « position papers » sur des sujets stratégiques dans ses domaines d'expertise et en s'impliquant activement auprès d'acteurs européens tels que l'EERA (Alliance européenne sur la recherche en énergie) au sein de laquelle il concourt à la définition des priorités de recherche européennes, ou l'association EARTO (European Association of Research and Technology Organisations) qui fédère les organismes de recherche appliquée en Europe.

Indicateur

- Nombre de projets lauréats aux AAP nationaux et européens / Nombre de projets soumis
  Cible 2027 : 37%

- **Objectif transverse C : Accélérer le déploiement du digital et de l'IA**

Sur la période 2024-2027, le numérique va continuer de prendre une importance croissante dans tous les domaines et à tous les stades de développement des innovations, de la recherche à l'industrialisation en passant par les étapes de simulation, conception, opération, maintenance, suivi d'information temps réel, formation, capitalisation. Les nombreux succès mis en avant dans le monde scientifique grâce à l'utilisation d'outils d'Intelligence Artificielle ont conduit IFPEN à lancer de multiples initiatives dans différents champs disciplinaires et qui vont progressivement toucher tous les métiers. Des résultats spectaculaires ont d'ores et déjà été obtenus sur plusieurs cas d'applications IFPEN : extraction d'informations nouvelles à partir de données combinées d'analyses, extrapolation de performances industrielles à partir de résultats d'expérimentation en laboratoire, très fortes accélérations de code sur des calculs complexes...

Par ailleurs, la simulation numérique offre des possibilités de calculs toujours plus précis et complexes, multiphysiques, multi-échelles, grâce à des algorithmes plus performants et adaptés spécifiquement aux formidables capacités de supercalculateurs désormais exaflopiques[5]. Cette capacité à simuler de manière réaliste des phénomènes physiques est un atout majeur en termes de compétitivité et de capacité d'innovation, ce qui a conduit IFPEN à s'engager financièrement dans le consortium Jules Verne afin d'accéder au premier supercalculateur de classe Exascale qui sera installé sur le territoire national en 2025. En complément, l'impressionnant potentiel des machines quantiques sera également instruit dans les années à venir pour la résolution de problèmes spécifiques identifiés.

Enfin, la période 2024-2027 sera marquée par l'utilisation étendue de l'IA générative sur des cas d'applications issus de toutes les disciplines, avec un impact majeur pour tous les métiers de recherche mais aussi fonctionnels, l'utilisation des grands modèles de langage (LLM) se positionnant comme une aide significative à l'innovation, à la recherche de tous types d'information, à la synthèse et rédaction de documents, à la programmation de code informatique… L'ensemble des données collectées, stockées et accessibles associées à des capacités de calcul exponentiellement croissantes fait apparaitre un problème éthique sous-jacent de coût énergétique et environnemental prohibitif qui devra être abordé via des approches IA frugales qui restent à explorer.

En conclusion, les capacités de stockage massif et croissant de données aisément accessibles, conjuguées avec les nouvelles méthodes mathématiques en constant et rapide développement pour la simulation numérique, les performances de l'intelligence artificielle et les gigantesques ressources de calcul, transforment durablement le monde de la mobilité, de l'énergie et de l'environnement

Ces nouveaux outils, aujourd'hui utilisés par une part croissante de chercheurs toutes disciplines confondues, bouleversent tous les secteurs économiques et ouvrent de nouveaux terrains de jeux offrant des perspectives d'innovation nombreuses dans le domaine du numérique et de l'IA :

- La mobilité, avec les véhicules autonomes et connectés, le contrôle du trafic en temps réel pour réduire l'empreinte énergétique et environnementale, la conception de solutions de mobilités multimodales optimales d'un point de vue énergétique, temps de trajet, fluidité du trafic, pollutions, …
- L'énergie, avec la conception et le contrôle de systèmes énergétiques complexes, les besoins accrus de gestion et de pilotage qui offrent de nombreux terrains de jeux au numérique et à l'IA pour répondre aux besoins de production décentralisée d'énergie renouvelable, de stockage, de gestion globale de la demande énergétique, de prise en compte de producteurs et consommateurs intermittents, de gestion des véhicules connectés au réseau, d'individualisation des services, …
- Les procédés industriels, avec la nécessité de minimiser leur consommation énergétique globale et empreinte environnementale, entrainant des besoins de suivi opérationnel plus précis, de simulations plus performantes pour extrapoler à moindre coût les changements d'échelles, d'approches numériques par apprentissage pour interpréter les données d'expérimentation haut débit, d'identification rapide de mécanismes réactionnels complexes en simulation moléculaire,

[5] Un exaflop = un milliard de milliards d'opérations en virgule flottante par seconde

de nouvelles technologies de mesures et d'analyses en ligne qui vont révolutionner à leur tour la manière de conduire l'expérimentation et l'optimisation des procédés, ...
- Les approches hybrides fusionnant simulations numériques et données, souvent appelées jumeaux numériques, vont se décliner vers de multiples cibles : objets, matériaux, équipements, procédés, usines, comportements, territoires, écosystèmes, etc.

En outre, le numérique ne se limite pas à des apports technologiques spectaculaires, il transforme aussi profondément les cultures et les manières de travailler, introduisant plus d'agilité, de partage, de collaboration, contribuant ainsi à accélérer encore plus l'innovation.

Indicateur

– Pourcentage du personnel sensibilisé, via LMS (Learning Management System) et formations en présentiel, sur l'IA et le digital
Cible 2027 : 20%

- **Objectif transverse D : Protéger la recherche et les savoir-faire d'IFPEN de l'espionnage industriel, conformément à la stratégie de la PPST**

La compétition technologique mondiale est au cœur des tensions géopolitiques actuelles. Les grandes puissances comme les puissances émergentes investissent massivement dans les technologies de rupture (intelligence artificielle, supercalculateurs, technologies quantiques, biotechnologies, etc.) en conduisant simultanément des démarches de protection des fruits de leurs recherches et de prédation des avancées réalisées par leurs compétiteurs. La France, possédant un écosystème de recherche et d'innovation parmi les plus en pointe au niveau mondial, est une cible privilégiée des tentatives de captations, de détournements et d'ingérences étrangères. Pour faire face, il est nécessaire de relever le niveau actuel de protection de notre potentiel.

La PPST (protection du potentiel scientifique et technique de la nation) est le seul cadre dédié à la protection des savoir-faire en France. Le dispositif a pour but de protéger, au sein des établissements publics et privés, les savoirs et savoir-faire stratégiques ainsi que les technologies sensibles qui concourent aux intérêts souverains de la nation. Adapté aux spécificités du monde de la recherche et à la diversité du tissu économique pour prévenir les captations de technologies, le dispositif offre une protection juridique et administrative en permettant un contrôle des accès aux informations stratégiques ou sensibles détenues, avec la création de zones à régime restrictif (ZRR). Il s'agit d'une protection *a priori*, avec notamment une procédure d'avis ministériel après enquête des services de sécurité avant tout accès aux lieux protégés. Ces contrôles qui concourent activement à la prévention des risques de captation ou de détournement sont réalisés avec le concours des services compétents des ministères de rattachement.

En qualité d'acteur de la recherche et de la formation dans les domaines de l'énergie, de la mobilité et de l'environnement, IFPEN a vocation à mettre en place le dispositif de PPST. L'objectif est de préserver sa compétitivité, sa notoriété et l'excellence qui reposent notamment sur sa capacité d'innovation, ainsi que sur le développement et l'entretien de ses savoirs et savoir-faire.

Avec l'appui du MTECT (SHFDS/mission d'intelligence économique), IFPEN évaluera, pour chacune de ses entités exposées, les quatre risques de captation ou détournement prévus par le dispositif :

- R1 : porter préjudice de manière significative à sa compétitivité, à celle de ses partenaires industriels ou à celle du pays ;
- R2 : générer une menace du fait d'un usage possible à des fins terroristes sur le territoire national ou à l'étranger ;
- R3 : permettre le développement d'une arme conventionnelle ;
- R4 : favoriser le développement d'une arme de destruction massive.

Cette analyse de risques permettra d'évaluer la pertinence de créer une ou plusieurs zones à régime restrictif (ZRR), en concertation avec le MTECT.

En parallèle, avec l'appui du MTECT et de la DGSI, IFPEN sensibilisera ses agents les plus exposés aux risques d'ingérence étrangère.

IFPEN communiquera au SHFDS/mission d'intelligence économique un inventaire des coopérations et partenariats internationaux existants et à venir. Cet inventaire permettra d'échanger sur les règles de vigilance à observer concernant notamment la venue d'un chercheur ou d'une délégation de nationalité étrangère dans une unité relevant du niveau prioritaire de protection.

Enfin, IFPEN alertera le SHFDS/mission d'intelligence économique de tout incident.

Indicateur

- Pourcentage du personnel sensibilisé aux enjeux de la PPST
  Cible 2027 : 35%

5- Indicateurs et jalons (récapitulatif)

Axe stratégique	Objectif	Actions	Indicateurs / Jalons	Cible 2024	Cible 2025	Cible 2026	Cible 2027
Axe stratégique n°1 : une R&I au service de la triple transition écologique, énergétique et numérique	1 - Consolider les technologies maîtrisées	Porter les procédés, technologies ou services au niveau pré-industriel en visant une homologation ou un débouché via un partenaire industriel	Part des ressources apportées par les redevances sur titre de propriété intellectuelle[6]*	22,5%	23,1%	23,8%	24,4%
	2 - Développer les technologies prometteuses	Optimiser les technologies et services tout en cherchant à développer les partenariats industriels	- Taux de participation des industriels et des partenaires au financement des recherches sur les NTE[7]* - Taux de couverture des NTE (en %, recettes propres pour les NTE divisées par les charges correspondantes)	7,9% *Indicateur de suivi*	8,3% *Indicateur de suivi*	8,9% *Indicateur de suivi*	9,5% *Indicateur de suivi*
	3 - Instruire le potentiel des technologies prospectives	Explorer de nouveaux sujets dans des projets sur des thématiques émergentes	Ressources propres tirées de la valorisation de la recherche dans le domaine des NTE[8]*	16,6	17,9	19,4	21,2
	4 - S'ancrer sur la recherche fondamentale	Développer des partenariats stratégiques pérennes et promouvoir les synergies avec les grands organismes de recherche nationaux et internationaux	- Nombre de brevets déposés dans l'année dans le domaine des NTE, en unité* (tous les brevets en propriété d'IFPEN pleine ou partielle dans le domaine des NTE) - Montant annuel des contrats de recherche européens détenus (Euros)*	120 3 000 000	120 3 000 000	120 3 000 000	120 3 000 000

[6] en %, chiffre d'affaires réalisé au titre de l'ensemble des redevances perçues, divisé par les charges directes i.e le budget total des activités de R&D valorisées à leur coût complet
[7] en %, montant des prestations NTE divisé par la dotation NTE et les prestations NTE
[8] en M€, somme des produits de prestations et de recherche collaborative réalisés dans le domaine des NTE avec des industriels et des redevances sur procédés et logiciels dans le domaine des NTE reçues des industriels

	5 - Utiliser les activités hydrocarbures responsables pour renforcer le financement NTE	Maintenir certaines activités hydrocarbures rentables qui contribuent au financement des NTE	Taux d'autofinancement des activités Hydrocarbures responsables	≥100%	≥100%	≥100%	≥100%
Axe stratégique n°2 : une politique volontariste de transfert des innovations	6 - Accompagner la diversification de l'activité des filiales et des PME partenaires	Instruire les prises de participation et créations d'entreprise potentielles dans de nouveaux territoires de croissance	- Nombre (cumulé) d'opérations réalisées sur le portefeuille de filiales et participations dans les domaines transition énergétique, écologique et numérique - Nombre de contrats de recherche avec un partenaire socio-économique dans les 2 instituts Carnot	125	3 125	125	7 125
Axe stratégique n°3 : une offre de formation pour accompagner la transition énergétique	7 - Renforcer l'attractivité d'IFP School auprès des jeunes générations	Mener des actions de promotion via l'ensemble de canaux de communication disponibles	Ratio Nombre de candidatures / Nombre d'admis dans les programmes ingénieurs	≥5	≥5	≥5	≥5
	8 - Poursuivre l'évolution des programmes de formation pour répondre aux enjeux environnementaux	Lancer au moins deux nouveaux programmes de formation (sur la période du COP)	- Pourcentage d'heures de formation spécialisée consacrées aux enjeux et technologies de la transition écologique[9] - Pourcentage d'étudiants placés dans le domaine des NTE	45% *Indicateur de suivi*	50% *Indicateur de suivi*	55% *Indicateur de suivi*	60% *Indicateur de suivi*
	9 - Développer une pédagogie innovante, moderne et interactive	Proposer de nouveaux MOOC/SPOC et expériences de réalité virtuelle	Jalons : développement d'un MOOC/SPOC tous les 2 ans et d'une expérience de réalité virtuelle (VR) par an	1 VR	1 MOOC / SPOC 1 VR	1 VR	En cumulé : 2 MOOC / SPOC et 4 expériences de VR

[9] Ratio Nombre d'heures de cours sur la transition écologique / Nombre d'heures de cours de spécialité (où volume de cours de spécialité = volume total de cours – volume de cours sur les fondamentaux)

Axe stratégique n°4 : un pilotage efficace, responsable et durable	10 - Consolider une gestion efficace au service de la performance	S'inscrire dans un dynamique d'amélioration continue, dans les domaines sécurité, RH, SI, gestion des risques et immobilier	- Sécurité : taux de fréquence des accidents, TF1 - Nombre d'accidents de travail avec arrêt « saillants »[10] (personnel IFPEN + entreprises intervenantes)	< 2 ≤ 3	< 2 ≤ 3	< 2 ≤ 2	< 2 ≤ 2
	11 - Être exemplaire en matière de RSO	Développer l'engagement social et la sobriété énergétique	- Egalité Femmes/Hommes (index de l'égalité professionnelle du ministère du Travail) - Jalon : certification ISO50001 - Ratio de décarbonation d'IFPEN en année N par rapport à l'année de référence 2019	≥90 Certification ISO50001	≥90	≥90	≥90 Certification ISO50001 - 20%
Sujets transverses	A - Renforcer l'expertise d'IFPEN en appui des politiques publiques	Apporter des éclairages scientifiques et techniques aux pouvoirs publics	[Pas d'indicateur]				
	B - Accroître l'ouverture externe	Développer les partenariats académiques, les interactions avec la société civile et la présence d'IFPEN au niveau européen	Nombre de projets lauréats aux AAP nationaux et européens / Nombre de projets soumis	35%	36%	36%	37%
	C - Accélérer le déploiement du digital et de l'IA	Développer l'utilisation étendue de la simulation numérique, de l'IA et la culture du numérique	Pourcentage cumulé de personnel sensibilisé, via LMS (Learning Management System) et formations en présentiel, sur l'IA et le digital	5%	10%	15%	20%

[10] Accidents qui résultent du défaut de mise en œuvre de moyens et/ou d'organisation prescrits

	D – Protéger la recherche et les savoir-faire d'IFPEN de l'espionnage industriel	Evaluer la pertinence de la mise en place de mesures de protection supplémentaires (zone à régime restrictif ou autres)	Pourcentage cumulé de personnel sensibilisé aux enjeux de la PPST	20%	25%	30%	35%

* Précision sur les indicateurs des objectifs 1 à 4 : ces indicateurs correspondent à ceux du Projet Annuel de Performance du programme 190 (PAP190), auquel appartient IFPEN, respectivement aux indicateurs 2.2 ; 2.1.5 ; 4.1.4 ; 4.1.2 et 1.1.2