Bilan de l'enquête énergie 2023

LE POTENTIEL DE RECHERCHE DES UNITÉS DU CNRS DANS LE DOMAINE DE L'ÉNERGIE

Table des matières

LA CELLULE ÉNERGIE DU CNRS 5

AVANT PROPOS 6

RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE 7

Partie 1 : Les forces en personnels dans les thèmes et sous-thèmes de l'Énergie 7

Énergies nucléaires 9
Énergies renouvelables 9
Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2 10
Hydrogène et piles à combustibles 10
Stockage de l'énergie - Transport et distribution de l'électricité 11
Transports 11
Bâtiments et villes durables 12
Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture 12
Autres recherches en relation avec l'énergie 13

Partie 2 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par délégation régionale du CNRS 14

Partie 3 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par site universitaire 16

Unités impliquées dans l'Énergie par site 16
Répartition des ETPT de l'Énergie par site 17
Répartition des ETPT de l'Énergie par site et par thème 18
Analyse détaillée par thème 19

Partie 4 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par grande région 24

Cartographie 2022 des ETPT en Énergie par région 24
Nombre d'unités et ETPT Énergie dans les grandes régions 25

Partie 5 : Budget R&D en Énergie dans l'ESR et en France 26

Les efforts budgétaires dans l'ESR et au CNRS 26
Répartition thématique des dépenses publiques de R&D en Énergie 27
Répartition thématique des coûts R&D en Énergie, hors nucléaire 29

ANNEXES 30

Annexe 1 | Les instituts du CNRS et l'Énergie 31

Réponses des unités des instituts à l'enquête Énergie 2023 31
Implications des instituts 32
Les ETPT en Énergie par institut et par thème 34
Répartition par institut des ETPT 2022 dans les sous-thèmes de l'Énergie. 41

Annexe 2 | Nomenclature 42

La Cellule Énergie du CNRS

Parmi les grands défis sociétaux sur lesquels le CNRS entend apporter des réponses, il y a celui sur la transition énergétique dont l'énergie est une composante importante. Pour coordonner les actions de ses dix instituts, le CNRS a initié la Cellule Énergie en 2012, qui est hébergée à CNRS Ingénierie pour des raisons de logistique.

La mission principale de la Cellule est de structurer les communautés par thématique ou en transverse et de proposer des actions en vue de l'émergence d'une stratégie scientifique du CNRS dans le domaine de l'énergie. **Son comité de pilotage est composé de représentants des dix instituts du CNRS**.

Les ambitions de la Cellule Énergie du CNRS :

• Soutenir une excellente recherche répondant aux enjeux de la transition énergétique

• Apporter des solutions responsables et durables

• Favoriser une approche interdisciplinaire et systémique

• Valoriser la place du CNRS dans l'écosystème de l'énergie en France et dans le monde

Cette structure est présente au sein de plusieurs instances (ANCRE, pôle énergie de l'académie des technologies, EERA…) et, par ses feuilles de route, contribue directement à la Stratégie Nationale de Recherche Energétique (SNRE) de la France.

Les actions récentes de la Cellule Énergie :

• Réalisation de Feuilles de route par les ARPEGES du CNRS et les groupes programmatique de l'Alliance National de Coordination de la Recherche sur l'Énergie (ANCRE)

• Contribution aux feuilles de route de la SNRE, PPE, SNBC et EU (H2020, Horizon EU, Grean Deal…)

• Aide au montage de projets structurants (Fédérations, Réseaux Nationaux, (GDR, GIS, PPR…), Européens et Internationaux (Flagship, EJP, …)

• Lancement annuel d'Appel à Projets — Projet exploratoire Premier Soutien (PEPS) :

- PEPS - ÉNERGIE (Blancs ou thématiques), depuis 2012
- PEPS'I (industrie/Innovation) depuis 2017
- PEPS « Sciences de base pour l'Énergie » depuis 2018

• Communication via le site web de la cellule et animation de la communauté (colloques, ateliers…)

• Réalisation d'une enquête annuelle énergie (depuis 2014) pour recenser la contribution en ressources humaines et financières des unités CNRS dans le domaine de l'énergie. Les résultats sont mis à la disposition de la direction du CNRS, de celle des ministères de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche et de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires, aussi bien que de l'ADEME et l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE).

Le présent rapport présente justement le bilan des résultats de l'enquête Énergie 2023 (basés sur des données de 2022). Les bilans des enquêtes des années précédentes peuvent être trouvés sur le site web de la Cellule Énergie. Pour toute question relative à ce document, merci de contacter les personnes indiquées ci-dessous.

Site web : https://www.celluleenergie.cnrs.fr/

CONTACTS

Abdelilah Slaoui
Directeur adjoint scientifique et Responsable de la Cellule Énergie du CNRS
abdelilah.slaoui@cnrs-dir.fr

Christophe Coutanceau
Délégué scientifique – Cellule Énergie du CNRS
christophe.coutanceau@univ-poitiers.fr

Stéphanie Demaretz
Chargée de la gestion organisationnelle et de la communication de la Cellule Énergie
stephanie.demaretz@cnrs.fr

Avant propos

Ce document présente un bilan complet des résultats de l'enquête interne sur les activités des unités de recherche du CNRS (UPR, UMR, FRE, UMS, UPS, UMI, URA, USR) dans le domaine de l'Énergie.Près de **773** **unités interrogées** ont répondu à un questionnaire en ligne du 26 Mai au 23 juin 2023, qui visait à préciser leur contribution à l'effort national de recherche dans les différents thèmes de l'énergie (voir **Annexe 3**) au cours de l'année 2022.

Les résultats qui sont présentés dans ce document constituent un bilan complet des implications en personnel (et en coût) dans différents thèmes de l'énergie par institut du CNRS et par site universitaire.

Cette enquête permet ainsi à l'organisme CNRS de bien connaître l'implication de ses unités et de ses personnels dans la recherche en Énergie, et ce par thème et sous-thème, par grande région ou délégation, par site d'Enseignement Supérieur et de Recherche ou encore par institut du CNRS.

Cette enquête permet également de répondre à la demande du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT) qui interroge annuellement l'ensemble des établissements de recherche (EPST, EPIC...) dans le but d'évaluer l'effort public de R&D que la France consacre à l'Énergie. Le bilan des réponses reçues permet au MTECTde préciser la répartition de cet effort par source (énergies renouvelables, énergie nucléaire...) ou usage (transports, industrie...) selon une nomenclature très détaillée et très précise établie par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE).

Le bilan annuel réalisé par le MTECT est communiqué à l'AIE qui collecte les données transmises par chaque pays afin d'effectuer des statistiques, comparer les politiques publiques mises en œuvre et analyser les grandes tendances mondiales.

Méthodologie

70 % **taux de participation**

Le taux de participation à cette 9e enquête a été de 70 % (540 unités ayant répondu au questionnaire sur 773 interrogées), en hausse par rapport à celui enregistré lors des précédentes éditions (58% en 2017 et 37% en 2019 et 68% en 2021). A noter que nous avons interrogé un peu plus des 2/3 des unités du CNRS car certaines n'ont pas vocation à répondre puisqu'elles n'ont pas d'effectifs propres, comme certaines UMS par exemple. Le nombre d'unités qui se sont déclarées impliquées dans la recherche sur l'énergie est de 233 unités en 2022 alors qu'il était de 288 unités en 2020.

Les unités de recherche ont renseigné en direct sur une base de donnnées SPHINX la contribution de leurs différentes catégories de personnels (Chercheurs CNRS, IT Recherche CNRS, Enseignants-Chercheur, IT Recherche des universités, doctorants, ...) dans chacun des thèmes en utilisant comme réferentiel celui de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) mais avec une granulométrie plus fine pour les sous-thémes pour le CNRS.

L'unité de base est l'Equivalent Temps Plein Travaillé ou **ETPT**. Il est de 1 pour les chercheurs et Ingénieurs/technicien CNRS, les IT des universités/écoles, les doctorants et les post-doctorants mais il est de 0,5 pour les enseignants-chercheurs compte tenu de leur charge d'enseignement.

Comme les années précédentes, l'effort financier par thème a ensuite été calculé à partir d'un coût moyen pour chacunes des catégories de personnel, en tenant compte également du coût des fonctions support et des dotations des instituts (part du soutien de base aux unités dédié à l'énergie, financements directs d'actions de recherche, d'équipements...), **mais à l'exclusion de tout financement externe** (contrats industriels, ANR, Europe, etc.) puisqu'il s'agissait d'évaluer l'effort propre de l'unité X et in-fine de l'organisme.

Remerciements

Nous remercions très sincèrement les directeurs et directrices d'unité qui ont participé à cette grande enquête biennale- ainsi que les collaborateurs qu'ils ou elles ont éventuellement sollicités - pour leur implication.

Nous invitons les instituts à continuer d'apporter leur concours essentiel au bon déroulement des futures enquêtes, en particulier en mobilisant les unités qui leur sont rattachées.

L'ÉQUIPE DE L'ENQUÊTE ÉNERGIE

Cellule Énergie du CNRS

A. Slaoui
C. Coutanceau,
S. Demaretz

Direction d'appui aux partenariats publics (DAPP)

A. Sigogneau, Responsable du service Données et Indicateurs
D. Ruffin, Chargé d'études au service Données et Indicateurs

Résultats de l'enquête

Partie 1 : Les forces en personnels dans les thèmes et sous-thèmes de l'énergie

La figure 1.1 montre la répartition des 4998 ETPT travaillant en 2022 au sein des unités du CNRS (personnels CNRS, Universités, Ecoles, Autre (EPST/EPIC/Industriels) par thème de l'Énergie.

On peut remarquer que la part des énergies renouvelables est très importante (presque le quart) suivi par l'hydrogène et piles à combustibles, le stockage de l'énergie et transport de l'électricité. Les thèmes qui suivent (transports et énergies nucléaires) sont à part presque égale. A remarquer la part des activités dans le domaine de la capture-stockage et valorisation du CO_2 (5%) et toujours une part de 4% pour les recherches dans les énergies fossiles. Dans la suite seront présentés des analyses plus fines donnant la répartition des ETPT par sous-thème.

Les thèmes de l'énergie

- Energies nucléaires
- Energies renouvelables
- Energies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2
- Hydrogène et piles à combustibles
- Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité
- Transports
- Bâtiments et villes durables
- Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture
- Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie

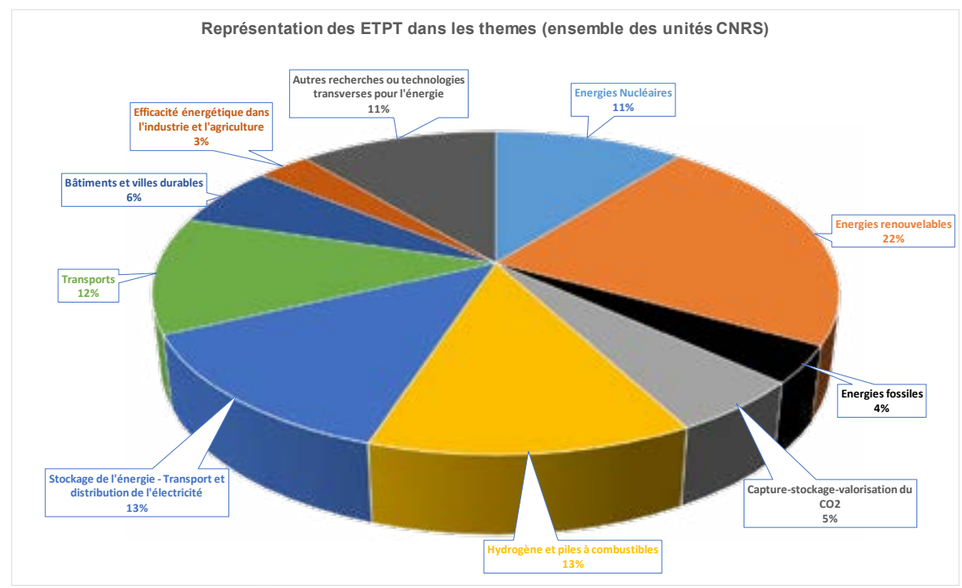


Figure 1.1. Répartition des ETPT Énergie par thème

4 998
ETPT ENERGIE en 2022

22 %
DES ETPT POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

212
unités CNRS déclarants des ETPT dans l'ENERGIE

La figure 1.2 détaille la répartition par organisme employeur des 4998 ETPT travaillant en 2022 au sein des unités du CNRS par thème de l'Énergie.

Dans les unités CNRS, les employeurs des personnels sont soit les Universités / Écoles (en bleu), soit le CNRS (en orange) ou bien un autre organisme (EPST/EPIC/Industriels).

On peut remarquer que les Universités / Écoles sont les employeurs majoritaires dans tous les thèmes de l'Énergie et qu'elles sont prépondérantes dans les thèmes Transports, Bâtiments et villes durables et Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture.

Le thème Énergies renouvelables est celui pour lequel les trois catégories d'employeurs financent le plus d'ETPT.

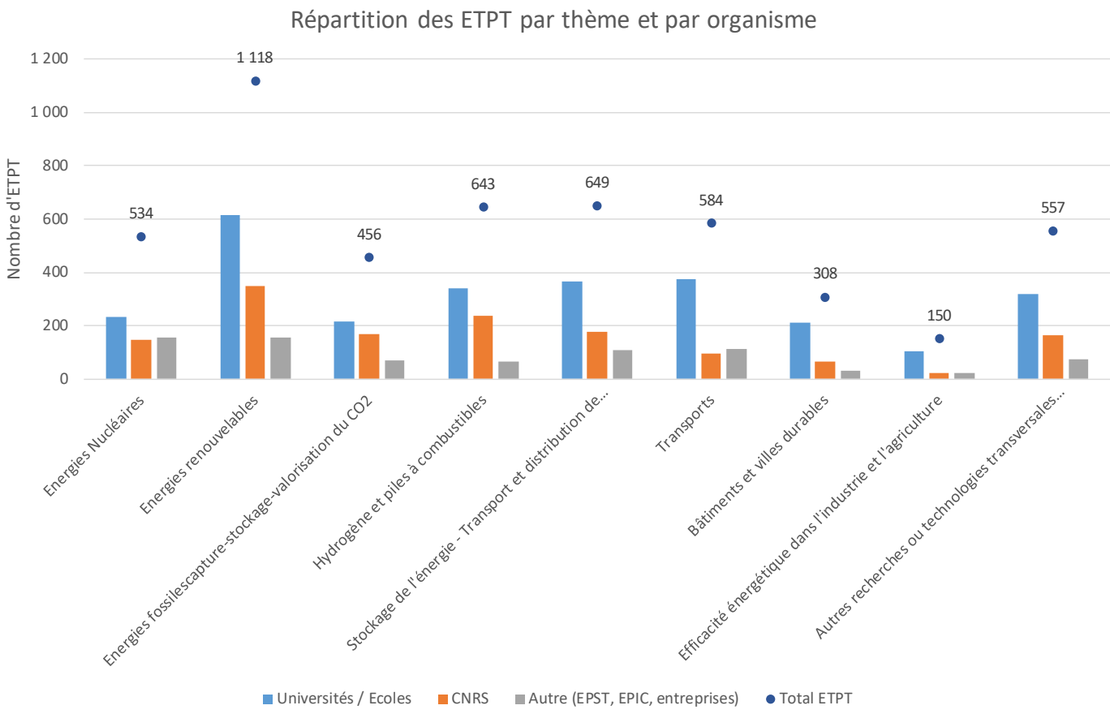
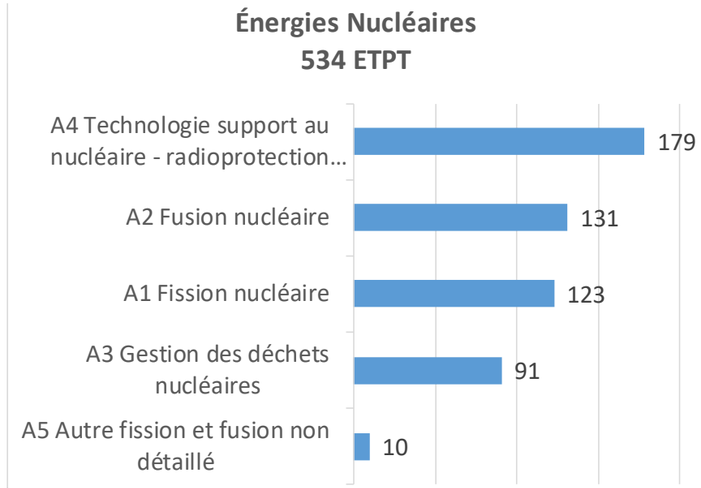


Figure1.2. Répartition des ETPT Energie 2022 par thème et par employeur des personnes des unités CNRS.

Dans la suite seront présentées des analyses plus fines donnant la répartition des ETPT par sous-thème.

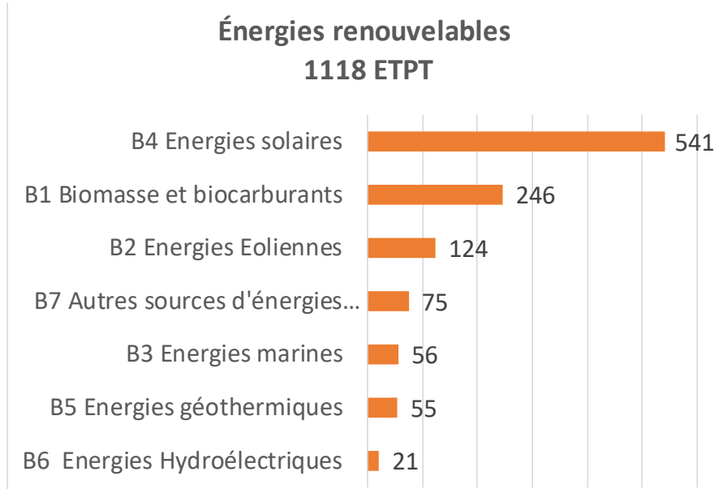
Énergies nucléaires

Les forces en personnel dans le domaine des énergies nucléaires se répartissent d'une manière presque équivalente entre la fusion nucléaire et la fission nucléaire, mais à noter la très forte composante associée la sureté nucléaire (179 ETPT) et à la gestion des déchets (91 ETPT).



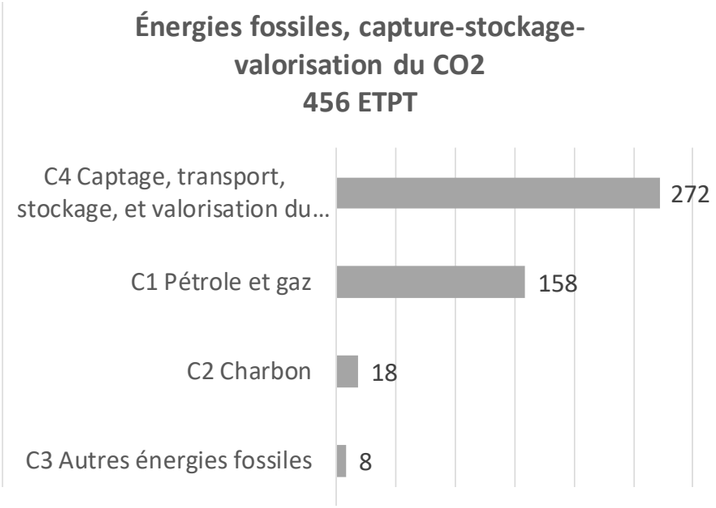
Énergies renouvelables

Pour les énergies renouvelables au sens « sources », on peut remarquer que l'énergie solaire (photovoltaïque, thermodynamique, thermique) constitue la plus forte communauté (48%), suivie de la biomasse et biocarburants (22%), puis de l'éolien. Les unités CNRS ont également des activités dans les autres sources de production d'énergies renouvelables telles que l'énergie marine, l'énergie géothermique et l'énergie hydrolectrique mais avec un nombre d'ETPT moindre car il y a d'autres organismes (IFREMER, BRGM, ...) dont c'est le cœur de métier.



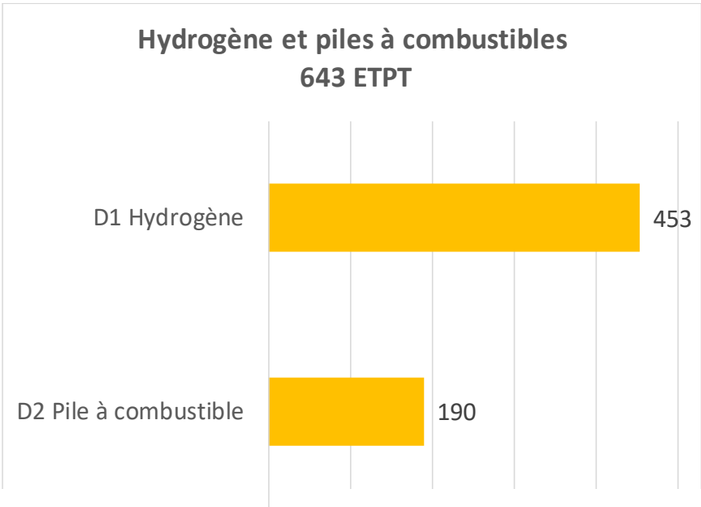
Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2

Les activités principales des unités CNRS dans la thématiques des énergies fossiles sont essentiellement autour du captage, transport, stockage et valorisation du CO_2 (272 ETPT). On peut également indiquer que 158 ETPT du personnel des unités CNRS travaillent dans le secteur du pétrole et gaz.



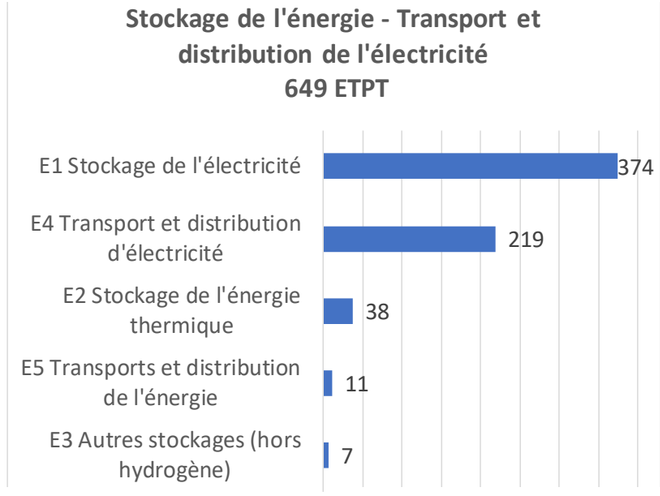
Hydrogène et piles à combustibles

La forte croissance ces dernières années sur ces activités, se poursuit. Nous constatons à nouveau lors de l' enquête 2023 que les activités des unités CNRS sont très importantes dans le domaine de l'hydrogène avec 453 ETPT qui s'y consacrent. Cela comprend la production et le stockage de l'hydrogène. Les activités sur les piles à combustibles emploient 190 ETPT.



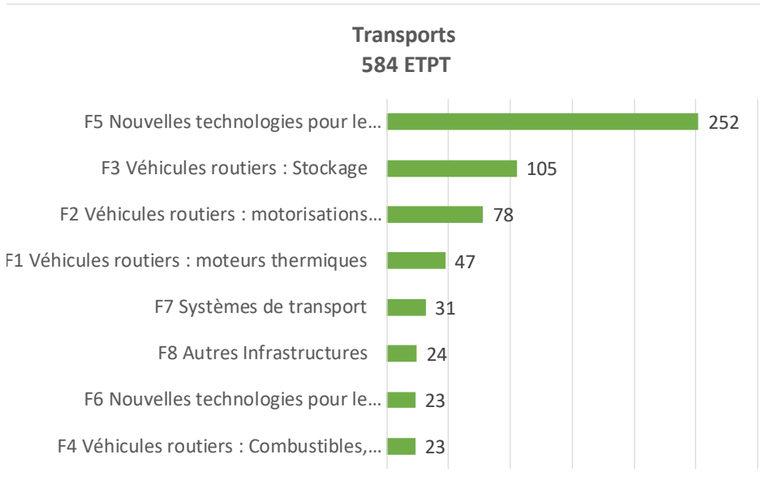
Stockage de l'énergie - Transport et distribution de l'électricité

Dans le domaine du stokage, du transport et de la distribution de l'électricité, on a pu recenser 649 ETPT travaillant sur ce sujet, mais avec une écrasante majorité dans le stockage de l'électricité (374 ETPT), essentiellement le stockage électrochimique (batteries, supercapaciteurs...). Le transport et distribution de l'électricité au sens large constituent également une masse critique importante (219 ETPT) dans les unités CNRS.



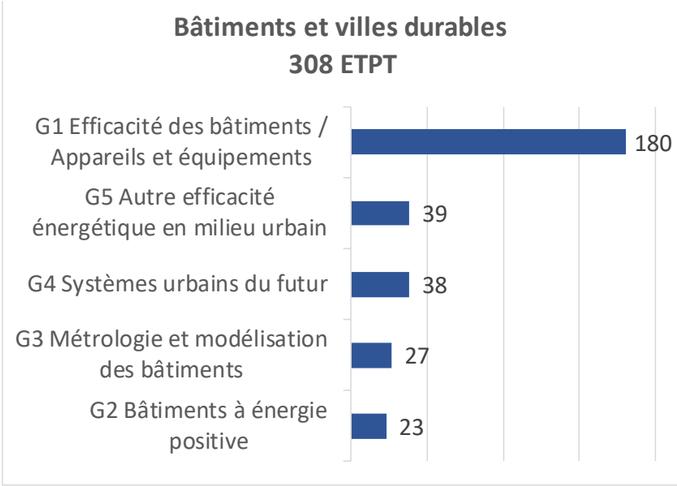
Transports

Les activités des unités du CNRS dans le domaine du transport sont fortement orientées vers les nouvelles technologies pour le transport aérien (252 ETPT), ce qui est remarquable compte tenu de l'importance de cette industrie en France et en Europe. Les autres forces sont réparties entre des études sur les véhicules routiers : stockages et motorisations électriques et hybrides.



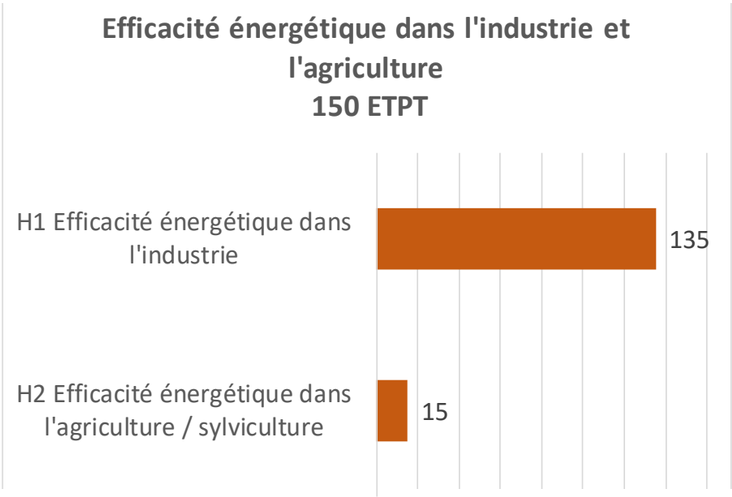
Bâtiments et villes durables

Ce domaine comporte plusieurs secteurs d'activité très différents les uns des autres et doit donc être mieux analysé. On peut noter que sur un total de 308 ETPT, l'éfficacité des bâtiments incluant appareils et équipements constitue un axe assez fort (180 ETPT). Les autres thèmes, tels que les systèmes urbains, les bâtiments à énergie positive et la métrologie et modélisation des bâtiments constituent le reste des ETPT à parts presque égales.



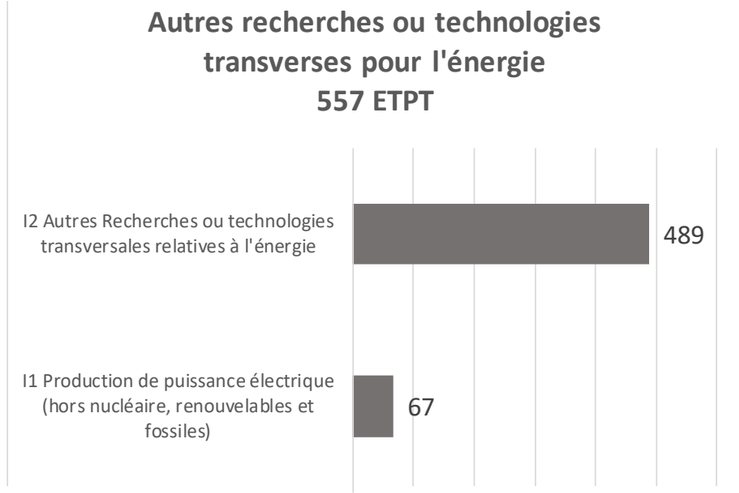
Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture

L'efficacité énérgétique dans l'industrie est un axe fort de la recherche avec 135 ETPT dans les unités CNRS.



Autres recherches en relation avec l'énergie

Il est important de noter que plusieurs personnels de recherche (489 ETPT) déclarent développer des activités dans le domaine de l'énergie sans mentionner exactement le secteur d'application (Autres Recherches ou technologies transversales relatives à l'énergie). Parmi les 489 ETPT, Il y en a 136 ETPT dont les activités sont consacrées aux analyses de systèmes énergétiques (sociologie, économie, impact environnemental etc.).



Source : Enquête Énergie juin 2023 et Labintel au 26 juillet 2023

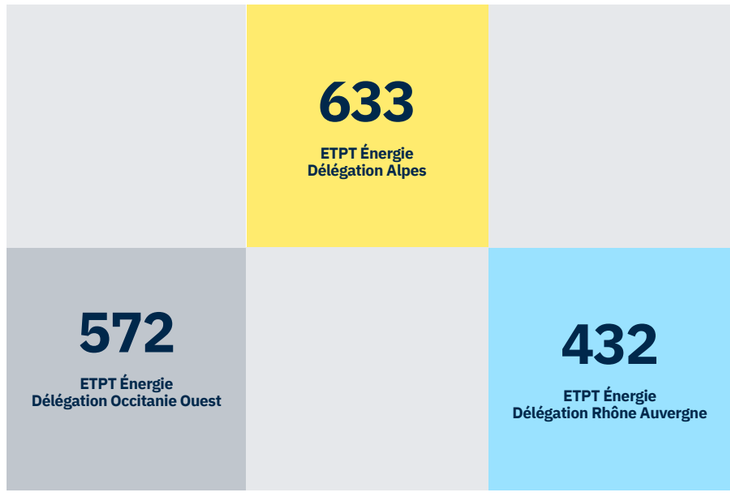
Partie 2 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par délégation régionale du CNRS

La figure 2.1 présente la répartition par délégation régionale des personnels impliqués dans la recherche en Énergie en 2022.

Les thématiques sont présentes dans la grande majorité des délégations, avec cependant une particularité de la thématique "renouvelables" (en orange) qui se trouve dans toutes les délégations (sauf une) et d'une façon prépondérante.

Vue globalement, la délégation Alpes est à la tête du peloton avec 633 ETPT relevant du domaine de l'Énergie, suivie de très près par la délégation Occitanie Ouest (573 ETPT). Viennent dans un ordre décroissant la délégation Rhône Auvergne, Ile de France Gif-sur-Yvette, Centre-Est, Hauts-de-France puis enfin la Bretagne et Pays de Loire.

Les autres délégations ont également une implication assez forte dans la recherche en Énergie mais en deça de 300 ETPT. En général, les poids relatifs de plusieurs délégations apparaissent assez stables par rapport à ceux de la précédente enquête, avec cependant quelques variations quant au peloton de tête.



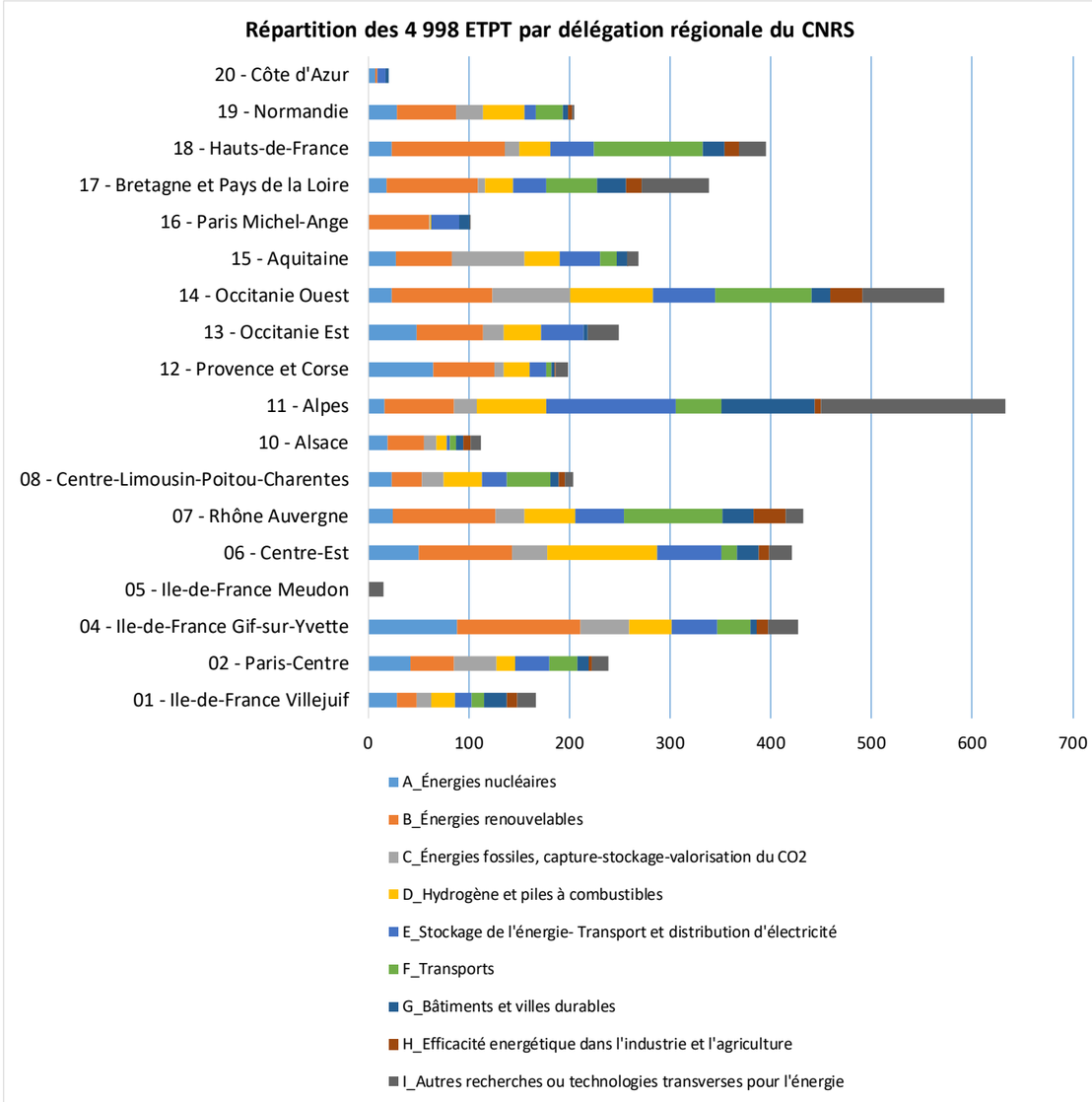


Figure 2.1. Répartition des personnels impliqués dans la recherche en Énergie en 2022 par délégation régionale et par thème.

Partie 3 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par site universitaire

Unités impliquées dans l'Énergie par site

La répartition des unités CNRS impliquées dans le domaine de l'Énergie dans les principaux sites d'enseignement supérieur et de recherche (ESR) en 2022 est illustré sur la figure 3.1. Les sites de Lyon / Saint-Etienne et Grenoble /Alpes sont ceux qui affichent le plus grand nombre d'unités concernées (18 unités), devant Paris-Saclay (16 unités) puis Aix-Marseille et Occitanie Ouest (13 unités chacun). Compte-tenu de la taille très variable des équipes impliquées d'une unité de recherche à l'autre, l'histogramme ci-dessous doit être interprété avec prudence et complété par une représentation en nombre d'ETPT, qu'on trouvera en figure 3.2.

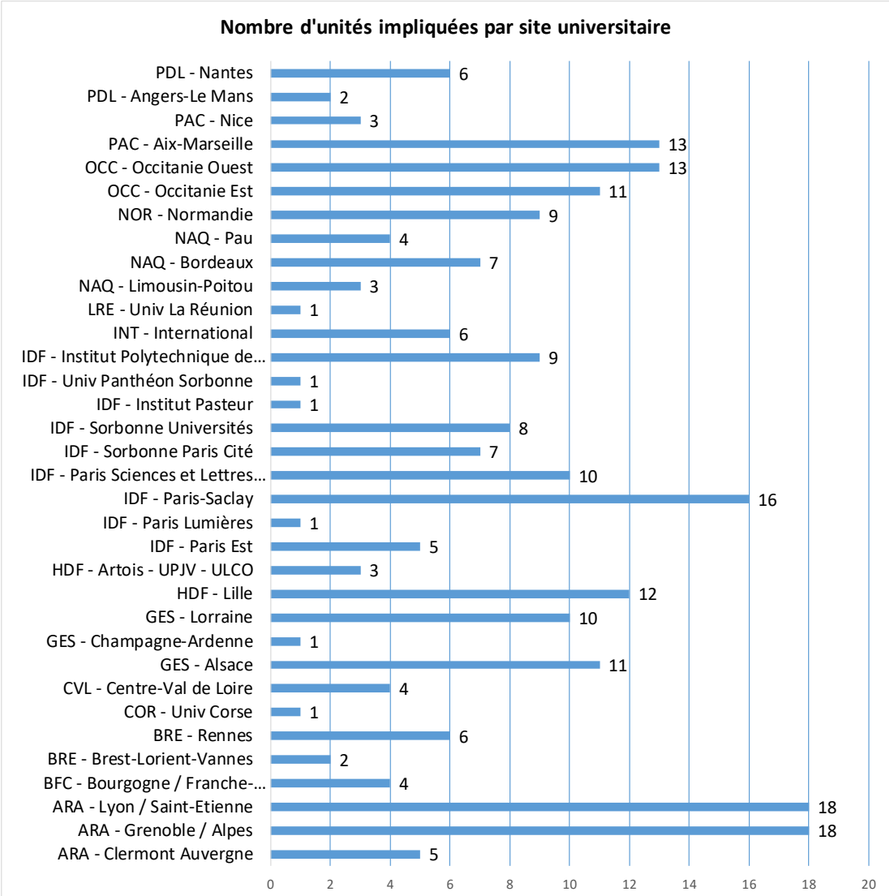


Figure 3.1. Nombre de laboratoires impliqués dans l'Énergie pour les principaux sites universitaires regroupés par grandes régions.

Note : Dans la présente analyse, chaque unité est rattachée à son site d'implantation principale (dans la majorité des cas, on a considéré l'établissement cotutelle de l'unité, hébergeur de cette implantation, qui est impliqué dans l'un des 25 regroupements d'établissements d'enseignement supérieur et de recherche). La totalité des personnels de l'unité a été attribuée à ce seul site. Dans ce cadre, les résultats relatifs aux sites parisiens sont exclusifs les uns des autres, malgré le nombre significatif d'unités pouvant être rattachées à plusieurs sites.

Répartition des ETPT de l'Énergie par site

La répartition des personnels impliqués dans la recherche en Énergie dans les principaux sites universitaires est présentée sur la figure 3.2, elle fait apparaître un poids relatif des sites bien différent du précédent. En effet, cette fois-ci c'est Grenoble / Alpes (633 ETPT) et Occitanie Ouest (572 ETPT) qui se détachent en terme d'ETPT dans l'Énergie, suivis du site Lyon / Saint-Etienne (387 ETPT). Les sites de Lille, Paris Saclay et Lorraine s'approchent des 300 ETPT.

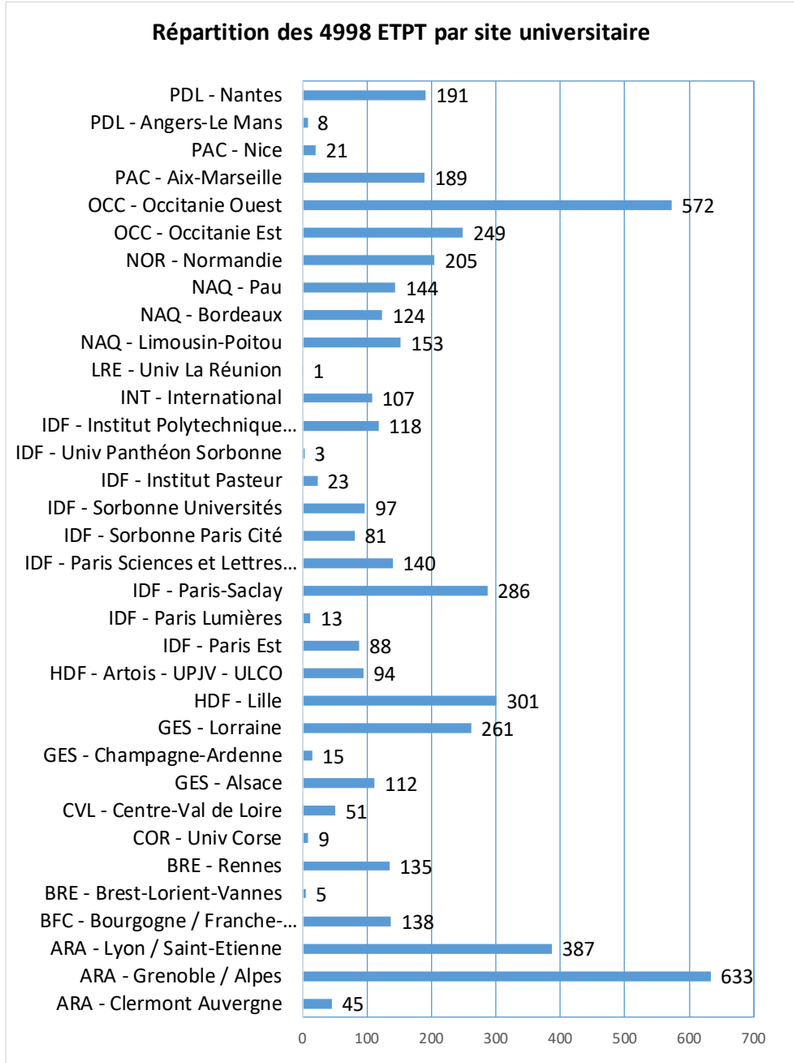


Figure 3.2. Répartition des personnels impliqués dans la recherche en Énergie en 2022 par grands sites universitaires regroupés par grandes régions

Légende :

ARA	Auvergne-Rhône-Alpes	CVL	Centre-Val de Loire	NOR	Normandie
BFC	Bourgogne-Franche-Comté	COR	Corse	NAQ	Nouvelle-Aquitaine
BRE	Bretagne	GES	Grand Est	OCC	Occitanie
		HDF	Hauts-de-France	PDL	Pays de la Loire
		IDF	Île-de-France	PAC	Provence-Alpes-Côte d'Azur

Répartition des ETPT de l'Énergie par site et par thème

Sites	Énergies nucléaires	Énergies renouvelables	Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO2	Hydrogène et piles à combustibles	Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité	Transports	Bâtiments et villes durables	Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture	Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie	ETPT global Total
ARA - Clermont Auvergne	3	4	4	2	12	0	20	0	0	45
ARA - Grenoble / Alpes	16	69	22	69	129	45	93	6	184	633
ARA - Lyon / Saint-Etienne	22	97	25	49	37	98	11	31	18	387
BFC - Bourgogne / Franche-Comté	6	13	0	54	17	14	10	6	17	138
BRE - Brest-Lorient-Vannes	0	0	2	3	0	0	0	0	0	5
BRE - Rennes	0	30	1	12	16	11	16	4	47	135
COR - Univ Corse	0	1	0	4	5	0	0	0	0	9
CVL - Centre-Val de Loire	7	4	14	9	15	0	2	0	0	51
GES - Alsace	20	35	13	10	4	6	7	7	10	112
GES - Champagne-Ardenne	0	8	0	4	4	0	0	0	0	15
GES - Lorraine	44	67	35	50	43	1	11	4	6	261
HDF - Lille	24	96	15	31	22	50	22	15	27	301
HDF - Artois - UPJV - ULCO	0	15	0	0	21	58	0	0	0	94
IDF - Paris Est	14	4	5	17	13	4	20	0	12	88
IDF - Paris Lumières	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13
IDF - Paris-Saclay	48	65	40	35	38	32	3	8	17	286
IDF - Paris Sciences et Lettres (PSL)	33	24	30	9	5	28	6	3	2	140
IDF - Sorbonne Paris Cité	15	16	10	8	4	8	3	10	8	81
IDF - Sorbonne Universités	9	19	12	8	28	0	6	0	14	97
IDF - Institut Pasteur	23	0	0	0	0	0	0	0	0	23
IDF - Univ Panthéon Sorbonne	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
IDF - Institut Polytechnique de Paris	17	58	8	7	8	0	3	3	13	118
INT - International	0	63	1	4	27	1	11	0	0	107
LRE - Univ La Réunion	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
NAQ - Limousin-Poitou	17	25	8	29	9	44	6	6	8	153
NAQ - Bordeaux	25	30	7	17	24	11	3	0	8	124
NAQ - Pau	3	26	65	19	16	7	7	0	3	144
NOR - Normandie	29	58	28	41	11	27	5	4	3	205
OCC - Occitanie Est	48	67	20	37	43	0	4	0	31	249
OCC - Occitanie Ouest	24	99	78	82	63	95	18	32	82	572
PAC - Aix-Marseille	64	60	9	23	12	4	4	1	12	189
PAC - Nice	7	2	0	0	9	0	3	0	0	21
PDL - Angers-Le Mans	0	6	0	0	2	0	0	0	0	8
PDL - Nantes	18	54	5	14	15	40	14	11	20	191
TOTAL	**534**	**1118**	**456**	**643**	**649**	**584**	**308**	**150**	**557**	**4998**

Figure 3.3. Bilan des personnels impliqués dans la recherche en Énergie en 2022 par site et par thème

1118 ETPT Énergie, tous sites confondus pour les
Énergies renouvelables

51
ETPT Énergie/ unité
Site Limousin-Poitou

44
ETPT Énergie/ unité
Site Occitanie Ouest

36
ETPT Énergie/ unité
Site Pau

Analyse détaillée par thème

L'analyse fine des thématiques par site montre toujours la prépondérance des énergies renouvelables dans la plupart des sites, mais plus particulièrement en Occitanie Ouest, à Lille et à Lyon Saint/Etienne. En revanche, le nucléaire représente une activité importante à Aix-Marseille, mais également en Occitanie Est, Paris Saclay et en Lorraine.

Le domaine « Energies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2 » est bien représenté sur les sites Occitanie Ouest et Pau et plus modérement dans les sites de Paris-Saclay et Lorraine.

Concernant le domaine « Hydrogène et piles à combustibles », celui-ci est présent dans la plupart des sites et majoritairement dans ceux Occitanie Ouest et Grenoble/Alpes. D'autres sites dédient une grande partie de leur personnel à ce domaine tels que les sites de Bourgogne Franche-Comté, Lorraine, Lyon / Saint-Etienne et Normandie.

Dans le domaine des « Transports », on peut noter, outre la prépondérance de Lyon /Saint-Etienne et l'Occitanie Ouest, que les sites de Artois-UPJV-ULCO, Lille, Nantes, Limousin Poitou et Grenoble/Alpes sont très bien représentés. Le thème « Bâtiments et villes durables » est très présent sur plusieurs sites avec une visibilité plus forte pour le site de Grenoble/Alpes.

Enfin, la recherche sur les aspects socio-économiques de l'énergie est effectuée sur plusieurs sites, avec un engagement plus fort sur le site de Grenoble / Alpes et dans une moindre mesure sur le site Occitanie Ouest.

Les figures suivantes présentent une distribution détaillée des thématiques dans chaque site et permettent d'illustrer avec plus de clarté les résultats qui précèdent.

Énergies nucléaires
Aix-Marseille (64 ETPT - 13 unités)
Occitanie Est (48 ETPT - 11 unités)
Paris-Saclay (48 ETPT - 16 unités)

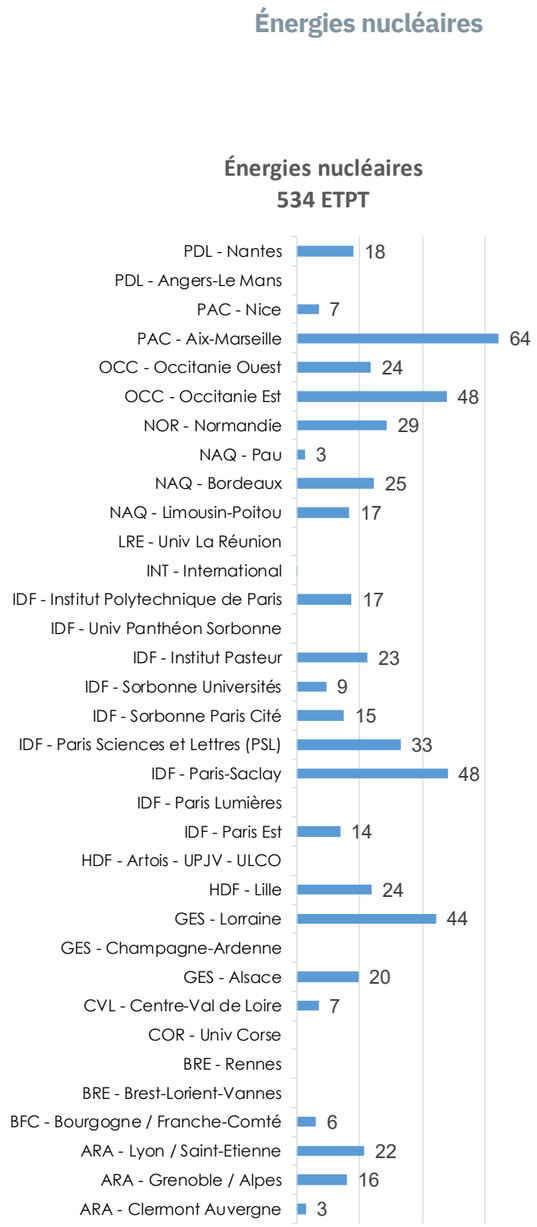


Figure 3.4. Répartition par site des ETPT du thème « Énergies nucléaires»

Énergies renouvelables

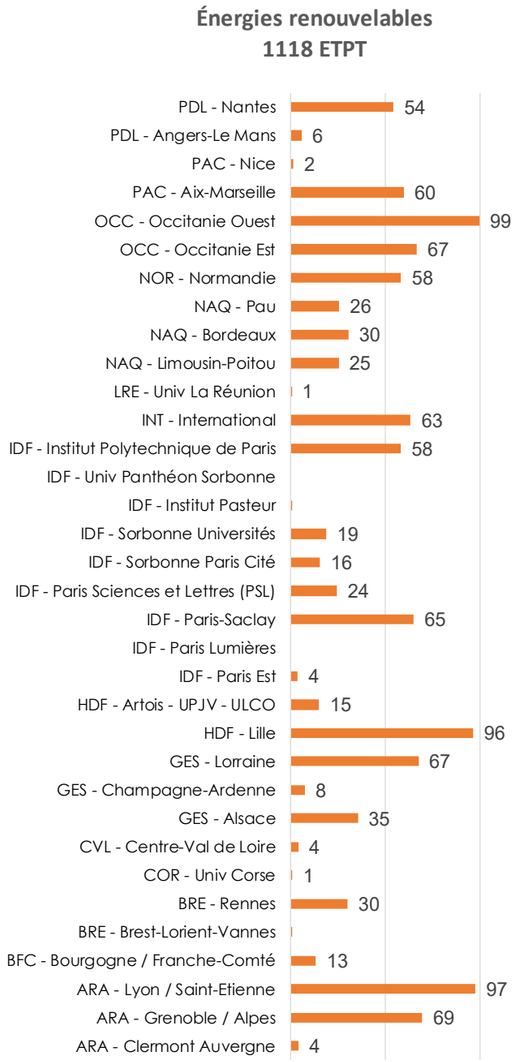


Figure 3.5. Répartition par site des ETPT du thème « Énergies renouvelables »

Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2

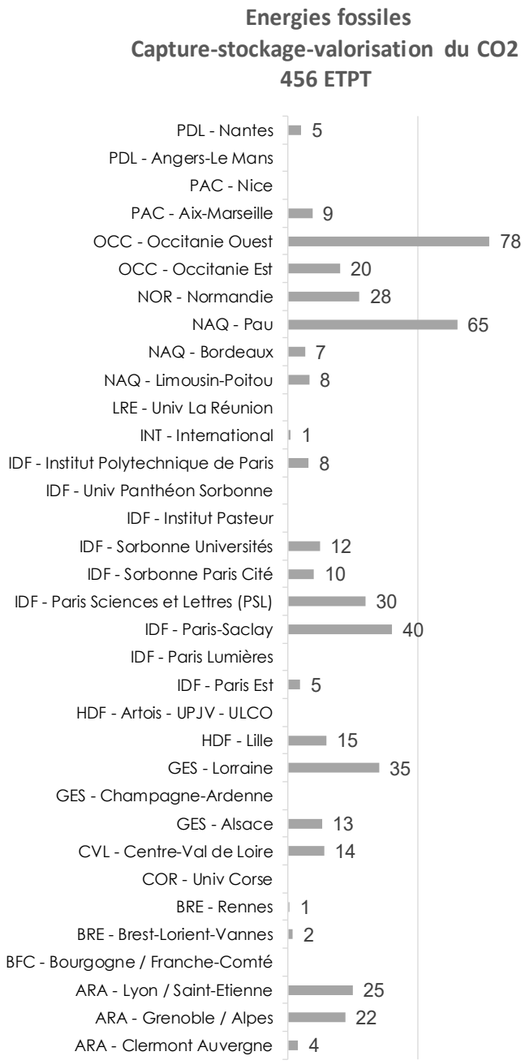


Figure 3.6. Répartition par site des ETPT du thème « Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2 »

Hydrogène et piles à combustibles

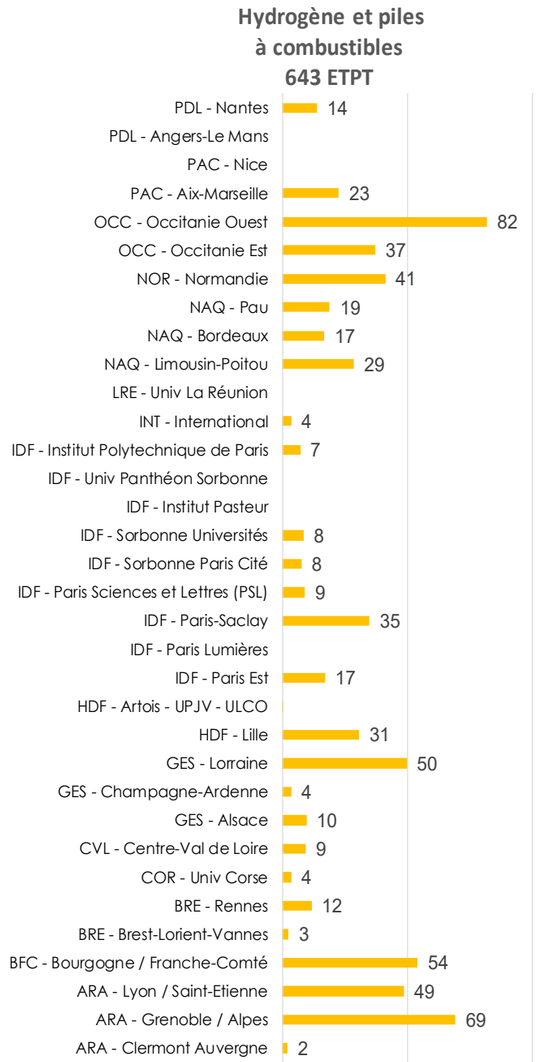


Figure 3.7. Répartition par site des ETPT du thème « Hydrogène et piles à combustibles »

Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité

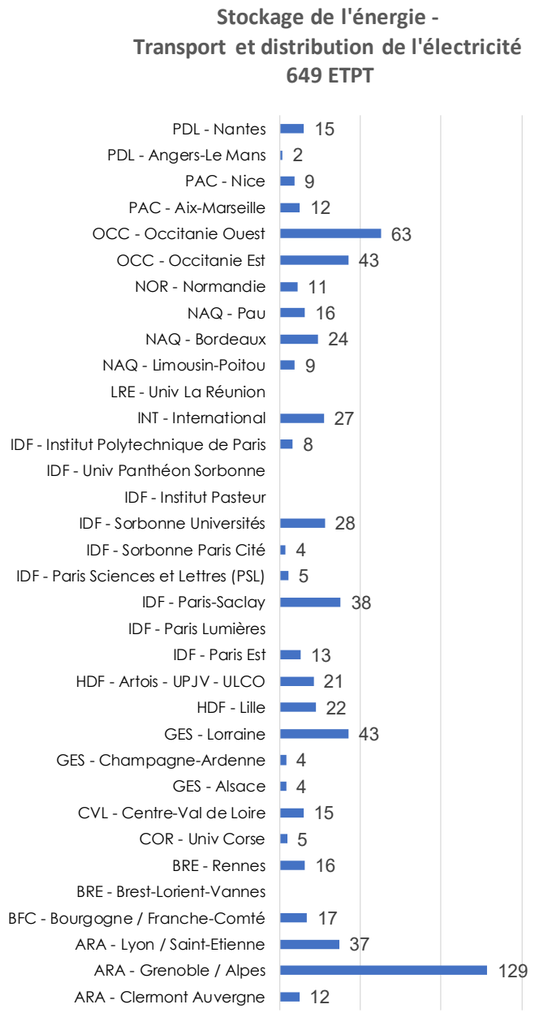


Figure 3.8. Répartition par site des ETPT du thème « Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité »

Énergies renouvelables

Occitanie Ouest (99 ETPT - 13 unités)
Lyon / Saint-Etienne (97 ETPT - 18 unités)
Lille (96 ETPT - 12 unités)

Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2

Occitanie Ouest (78 ETPT - 13 unités)
Pau (65 ETPT - 4 unités)
Paris - Saclay (40 ETPT - 16 unités)

Hydrogène et piles à combustibles

Occitanie Ouest (82 ETPT - 13 unités)
Grenoble / Alpes (69 ETPT - 18 unités)
Bourgogne / Franche-Comté (54 ETPT - 4 unités)

Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité

Grenoble / Alpes (129 ETPT - 18 unités)
Occitanie Ouest (63 ETPT - 13 unités)
Occitanie Est et Lorraine (43 ETPT - 11 et 10 unités)

Transports

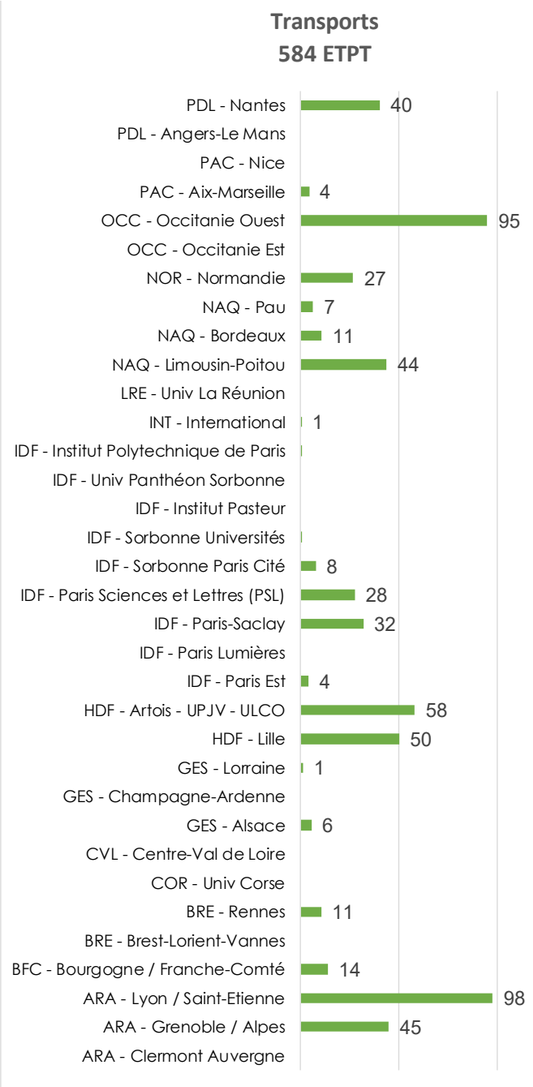


Figure 3.9. Répartition par site des ETPT du thème « Transports »

Bâtiments et villes durables

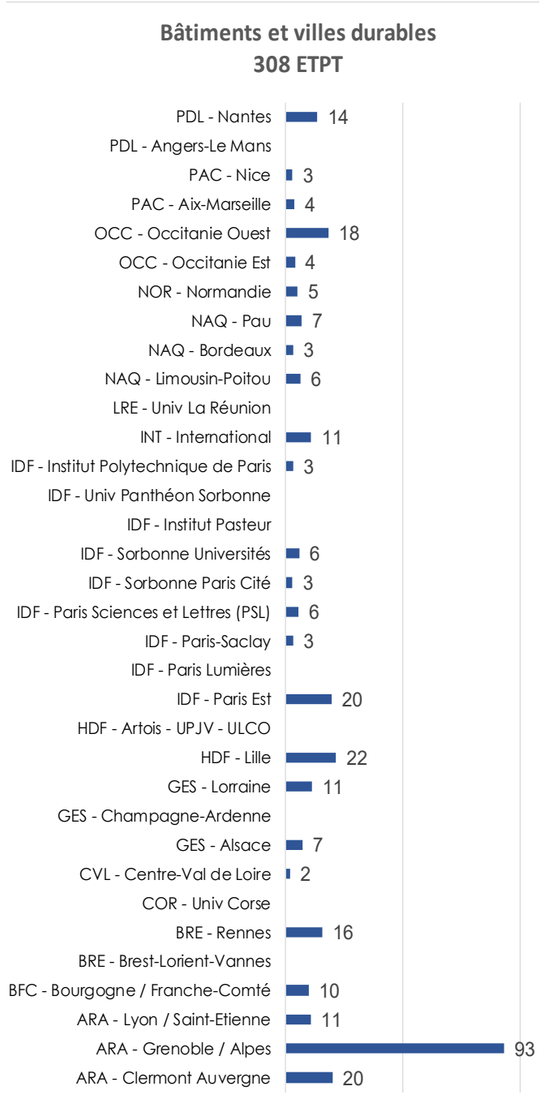


Figure 3.10. Répartition par site des ETPT du thème « Bâtiments et villes durables »

Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture

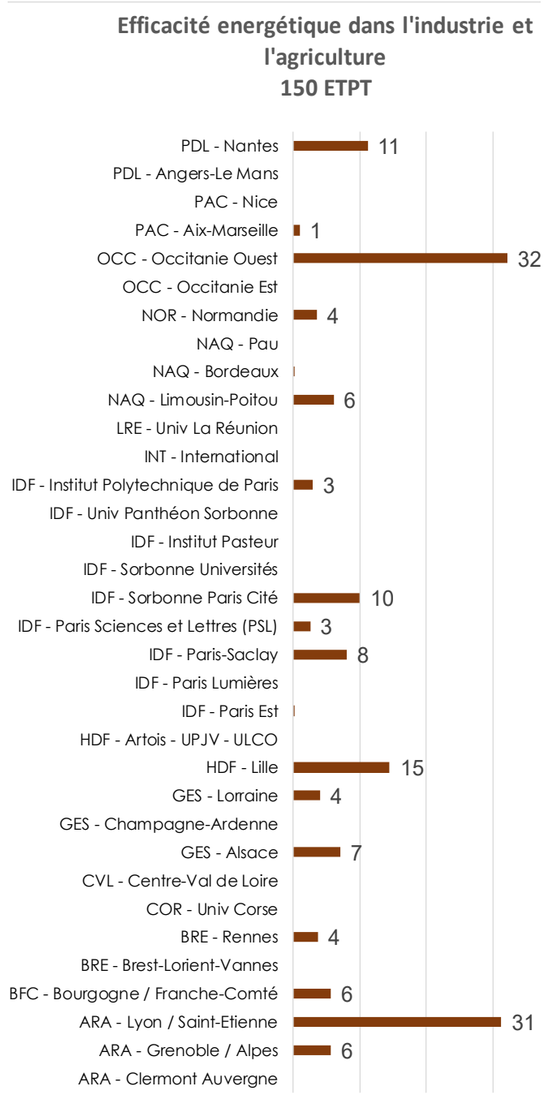


Figure 3.11. Répartition par site des ETPT du thème « Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture »

Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie

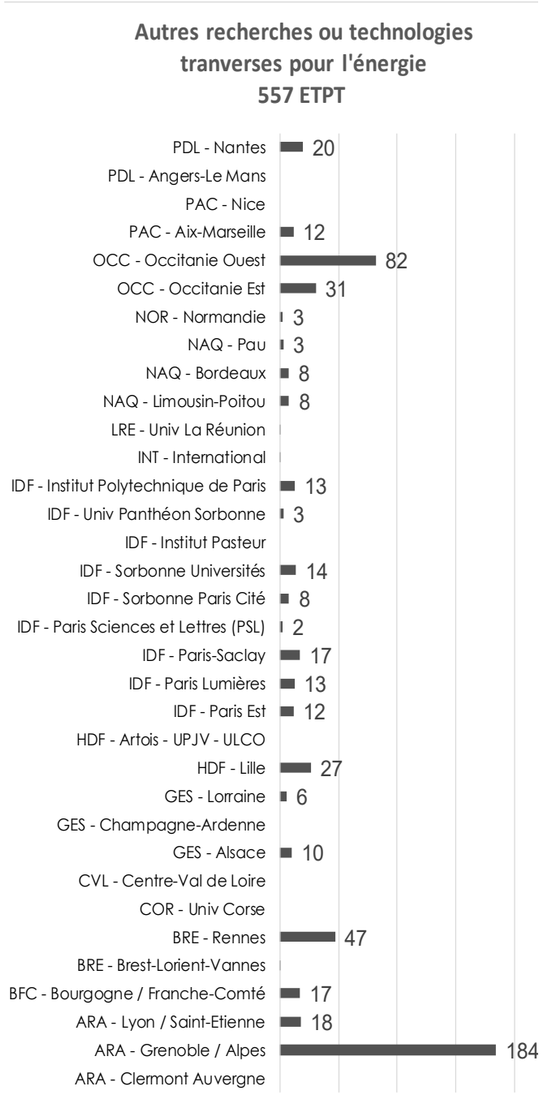


Figure 3.12. Répartition par site des ETPT du thème « Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie »

Transports
Lyon / Saint-Etienne (98 ETPT - 18 unités)
Occitanie Ouest (95 ETPT - 13 unités)
Artois - UPJV - ULCO (96 ETPT - 3 unités)

Bâtiments et villes durables
Grenoble / Alpes (93 ETPT - 18 unités)
Lille (22 ETPT - 12 unités)
Paris Est et Clermont Auvergne (20 ETPT - 5 unités)

Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture
Occitanie Ouest (32 ETPT - 13 unités)
Lyon / Saint-Etienne (31 ETPT - 18 unités)
Lille (15 ETPT - 12 unités)

Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie
Grenoble / Alpes (184 ETPT - 18 unités)
Occitanie Ouest (82 ETPT - 13 unités)

Partie 4 : Les forces en personnels dans l'Énergie réparties par grande région

Cartographie 2022 des ETPT en Énergie par région

La figure 4.1. présente la répartition des 4998 ETPT travaillant sur l'énergie par grande région. On peut noter que la région Auvergne-Rhône-Alpes dispose du plus grand nombre d'ETPT. Ceci peut s'expliquer compte tenu d'un grand nombre de laboratoires travaillant dans les domaines de l'énergie et de l'écosystème favorable avec d'autres organismes présents (CEA par exemple) et des nombreuses entreprises dans cette région.

La région Occitanie est en forte compétition avec la région Île-de-France, avec presque le même nombre d'ETPT qui traduit une forte orientation des activités des unités en occitanie (LAAS, ICGM, I2M, IEM, PROMES, etc.) dans les domaines de la transition énergétique.

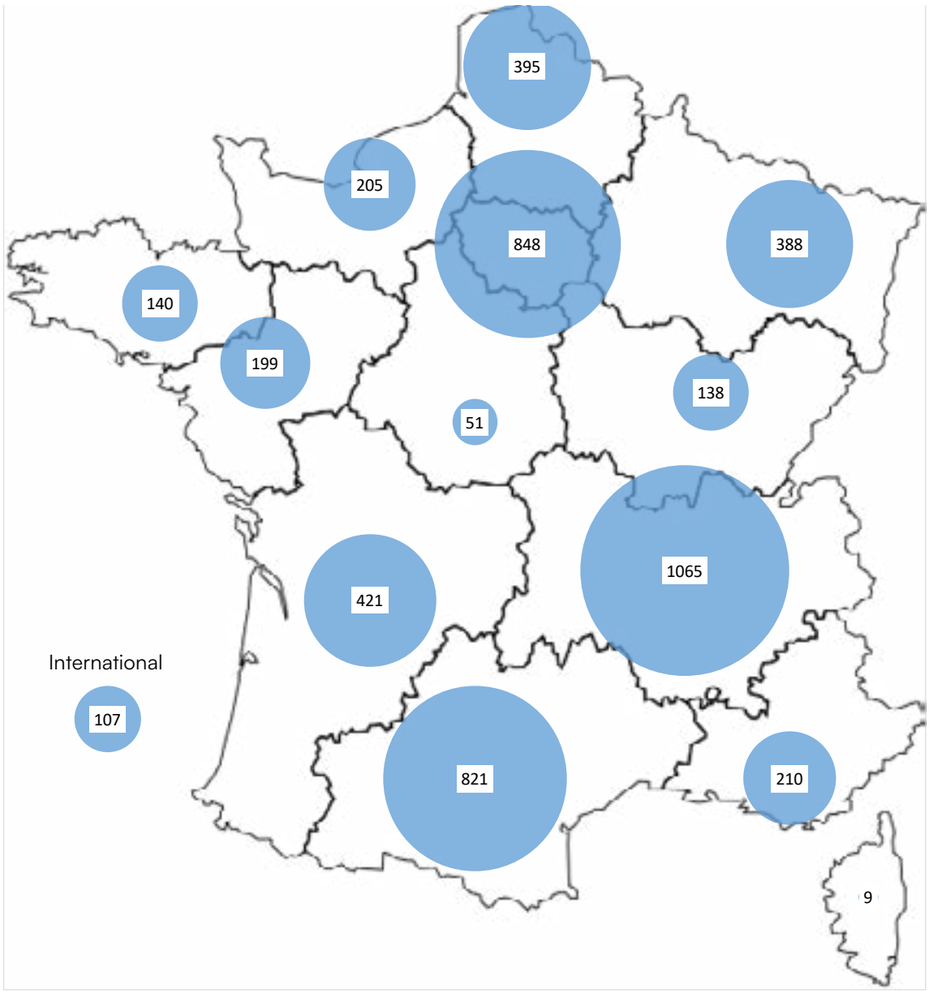


Figure 4.1. Répartition des ETPT énergie par grande région et à l'international (IRL du CNRS).

Nombre d'unités et ETPT Énergie dans les grandes régions

Régions	Énergies nucléaires	Énergies renouvelables	Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO2	Hydrogène et piles à combustibles	Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité	Transports	Bâtiments et villes durables	Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture	Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie	ETPT global Total	Nombre d'unités
Auvergne-Rhône-Alpes	40	171	51	120	177	143	124	37	202	1065	41
Bourgogne-Franche-Comté	6	13	0	54	17	14	10	6	17	138	4
Bretagne	0	30	3	14	16	11	16	4	47	140	8
Centre-Val de Loire	7	4	14	9	15	0	2	0	0	51	4
Corse	0	1	0	4	5	0	0	0	0	9	1
Grand Est	64	110	48	63	51	7	19	11	16	388	22
Hauts-de-France	24	111	15	31	43	109	22	15	27	395	15
Île-de-France	159	186	105	84	96	72	41	24	82	848	58
Normandie	29	58	28	41	11	27	5	4	3	205	9
Nouvelle-Aquitaine	44	81	80	64	49	61	17	6	18	421	14
Occitanie	71	166	98	119	105	95	22	32	112	821	24
Pays de la Loire	18	60	5	14	17	40	14	11	20	199	8
Provence-Alpes-Côte d'Azur	71	61	9	23	21	4	7	1	12	210	16
International	0	63	1	4	27	1	11	0	0	107	6
La Réunion	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	534	1118	456	643	649	584	308	150	557	4998	231

Figure 4.2. Tableau représentant les ETPT répartis par région et par thème ainsi que le nombre d'unités par région

Bourgogne-Franche-Comté	Occitanie	Nouvelle-Aquitaine
34 ETPT Énergie / unité	34 ETPT Énergie / unité	30 ETPT Énergie / unité

Partie 5 : Budget R&D en Énergie dans l'ESR et en France

Les efforts budgétaires dans l'ESR et au CNRS

Le nombre total d'ETPT (EquivalenTemps Plein Travaillé) qui ont été impliqués en 2022 dans des travaux de R&D relatifs à l'Énergie est de 4998 quelque soit l'employeur.

1425 ETPT (29%) sont des personnels du CNRS, 2772 sont des personnels universitaires ou d'Ecoles d'Ingénieurs et 801 des personnels dépendant d'autres employeurs (EPST, EPIC, entreprises), comme illustré dans la figure 5.1. ci-contre qui précise également les coûts salariaux annuels correspondants en millions d'euros (M€).

Employeurs	ETPT	Coût (M€)
CNRS	1 425	121
Universités /Ecoles	2 772	208
Autres	801	47
Total	**4 998**	**376**

Figure 5.1. Nombre d'ETPT impliqués dans l'Énergie par catégorie d'employeur et coûts de personnels correspondants (coûts de personnels* calculés sur la base de coûts moyens pour chacune des 3 catégories: Chercheurs, IT-R, Doc/Post-doc)

* coûts de personnels estimés sur la base des coûts CNRS

Concernant les coûts salariaux, pour les personnels du CNRS, ils ont été calculés sur la base de valeurs moyennes par catégorie . Les coûts des personnels universitaires ont simplement été supposés identiques à ceux du CNRS, de même que ceux des personnels d'autres employeurs (approximation qui peut s'avérer assez grossière dans le cas de certains EPIC ou d'industriels, mais ces coûts ne sont pas communiqués au MTECT et ne sont donnés ici qu'à titre indicatif).

La figure 5.2 ci-contre présente l'effort budgétaire consenti par le seul CNRS dans la recherche en Énergie. Ce montant comprend la masse salariale, le coût des fonctions support et la part de FEI (dotations aux UR et actions spécifiques des instituts) affectée au domaine de l'énergie.

Cet effort se monte 146 M€ environ en 2022, on constate une augmentation de 12 M€ par rapport à 2020

Effort budgétaire du CNRS	Coût 2022 (M€)
Coût de personnels	121
Fonction support et part du FEI	25
Total	**146**

Figure 5.2. Répartition de l'effort budgétaire réalisé par le CNRS dans le domaine de l'énergie

Répartition thématique des dépenses publiques de R&D en Énergie

Dépenses publiques de R&D en Énergie liées aux unités CNRS

La figure 5.3 illustre la répartition thématique de l'effort budgétaire des établissements de l'ESR : CNRS, Universités / Écoles et Autres (EPST / EPIC / Industriels) en 2022 pour la R&D en Énergie au travers des unités CNRS.

On peut remarquer que la part des énergies renouvelables est très importante (presque le quart) suivi par l'hydrogène et piles à combustibles, le stockage de l'énergie et transport de l'électricité puis du thème Transports, à part presque égale.

A noter que la part de chacun des thèmes est quasiment constante (variation de 1 point au max) par rapport à la dernière enquête. L'autre point à relever est la part des activités de l'ESR dans le nucléaire qui est de 11%, ce chiffre reste stable depuis 2018.

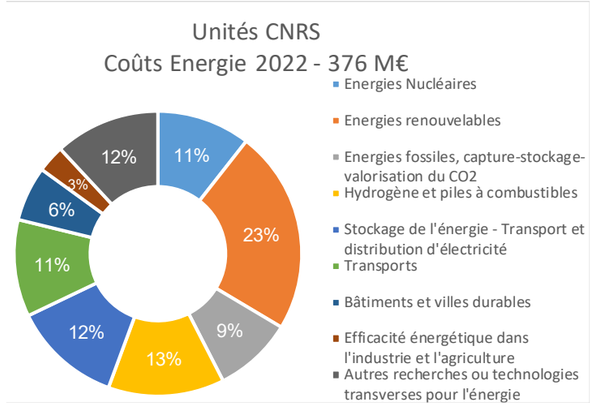


Figure 5.3. Répartition thématique de l'effort budgétaire réalisé au travers des unités CNRS pour la R&D en Énergie.

Énergies renouvelables
23 % du budget Énergie des unités CNRS

Hydrogène et piles à combustibles
13 % du budget Énergie des unités CNRS

Stockage de l'énergie Transport - distribution d'électricité
12 % du budget Énergie des unités CNRS

Cette répartition par thème au niveau de l'ESR est à comparer à celle pour toute la France.

Dépenses publiques nationales de R&D en Énergie

La figure 5.4 présente les dépenses publiques nationales de R&D sur les nouvelles technologies de l'énergie ventilées par thèmes en 2022, telles que publiées en fin d'année 2023 par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) du Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires (MTECT). Les montants donnés dans cette publication ne couvrent que les activités de R&D et excluent donc celles de démonstration.

Le montant total des dépenses de R&D sur l'énergie en France est 2018 M€ en 2022, en forte augmentation par rapport à 2021 (1725 M€) et 2020 (1338 M€). Une grande partie de la hausse est attribuée à un effort beaucoup plus important dans le domaine de l'hydrogène et piles à combustibles, pour lequel le budget a été multiplié par six entre 2021 et 2022.

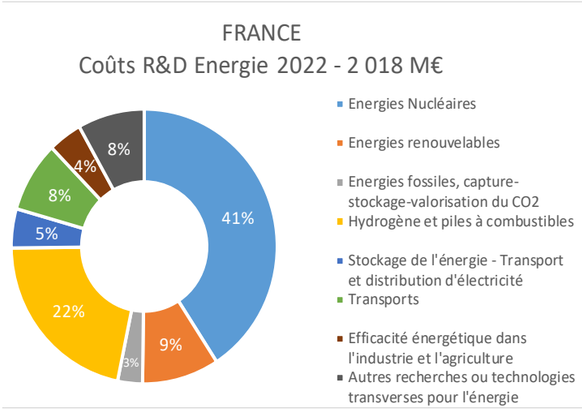


Figure 5.4. Répartition thématique de l'effort budgétaire réalisé en France pour la R&D en Énergie.

Source bientôt disponible sur le site du MTECT: https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/bilan-et-chiffres-cles-de-lenergie-0?rubrique=19

En comparant les données CNRS (146 M€) et nationale (2018 M€), on note que la contribution du seul CNRS (sans les autres tutelles des laboratoires) à l'effort national est proche de **7,5 %.**

La contribution de l'ensemble de l'ESR (CNRS, Universités / Écoles et Autres (EPST / EPIC / Industriels)) s'élève à près de **19%.**

L'autre information est que le CNRS met un effort en R&D plus important sur les énergies renouvelables, sur le stockage de l'énergie, transport et distribution de l'électricité et dans les recherches amont et/ou transverses en comparaison à l'effort national qui semble très important dans le domaine du nucléaire, qui se pratique essentiellement dans un petit nombre d'établissements spécialisés (CEA notamment).

Ceci tend à biaiser la comparaison avec les organismes peu impliqués dans ce domaine.

Pour une comparaison plus juste compte tenue de la spécificité française, nous avons exclu la part de R&D consacrée au nucléaire du calcul de l'effort R&D au CNRS et au niveau national, dans la partie suivante.

NB: la classification des thématiques de l'énergie utilisée pour les figures 5.4. et 5.6. concernant la France diffère de la classification utilisée pour toutes les autres figures du présent document (le thème "Bâtiments et villes durables" se retrouve réparti dans le thème "Efficacité énergétique").

Énergies nucléaires

41 % du budget Énergie France

Hydrogène et piles à combustibles

22 % du budget Énergie France

Énergies renouvelables

9 % du budget Énergie France

Répartition thématique des coûts R&D en Énergie, hors nucléaire

En 2022, le budget calculé pour l'ESR dans la R&D en Énergie, hors nucléaire, est de 337 M€ (Figure 5.5), alors que celui au niveau national se monte à 1194 M€ (Figure 5.6), en très forte hausse par rapport à 2021 (764 M€).

On constate particulièrement que le poids de l'investissement de la recherche dans les énergies renouvelables est plus important dans l'ESR (26 %) qu'au plan national (16 %). Il en est de même pour la recherche dans les domaines des énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2 (10% contre 5%) et du stockage de l'énergie - transport et distribution de l'électricité (14 % contre 8 %).

On observe en revanche une contribution plus importante au plan national (figure 5.6) dans le domaine de l'hydrogène et piles à combustibles (37 % contre 15 %). On peut expliquer ce fort écart par l'effet des décisions prises par le gouvernement dans le cadre de « France 2030 » pour augmenter les recherches dans ce domaine nottamment grâce au programme de recherche sur l'Hydrogène (stratégie national — H2).

On peut également noter que les efforts soutenus dans les domaines des Transports et celui des recherches fondamentales ou technologies tranverses pour l'énergie sont quasiment identique au niveau national et dans l'ensemble de l'ESR.

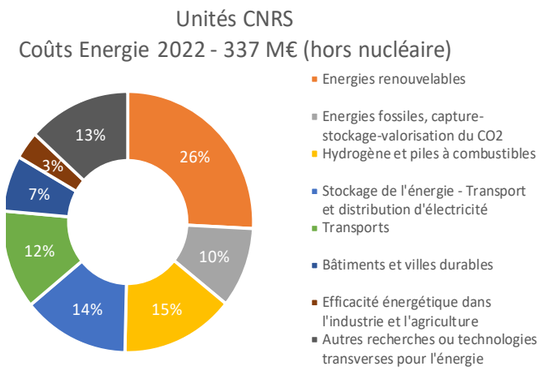


Figure 5.5. Répartition thématique de l'effort budgétaire réalisé au travers des unités CNRS pour la R&D sur l'Énergie (hors nucléaire).

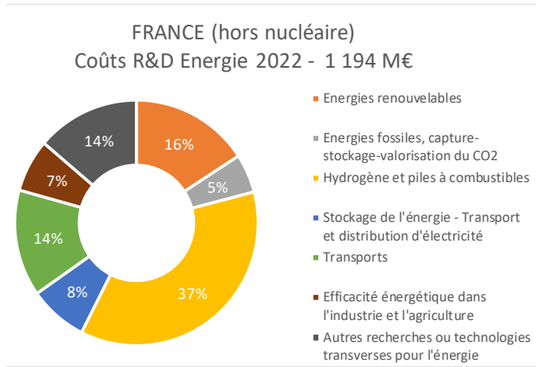


Figure 5.6. Répartition thématique de l'effort budgétaire réalisé en France pour la R&D sur l'Énergie.(hors nucléaire).

Annexes

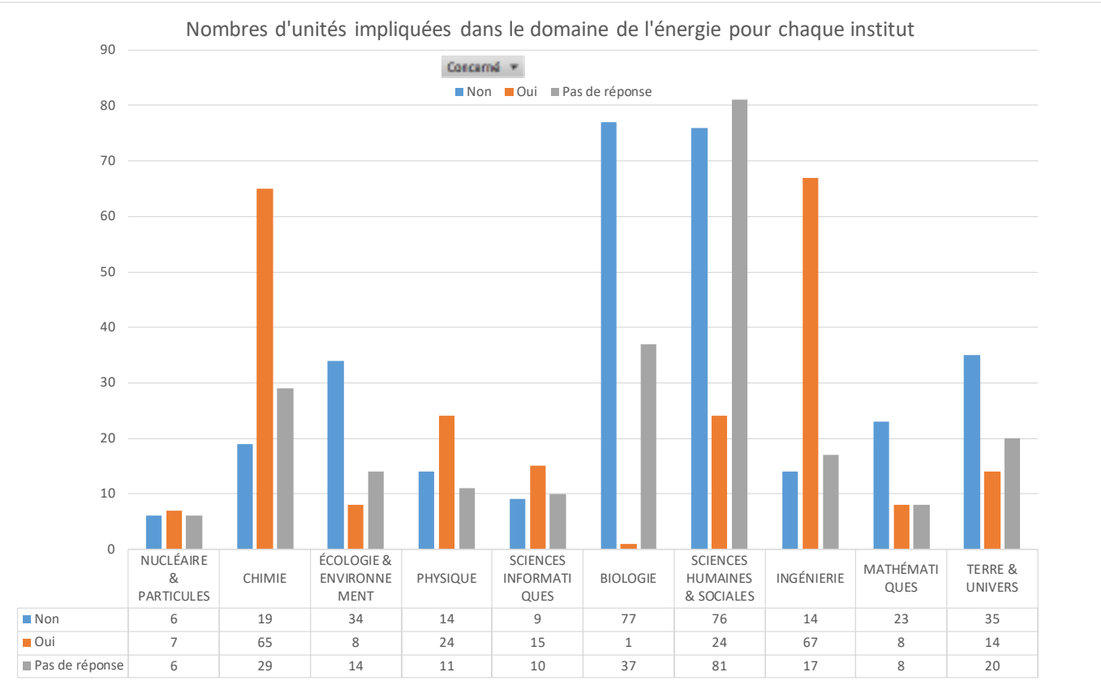
Annexe 1 | Les instituts du CNRS et l'Énergie

Réponses des unités des instituts à l'enquête Énergie 2023

540 unités de recherche (UR) sur les 773 interrogées ont répondu à l'enquête, ce qui représente un taux de réponse de l'ordre de 70%.

233 unités de recherche du CNRS se sont déclarées impliquées dans des recherches en Énergie.

Les thématiques sur l'énergie sont développées dans les dix instituts du CNRS et les instituts les plus fortement concernés sont CNRS CHIMIE et CNRS INGÉNIERIE puis dans une moindre mesure CNRS PHYSIQUE et CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES au regard du nombre d'unités impliquées.



	NUCLÉAIRE & PARTICULES	CHIMIE	ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT	PHYSIQUE	SCIENCES INFORMATIQUES	BIOLOGIE	SCIENCES HUMAINES & SOCIALES	INGÉNIERIE	MATHÉMATIQUES	TERRE & UNIVERS
Non	6	19	34	14	9	77	76	14	23	35
Oui	7	65	8	24	15	1	24	67	8	14
Pas de réponse	6	29	14	11	10	37	81	17	8	20

Figure A.1. Réponse à la question "Votre unité est-elle concernée par l'enquête sur l' Énergie ?" pour les dix instituts du CNRS (Nombre d'unités de l'institut).

La participation des unités à l'enquête reste globalement stable mais on constate une baisse de participation des unités de CNRS NUCLÉAIRES & PARTICULES (passant de 83% en 2021 à 68%) et de CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES (passant de 64% en 2021 à 55%).

Institut	NUCLÉAIRE & PARTICULES	CHIMIE	ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT	PHYSIQUE	SCIENCES INFORMATIQUES	BIOLOGIE	SCIENCES HUMAINES & SOCIALES	INGÉNIERIE	MATHÉMATIQUES	TERRE & UNIVERS
Taux de participation en 2023	68%	74%	75%	78%	71%	68%	55%	83%	79%	71%

Implications des instituts

La figure A.2. confirme les observations des années précédentes à savoir que les unités de CNRS INGÉNIERIE et de CNRS CHIMIE demeurent en 2022 fortement engagées dans toutes les grandes thématiques, en particulier dans les énergies renouvelables, l'hydrogène et piles à combustibles et la capture-stockage-valorisation du CO_2 pour CNRS CHIMIE, et dans les énergies renouvelables, l'hydrogène et piles à combustibles, les transports et le bâtiment pour CNRS INGÉNIERIE. Les UR de CNRS PHYSIQUE sont également présentes dans toutes les thématiques et principalement dans les énergies renouvelables, le stockage et l'hydrogène et les piles à combustibles.

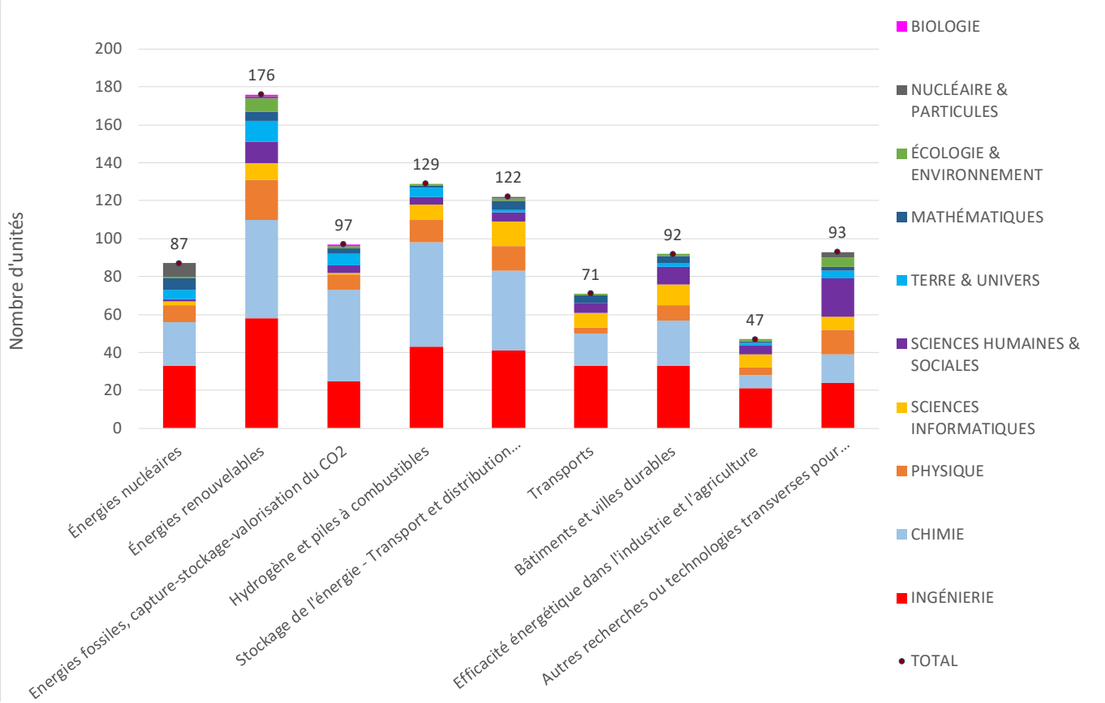


Figure A.2. Nombre d'unités impliquées* dans les différents domaines de l'énergie, pour chacun des dix instituts du CNRS (*une unité peut bien sûr apparaître dans plusieurs thématiques)

Les UR de CNRS SCIENCES INFORMATIQUES et CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES sont présentes dans toutes les thématiques mais dans une moindre mesure. Les unités de CNRS BIOLOGIE se retrouvent exclusivement dans les énergies renouvelables (en raison de leur implication dans les bioénergies). CNRS TERRE & UNIVERS, CNRS MATHÉMATIQUES et CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT sont également présents dans un nombre restreint de domaines, tout comme CNRS NUCLÉAIRES & PARTICULES dont on constate l'implication presque exclusivement dans l'énergie nucléaire.

La figure A.3. présente l'implication des instituts en termes d'ETPT (4998 ETPT Énergie), ce qui permet d'éviter d'éventuels biais relatifs aux tailles disparates des unités de recherche.

A titre d'exemple, l'implication relative dans tous les domaines de l'énergie de CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES (qui compte beaucoup d'unités, mais souvent de taille assez réduite) apparait moins importante en comptabilisant le nombre d'ETPT plutôt que le nombre d'UR. Les contributions de CNRS TERRE & UNIVERS suivent les mêmes tendances. A contrario, les instituts CNRS CHIMIE et CNRS INGÉNIERIE qui comptent beaucoup d'unités de taille modérée corroborent les observations de la figure A.2. avec un nombre d'ETPT élevé.

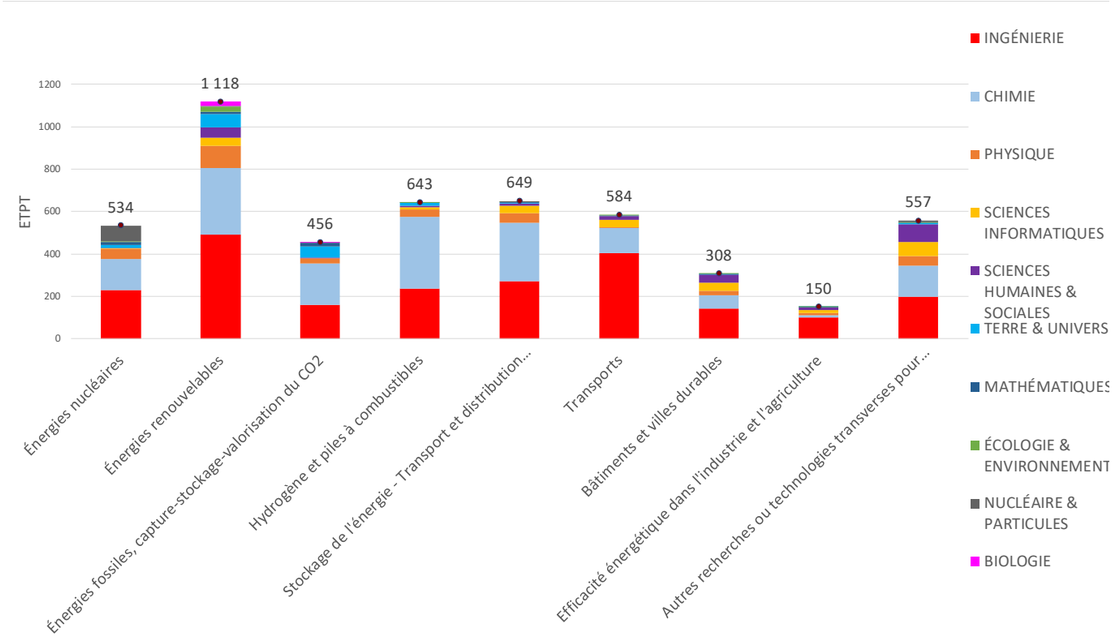
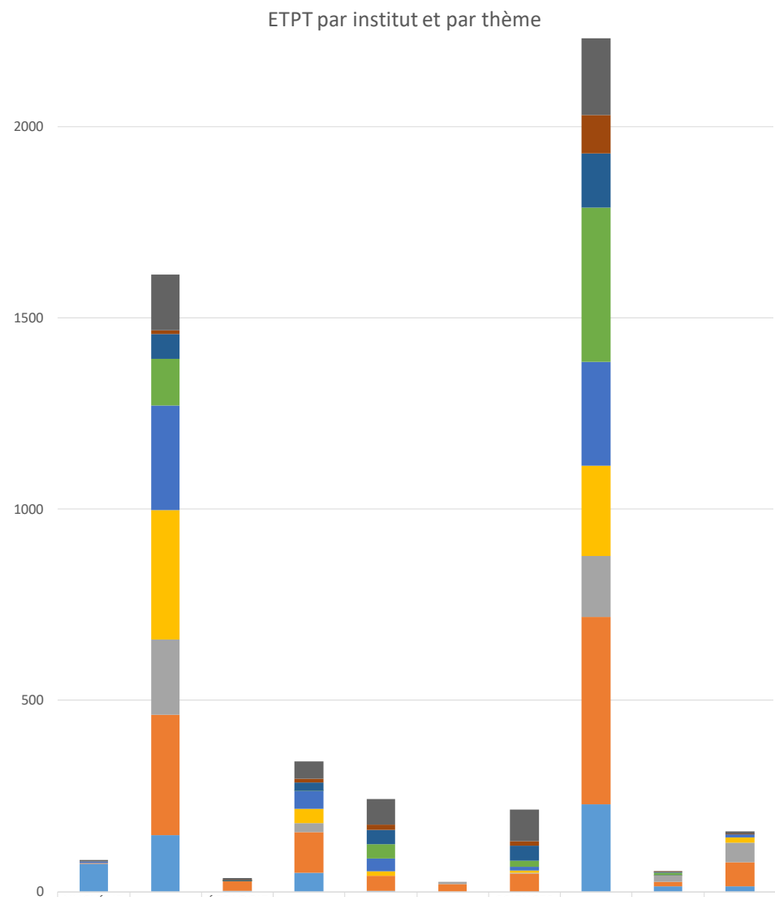


Figure A.3. Bilan des personnels impliqués (ETPT) dans les différents domaines de l'Énergie pour les dix instituts du CNRS | Source : Enquête Énergie juin 2023 et Labintel juillet 2023

Les ETPT en Énergie par institut et par thème

Les résultats présentés dans cette partie permettront à chacun des dix instituts d'identifier aisément ses effectifs dans les principaux domaines de la recherche en Énergie. L'équipe de l'enquête laisse le soin à chaque institut de les interpréter, mais rappelle qu'ils reflètent directement - et uniquement - les réponses émanant des DU. Le tableau récapitulatif ci-contre contient toutes les informations (interrogées, oui, non, ETPT, thèmes...) que l'on retrouve dans les différents graphiques et analyses qui suivent.



	NUCLÉAIRE & PARTICULES	CHIMIE	ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT	PHYSIQUE	SCIENCES INFORMATIQUES	BIOLOGIE	SCIENCES HUMAINES & SOCIALES	INGÉNIERIE	MATHÉMATIQUES	TERRE & UNIVERS
Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie	4	146	5	46	67	0	82	200	1	6
Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture	0	11	0	11	14	0	12	100	0	2
Bâtiments et villes durables	0	65	1	20	37	0	40	141	2	2
Transports	0	121	1	1	36	0	16	403	6	0
Stockage de l'énergie - Transport et distribution d'électricité	4	274	0	48	34	0	9	272	3	6
Hydrogène et piles à combustibles	0	338	0	36	12	0	6	236	0	14
Énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO2	0	197	0	25	0	4	3	159	16	52
Énergies renouvelables	2	314	25	105	40	21	46	491	11	62
Énergies nucléaires	74	149	2	50	2	0	1	228	14	14

Figure A.4. Représentation des ETPT dans les différents domaines de l'Énergie pour les dix instituts du CNRS | Source : Enquête Énergie juin 2023 et Labintel juillet 2023

	NUCLÉAIRE & PARTICULES	CHIMIE	ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT	PHYSIQUE	SCIENCES INFORMATIQUES	BIOLOGIE	SCIENCES HUMAINES & SOCIALES	INGÉNIERIE	MATHÉMATIQUES	TERRE & UNIVERS	Total
Unités interrogées	19	113	56	49	34	115	181	98	39	69	773
Unités ayant répondus	13	84	42	38	24	78	100	81	31	49	540
concerné OUI	7	65	8	24	15	1	24	67	8	14	233
concerné NON	6	19	34	14	9	77	76	14	23	35	307

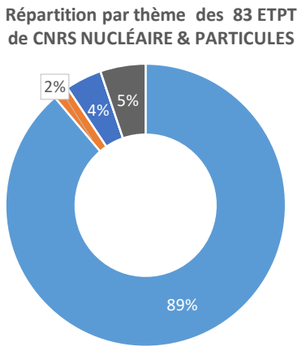
ETPT

Énergies nucléaires	74	149	2	50	2	0	1	228	14	14	534
Énergies renouvelables	2	314	25	105	40	21	46	491	11	62	1118
Énergies fossiles, Capt. stock. valo. CO2	0	197	0	25	0	4	3	159	16	52	456
Hydrogène et piles à combustibles	0	338	0	36	12	0	6	236	0	14	643
Stock. l'énergie - Transport et distribution d'électricité	4	274	0	48	34	0	9	272	3	6	649
Transports	0	121	1	1	36	0	16	403	6	0	584
Bâtiments et villes durables	0	65	1	20	37	0	40	141	2	2	308
Efficacité énergétique dans l'industrie et l'agriculture	0	11	0	11	14	0	12	100	0	2	150
Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie	4	146	5	46	67	0	82	200	1	6	557
TOTAL ETPT par institut	83	1614	35	341	242	25	215	2231	53	158	4998

CNRS NUCLÉAIRE & PARTICULES

Parmi les 19 unités de l'Institut CNRS NUCLÉAIRES & PARTICULES interrogées, 7 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

Au total, 83 ETPT participent à ces activités, dont l'écrasante majorité est comme attendu dans l'énergie nucléaire, fusion, fission, gestion des déchets et instrumentation / protection.



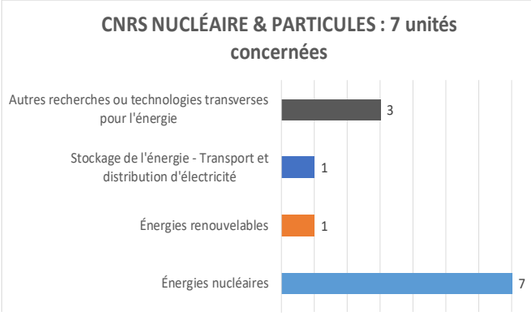


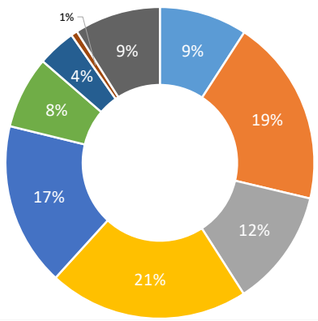
Figure A.5. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS NUCLÉAIRE & PARTICULES

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS CHIMIE

Parmi les 113 unités de l'Institut CNRS CHIMIE interrogées, 65 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

Au total, 1614 ETPT servent l'énergie à CNRS CHIMIE, dont les plus grandes proportions sont dans l'ordre l'hydrogène et piles à combustibles qui représentent 338 ETPT, les énergies renouvelables (dont le solaire) avec 314 ETPT et le stockage de l'énergie et le transport de l'électricté 274 ETPT.



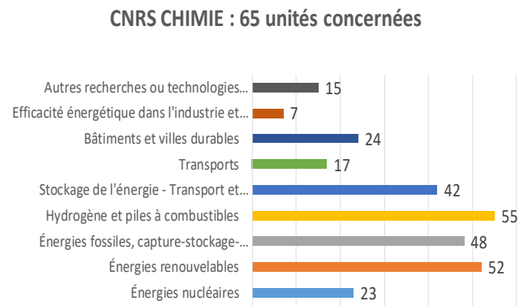


Figure A.6. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS CHIMIE

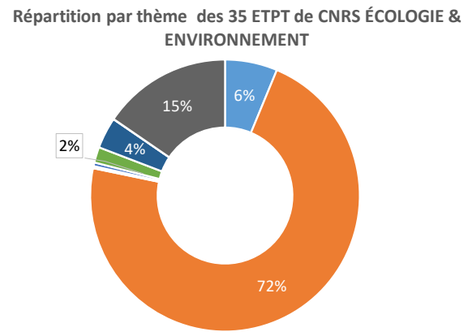
* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT

Parmi les 56 unités de CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT interrogées seulement 8 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

On peut cependant penser que certaines unités de CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENTimpliquées indirectement dans l'énergie n'ont pas répondu au sondage.

Au total, 25 ETPT sur 35 travaillent à CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT sur les énergies renouvelables.



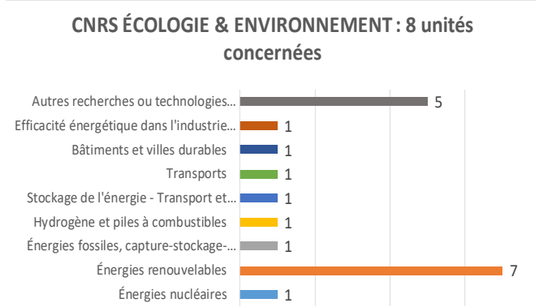


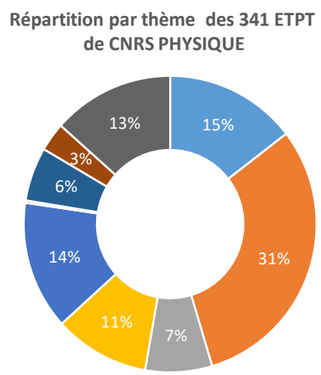
Figure A.7. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS PHYSIQUE

Parmi les 49 unités de CNRS PHYSIQUE interrogées, 24 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

Plus précisément, 341 ETPT sont consacrés à l'énergie au sein des équipes de cet institut, princalement dans les énergies renouvelables et dans une moindre mesure dans le stockage de l'énergie —Transport et distribution de l'électricté. On peut également noter une part importante de participation dans le domaine de l'énergie nucléaire.



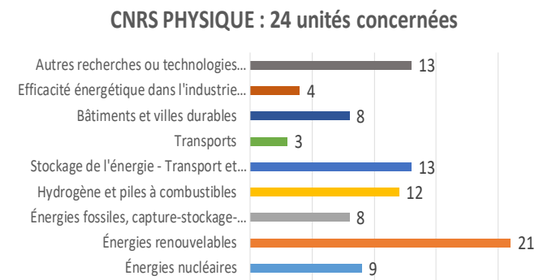


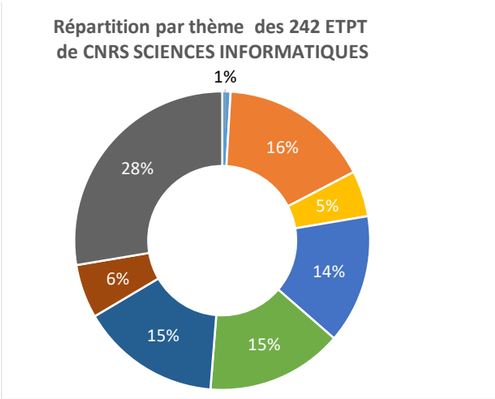
Figure A.8. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS PHYSIQUE

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS SCIENCES INFORMATIQUES

Parmi les 34 unités de CNRS SCIENCES INFORMATIQUES interrogées, 15 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

Nous avons comptabilisé 242 ETPT consacrés à l'énergie, essentiellement dans les énergies renouvelables (gestion électrique), la gestion du stockage de l'énergie et de la distribution d'électricité, mais également dans les transports et le bâtiments.



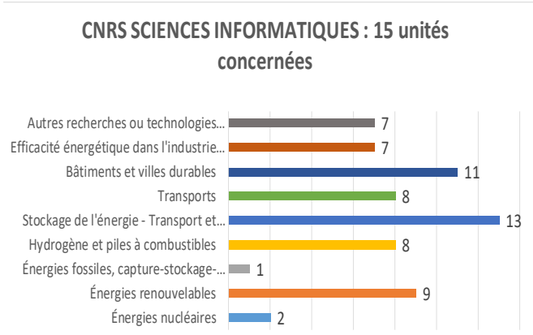


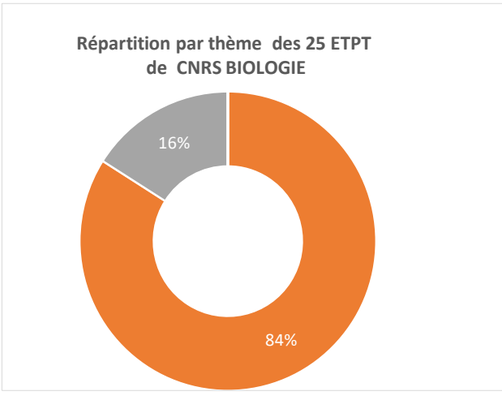
Figure A.9. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS SCIENCES INFORMATIQUES

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS BIOLOGIE

Parmi les 115 unités de CNRS BIOLOGIE interrogées, seulement 1 unité s'est déclarée impliquée dans les thèmes de l'énergie*.

Cela implique 25 ETPT, essentiellement dans les renouvelables dans les sous-thème de la biomasse, les biocarburants, et dans une certaine mesure l'hydrogène et piles à combustibles via les biopiles.



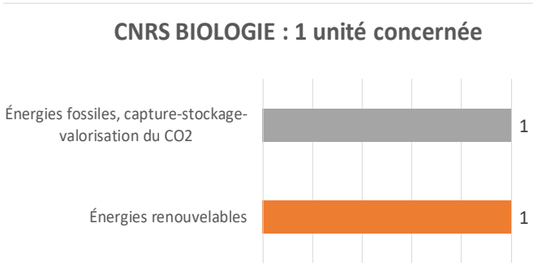


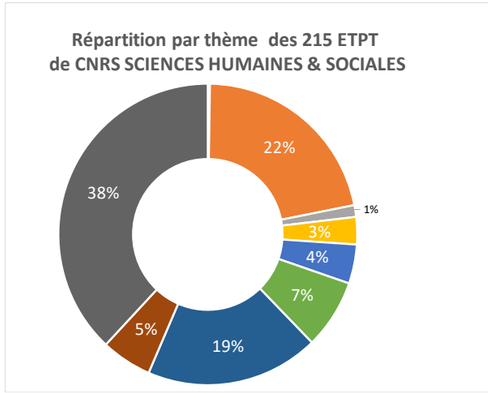
Figure A.10. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS BIOLOGIE

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES

Parmi les 181 unités de CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES interrogées, 24 se sont déclarées s'impliquer dans les thèmes de l'énergie*.

Le nombre total des ETPT concerné est de 215, dont la plus grande part (82 ETPT) est comme attendu dans le sous-thème Sociologie Economie, Impact environnemental qui fait partie du domaine Autres recherches relatives à l'énergie.



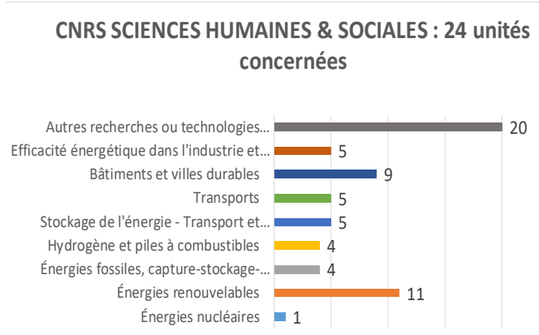


Figure A.11. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS SCIENCES HUMAINES & SOCIALES

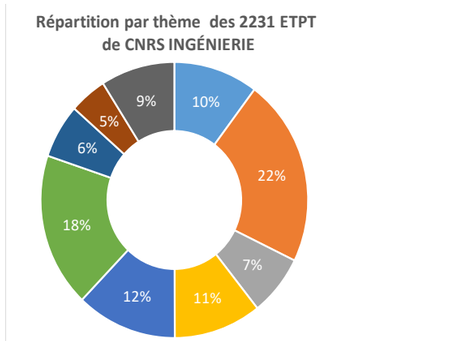
* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS INGÉNIERIE

Parmi les 98 unités de CNRS INGÉNIERIE interrogées, 67 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie*.

Nous avons recensé 2231 ETPT consacrés à l'énergie dans cet institut.

22% sont dans le domaine des énergies renouvelables (énergie solaire, biomasse, biocarburants), mais les activités dans les Transports (combustion), les énergies fossiles, capture stockage-valorisation du CO2, le stockage de l'énergie thermique et électrique et l'énergie nucléaire, sont également importants.



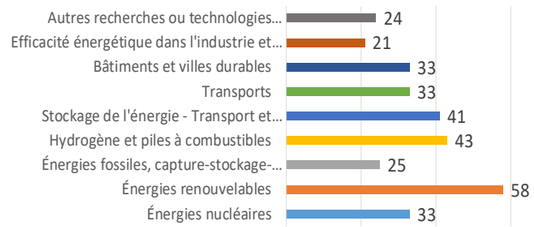


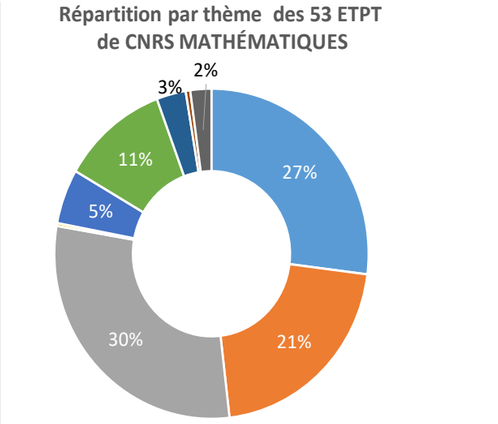
Figure A.12. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS INGÉNIERIE

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS MATHÉMATIQUES

Parmi les 39 unités CNRS MATHÉMATIQUES interrogées, 8 travaillent dans les thèmes de l'énergie* impliquant 53 ETPT, essentiellement dans les énergies fossiles, capture-stockage-valorisation du CO_2.

On remarque également, une implication relativement forte dans les domaine des énergies nucléaires, des énergies renouvelables (éoliennes et marines) et dans les Transports.



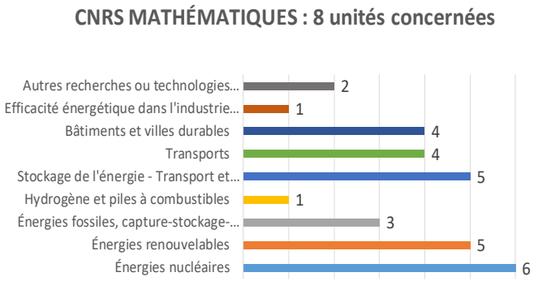
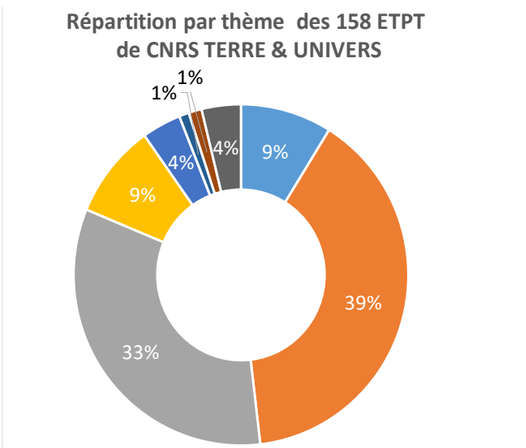


Figure A.13. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS MATHÉMATIQUES

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

CNRS TERRE & UNIVERS

Parmi les 69 unités de CNRS TERRE & UNIVERS interrogées, 14 se sont déclarées impliquées dans les thèmes de l'énergie* avec un total de 158 ETPT qui y travaille, avec un focus plus important sur les énergies renouvelables et le captage de CO_2.



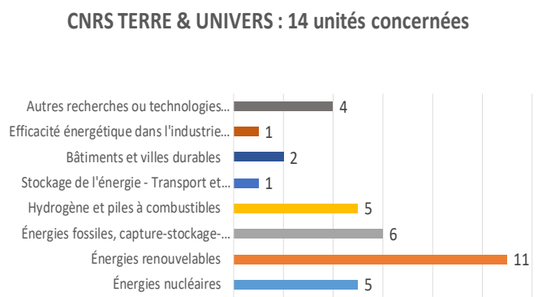


Figure A.14. Nombre d'implication* par thème de l'énergie pour CNRS TERRE & UNIVERS

* une même unité peut être impliquée dans plusieurs thèmes et/ou sous-thèmes.

Répartition par institut des ETPT 2022 dans les sous-thèmes de l'Énergie.

ETPT 2022 par sous-thèmes	NUCLÉAIRE & PARTICULES	CHIMIE	ÉCOLOGIE & ENVIRONNEMENT	PHYSIQUE	SCIENCES INFORMATIQUES	BIOLOGIE	SCIENCES HUMAINES & SOCIALES	INGÉNIERIE	MATHÉMATIQUES	TERRE & UNIVERS	Total
A1 Fission nucléaire	37	67	0	6	0	0	0	9	4	0	123
A2 Fusion nucléaire	3	20	0	22	0	0	1	79	7	0	131
A3 Gestion des déchets nucléaires	17	43	0	4	0	0	0	14	2	11	91
A4 Technologie support au nucléaire - radioprotection et sureté	18	17	2	9	2	0	0	125	2	3	179
A5 Autre fission et fusion non détaillé	0	2	0	8	0	0	0	0	0	0	10
B1 Biomasse et biocarburants	2	82	5	2	16	21	8	105	0	6	246
B2 Energies Eoliennes	0	0	17	2	4	0	15	71	5	11	124
B3 Energies marines	0	8	0	7	0	0	0	32	5	5	56
B4 Energies solaires	0	198	3	78	11	0	8	238	0	4	541
B5 Energies géothermiques	0	4	0	0	0	0	2	12	2	35	55
B6 Energies Hydroélectriques	0	1	0	0	0	0	0	20	0	0	21
B7 Autres sources d'énergies renouvelables	0	21	0	16	9	0	14	13	0	3	75
C1 Pétrole et gaz	0	42	0	9	0	0	0	86	13	9	158
C2 Charbon	0	12	0	0	0	0	0	2	0	4	18
C3 Autres énergies fossiles	0	0	0	0	0	0	0	6	0	2	8
C4 Captage, transport, stockage, et valorisation du CO2	0	143	0	16	0	4	3	65	3	38	272
D1 Hydrogène	0	228	0	36	11	0	6	158	0	14	453
D2 Pile à combustible	0	110	0	0	1	0	0	78	0	0	190
E1 Stockage de l'électricité	0	255	0	32	11	0	2	67	1	6	374
E2 Stockage de l'énergie thermique	0	5	0	1	0	0	0	31	0	0	38
E3 Autres stockages (hors hydrogène)	0	1	0	2	0	0	0	4	0	0	7
E4 Transport et distribution d'électricité	4	13	0	12	21	0	3	164	2	0	219
E5 Transports et distribution de l'énergie	0	0	0	1	2	0	3	6	0	0	11
F1 Véhicules routiers : moteurs thermiques	0	6	0	0	14	0	0	28	0	0	47
F2 Véhicules routiers : motorisations électrique & hybrides	0	5	0	0	18	0	2	53	0	0	78
F3 Véhicules routiers : Stockage	0	86	0	0	1	0	3	16	0	0	105
F4 Véhicules routiers : Combustibles, matériaux, infrastructures et autres	0	4	0	0	0	0	0	18	0	0	23
F5 Nouvelles technologies pour le transport aérien	0	20	0	1	0	0	0	227	5	0	252
F6 Nouvelles technologies pour le transport ferroviaire	0	0	0	0	1	0	0	22	0	0	23
F7 Systèmes de transport	0	0	0	0	2	0	5	23	1	0	31
F8 Autres Infrastructures	0	0	0	0	0	0	7	17	0	0	24
G1 Efficacité des bâtiments / Appareils et équipements	0	53	0	15	14	0	8	89	0	2	180
G2 Bâtiments à énergie positive	0	1	0	0	1	0	17	4	0	0	23
G3 Métrologie et modélisation des bâtiments	0	0	0	0	2	0	0	24	1	0	27
G4 Systèmes urbains du futur	0	0	1	0	21	0	12	4	1	0	38
G5 Autre efficacité énergétique en milieu urbain	0	11	0	5	0	0	3	20	0	0	39
H1 Efficacité énergétique dans l'industrie	0	11	0	11	14	0	1	99	0	0	135
H2 Efficacité énergétique dans l'agriculture / sylviculture	0	0	0	0	0	0	11	2	0	2	15
I1 Production de puissance électrique (hors nucléaire, renouvelables et fossiles)	0	11	0	9	20	0	0	28	0	0	67
I2. Autres Recherches ou technologies transversales relatives à l'énergie	4	135	5	37	47	0	82	172	1	6	489
Total	83	1 614	35	341	242	25	215	2 231	53	158	4 998

Annexe 2 | Nomenclature

Thèmes	Sous-thèmes	Sous – sous-thèmes
Énergies nucléaires	Fission nucléaire	Réacteurs à eau légère (LWRs)
		Autres réacteurs - convertisseurs
		réacteurs à eau lourde (HWRs)
		autres réacteurs-convertisseurs
		cycle du combustible (hors déchets nucléaires)
		recyclage/réutilisation de la matière fissile
		autres cycles du combustible
		surgénérateurs
		autre fission nucléaire
	Fusion nucléaire	Confinement magnétique
		Confinement inertiel
		Autre fusion nucléaire
	Gestion des déchets nucléaires	
	Technologies support au nucléaire Radioprotection et sureté	sécurité et intégrité des centrales
		protection de l'environnement
		démantèlement
		autres technologies support
	Autre fission et fusion non détaillé	
Énergies renouvelables	Biomasse et biocarburants	production de biocarburants liquides
		substituts à l'essence (dont éthanol)
		substituts au diesel, kerosen et jet fuel
		biocarburants issus des algues
		autres substituts aux carburants liquides
		production de biocarburants solides
		Production de biogaz
		voie thermochimique
		voie biochimique (dont digestion anaérobie)
		autres biogaz
		Applications pour le chauffage et l'électricité
		autres biocarburants et biomasse
	Eolien	Eolien terrestre
		eolien offshore (sauf très basse vitesse)
		systèmes d'énergie éolienne et autres technologies
		autres énergie éolienne
	Énergies marines	Énergie marémotrice
		Énergie de la houle
		Énergie des gradients de salinité
		autres énergies marine (dont ETM, hydraulienne)
	Énergie solaire	chauffage et rafraichissement solaires
		photovoltaique
		solaire thermique/thermodynamique et haute température
		autres énergie solaire
	Énergie géothermique	Énergie géothermique des sources hydrothermales
		géothermie des roches chaudes sèches (HDR)
		exploration et forage avancé
		autres énergie géothermique (dont basse température)
	Hydro-électricité	grande capacité (>= 10MW)
		petite hydro-électricité (<= 10MW)
		divers hydro-électricité
		autres sources d'énergies renouvelables

Thèmes	Sous-thèmes	Sous – sous-thèmes
Énergies fossiles Capture-stockage-valorisation du CO2	pétrole et gaz	production assistée de pétrole et gaz
		raffinage, transport et stockage de pétrole et gaz
		production non conventionnelle de pétrole et gaz
		combustion de pétrole et gaz
		conversion de pétrole et gaz
		autres pétrole et gaz
	Charbon	production, préparation et transport de charbon
		combustion de charbon (incl, IGCC)
		combustion de charbon (hors IGCC)
		autre charbon
	Autres énergie fossiles	
	Captage, transport, stockage et valorisation du CO2	captage et séparation
		transport du CO2
		stockage du CO2
		Valorisation du CO2
Hydrogène Piles à combustibles	Hydrogène	production d'hydrogène
		stockage de l'hydrogène
		transport et distribution de l'hydrogène
		autres infrastructures et systèmes
		utilisations de l'hydrogène (dont combustion mais excluant es piles à combustible et véhicules)
	Piles à combustible	applications stationnaires
		applications mobiles
		autres applications
Stockage de l'énergie Transport et distribution d'électricité	Stockage de l'électricité	batteries et autres stockage électrochimique (hors véhicules et appareils portables)
		Stockage électro-magnétique
		Stockage mécanique
		Autres technologies de stockage de l'énergie électrique (hors piles à combustible)
	Stockage de l'énergie thermique	Stockage de l'énergie thermique
	Autres stockages (hors hydrogène)	Autres stockages (hors hydrogène)
	Transport et distribution d'électricité	technologies de transport et distribution
		cables et conducteurs (conventionnels, composites, supraconducteurs)
		conversion AC/DC
		autres technologies de transport et distribution
		communication réseaux, systèmes de contrôle et intégration
		gestion de la charge (dont intégration des renouvelables)
		systèmes de contrôle et supervision
		standards, interopérabilité et cyber sécurité réseaux
	Autres transport et distribution d'électricité	Autres transport et distribution d'électricité
Transports	Véhicules routiers : moteurs thermiques	Moteurs thermiques du futur véhicules routiers
	Véhicules routiers : motorisations électrique & hybrides	Moteurs et systèmes pour véhicules hybrides, électriques ou Piles à Combustible
	Véhicules routiers : Stockage	Véhicules, Technologies de stockage véhicules routiers
	Véhicules routiers : Combustibles, matériaux, infrastructures et autres	utilisation de carburant (hors hydrogène)
		matériaux
		autres / divers
	Nouvelles technologies pour le transport aérien	

Thèmes	Sous-thèmes	Sous – sous-thèmes
Transports	Nouvelles technologies pour le transport ferroviaire	
	Systèmes de transport	Infrastructure pour véhicules électriques (incluant recharge intelligente et réseaux)
		Autres (non ferroviaire, non aérien)
	autre transport	
Bâtiments et villes durables	Efficacité des bâtiments / appareils et équipements	Enveloppe des bâtiments - conception - construction et matériaux
		technologies d'enveloppes de bâtiments et matériaux
		conception des bâtiments - techniques constructives
		Monitoring et équipements intérieurs
		systèmes de management de l'énergie et internet
		technologies d'éclairage et systèmes de contrôle
		technologies de chauffage, rafraichissement et ventilation
		autres monitoring et équipements intérieurs
		Appareils et autres résidentiel / commercial
		Appareils (électroménager, etc)
		Batteries pour appareils portables
		Autres résidentiel/commercial
	Bâtiments à énergie positive	
	Métrologie et Modélisation des bâtiments	métrologie
		modélisation des bâtiments
	Systèmes urbains du futur	
	Autre efficacité énergétique en milieu urbain	Récupération et utilisation de chaleur résiduelle
		Efficacité énergétique des services collectifs
		Pompes à chaleur et systèmes de réfrigération
Efficacité energétique dans l'industrie et l'agriculture	Techniques et process industriels	
	Equipements et systèmes industriels	
	Autres efficacité énergétique dans l'industrie	
	Efficacité énergétique dans l'agriculture/ sylviculture	
Autres recherches ou technologies transverses pour l'énergie	production de puissance électrique (hors nucléaire, renouvelables et fossiles)	technologies de génération de puissance électrique
		technologies support pour la génération de puissance
		autres production de puissance électrique
	Autres recherches transversales relatives à l'énergie	Analyses de systèmes énergétiques (sociologie, économie, impact environnemental etc.)
		Recherches de base dans le domaine de l'énérgie non mentionnées dans les catégories précédentes
		Autre / non détaillé

Directeur de la publication : Antoine Petit
Réalisation et mise en page : Cellule Énergie du CNRS
Accessibilité : Document PDF accessible (balisé, lecture par synthèse vocale facilitée)
Impression : CNRS IFSEM secteur de l'imprimé
Crédits photos : Photo de couverture : Panneaux photovoltaïques sur la façade du bâtiment Adream
© Cyril FRESILLON / LAAS / CNRS Images

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

CNRS
Cellule Énergie du CNRS

3, rue Michel-Ange
75794 Paris Cedex 16
+ 33 1 44 96 40 00
www.celluleenergie.cnrs.fr