SECTION 19

SYSTÈME TERRE : ENVELOPPES SUPERFICIELLES

Composition de la section

Cécile GUIEU (présidente de section) ; Hugo BELLENGER (secrétaire scientifique) ; Gilles ATHIER ; Franck BASSINOT ; Frédéric BOLLER ; Urania CHRISTAKI ; Anne-Laure DANIAU ; Gaëlle DUFOUR ; Gaël DURAND ; France FLOCH ; Frédéric LE MOIGNE ; Matthieu LENGAIGNE ; Marc MALLET ; Claire MENESGUEN ; Franck MONTMESSIN ; Lionel RENAULT ; Camille RISI ; Karine SELLEGRI ; Dominique SIMON ; Éric VILLENAVE ; Claire WAELBROECK.

Résumé

Le présent document est issu du travail de la section 19 dans l'objectif de présenter un bilan et une analyse de l'évolution du paysage scientifique et humain de notre communauté. Celle-ci est pleinement insérée dans la communauté Océan-Atmosphère et se focalise sur le système climatique ; le changement global ; les cycles biogéochimiques ; la physique, dynamique, chimie et biologie des milieux marins, de l'atmosphère et de la cryosphère ; la physique, dynamique, chimie des atmosphères planétaires ; en se fondant sur des méthodes expérimentales, d'observations et théoriques.

La photographie des recrutements sur les onze dernières années révèle des nouveaux entrantes et entrants cumulant de 2 à 13 années d'expérience post-thèse, et un abandon précoce des candidates féminines au-delà de 5 tentatives. Le parcours type des chercheur·e·s de la section 19 les fait se maintenir environ 13 ans comme CR avant de devenir DR2, grade dans lequel elle.il restera environ 10 ans avant d'être promu·e DR1 puis DRCE environ 8 ans après. À partir du grade DR, la différence femmes-hommes est notable avec une sous-représentation des femmes dont la cause est multifactorielle. Enfin, le flux annuel de départ à la retraite n'étant pas compensé par le flux de recrutement, une baisse du nombre de chercheur·se·s de la communauté de la section 19 est à anticiper dans les 10 ans à venir. À noter aussi que la création du grade CRCN a engendré une inégalité de progression d'échelons très défavorable aux CR2.

Les proportions des recrutements des 11 dernières années dans les différentes thématiques mettent en évidence quelques tendances. Les recrutements en physique atmosphérique et

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 204 (212)

dans une moindre mesure en biogéochimie marine sont en baisse. Les recrutements en océanographie physique, en chimie atmosphérique et en planétologie restent stables. En revanche, on constate une augmentation des personnes recrutées en paléoclimatologie. La plus forte augmentation concerne les recrutements en glaciologie.

Sur la thématique de physique atmosphérique, les recrutements récents se concentrent sur l'étude et la prévisibilité des phénomènes extrêmes, la modélisation des nuages et les échanges de chaleur atmosphère-glace. En biogéochimie marine, la compréhension du cycle marin du carbone et de la pompe biologique de carbone restent au cœur des préoccupations, mais voit aussi apparaître l'impact des sources atmosphériques liées aux feux de forêt et à la fonte des glaces. En océanographie physique, les changements globaux et l'amélioration des modèles numériques (circulation océanique, interaction avec la calotte glaciaire) sont des thèmes dominants. Les couplages biogéochimiques, le niveau de la mer, les vagues et la turbulence sont également abordés. En chimie atmosphérique, les recherches portent sur les processus physico-chimiques des aérosols, leur formation, leurs sources et leurs interactions avec les nuages, et plus récemment de nouvelles approches intégrant les processus microbiologiques. En paléoclimatologie, la reconstruction des variations du cycle du carbone et de la teneur en CO_2 de l'atmosphère reste très présente. De nouveaux chantiers appliquent les études paléoclimatiques aux défis du changement climatique. En planétologie, on constate surtout un rééquilibrage vers des corps (géantes, Titan) du Système solaire autres que Mars et Vénus, et la discipline a aussi connu sa première recrue en exoplanètes. En glaciologie, les recrutements récents se concentrent sur l'étude de l'évolution des glaciers, des calottes polaires et de la glace de mer, en cohérence avec les grands enjeux de la thématique.

Au-delà des éléments factuels recensés dans ces bilans, la section a tenu à exprimer son inquiétude ou sa vigilance sur plusieurs points : (1) l'impact à terme sur les concours d'une voie parallèle de recrutement comme les chaires de professeur junior (CPJ) et les différences de traitement et moyens associées ; (2) les nouveaux dispositifs de financement et leurs effets sur les carrières et l'évaluation des chercheur.se.s ; (3) la nécessaire prise en compte de l'empreinte carbone dans nos pratiques combinée à la nécessité de produire une recherche de qualité avec des moyens fortement émetteurs ; (4) l'émergence des revues prédatrices nécessitant le besoin de sensibiliser la communauté et la nouvelle génération à ces problèmes ; (5) la charge administrative croissante des chercheur·se·s dont les effets délétères se font déjà ressentir et menace à terme l'activité et la production scientifique ; (6) le besoin de pérenniser des moyens humains autour d'expertise en danger de pertes de compétences ; (7) l'émergence de nouveaux sujets tels la science de la donnée et les sujets situés aux interfaces de différents domaines, réclamant à terme un accroissement des forces.

I. Présentation de la section 19

La compréhension du climat et des changements climatiques et environnementaux (passés et futurs, naturels et anthropiques) aux échelles globales et régionales nécessite des études devant être menées non seulement dans les différents compartiments du système Terre que sont l'océan, l'atmosphère, les continents, la cryosphère, la biosphère, mais également en considérant leurs interfaces. Cela nécessite des expertises dans les disciplines suivantes : biogéochimie marine, océanographie physique, physique et chimie de l'atmosphère, physique et chimie de la glace et de la neige, paléoclimatologie. Les méthodes doivent permettre d'aborder le large spectre d'échelles spatiales et temporelles impliquées, et nécessitent une approche combinant observations, expérimentation et modélisation. Certaines de ces questions et expertises

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 205 (213)

concernent d'autres corps planétaires du système solaire (Mars, Vénus, et Titan) et au-delà, le contexte exoplanétaire.

Les thématiques de la section se déclinent avec les mots-clés suivants :

– Système climatique : océan, atmosphère, continent, cryosphère, biosphère et leurs couplages ;
– Changement global, régional, anthropisation, aléas, impacts ;
– Cycles biogéochimiques ;
– Physique, dynamique, chimie et biologie des domaines océanique et côtier, dynamique des écosystèmes marins ;
– Physique, dynamique, chimie et biologie de l'atmosphère et de la cryosphère ;
– Paléo-environnements et paléoclimats : archives océaniques, glaciaires, continentales ;
– Physique, dynamique et chimie des atmosphères planétaires et exoplanétaires ;
– Approches expérimentales et instrumentation (en laboratoire, *in situ*, à distance), approches théoriques et modélisation.

292 chercheur·se·s en activité émargent en 2024 à la section 19. Parmi ces chercheur.se.s, 253 ont la section 19 comme section principale et sont affectés dans 23 laboratoires rattachés à la section 19 comme section principale. Ces laboratoires comptent de 2 à 30 chercheur·se·s affilié·e·s à la section 19. Les 39 autres chercheur·se·s se répartissent (de 1 à 7 chercheur·se·s de la section 19) principalement au sein de 9 laboratoires ayant la section 19 comme (une de) leur(s) section(s) secondaire(s).

Il existe des points communs avec plusieurs sections aux thématiques proches (cf. exemples en partie III.B.), principalement (mais pas exclusivement) les autres sections de CNRS Terre & Univers (sections 17, 18 et 30) ; ainsi, en 2024, 57 % des candidat·e·s se sont présenté·e·s à plusieurs sections.

Les recherches de la section s'appuient sur un nombre croissant d'observations et de simulations de modèles de différentes natures avec des contraintes grandissantes de calcul haute performance. Cela entraîne de nouveaux défis et besoins intégrant plusieurs disciplines pour produire, croiser et analyser ces grandes quantités de données. Ces questions s'ancrent dans le périmètre de la nouvelle CID 55 « Sciences et données », comme en témoignent les 3 recrutements faits en CID 55 de chercheur·se·s rattaché·e·s à la section 19 depuis sa création en 2022. Le maintien à un bon niveau du nombre de postes ouverts dans cette CID dans les années à venir, doit permettre d'appuyer le nombre croissant de chercheur·se·s engagé·e·s dans ces questions et outils.

Cinq chercheur·se·s rattaché·e·s à la section 19 ont été recruté·e·s en CID 52 « Environnements sociétés : du savoir à l'action » et chaque année une bonne proportion de candidat·e·s (8 % en 2024) concourent en section 19 et en CID 52, sur des thématiques en lien avec les changements globaux.

II. Recrutement, évolution de carrière et parité : une photographie de la communauté des chercheur·se·s de la section 19 en 2024

La section a souhaité établir un état de la communauté des chercheur·se·s en 2024 et présenter également quelques métriques importantes pour les recruté.e.s. Qui sont les chercheur·se·s de la section 19 en termes de pyramide des âges et des thématiques ? Comment les carrières évoluent-elles selon qu'on est une femme ou un homme ? Qui la section recrute-t-elle depuis 11 ans en termes d'âge, d'années post-thèse, de thématique, de genre, etc. ?

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 206 (214)

Les chercheur·se·s rattaché·e·s à la section 19 soit en section principale, soit en secondaire, ont été considéré.e.s. Les chargés de recherche de classe normale (CRCN) incluent les anciens grades de CR2 et CR1 et les deux nouveaux grades CRCN et CRHC introduits en 2017. Les statistiques sur les recrutements couvrent la période 2013-2023, soit 11 ans de concours. La section a associé chaque chercheur·se à une grande discipline parmi 7 (physique atmosphérique, biogéochimie marine, océanographie physique, chimie atmosphérique, paléoclimatologie, planétologie et glaciologie) et à deux sous-thématiques de ces grandes disciplines. Ces sous-thématiques sont :

(1) Physique atmosphérique : Dynamique/ Turbulence, Variabilité/ Évènements extrêmes, Aérosols/ Nuages et Rayonnement, Sensibilité climatique/ Impact ; Convection/ Interaction avec la surface*) ;

(2) Biogéochimie marine : Grands cycles/ Stocks & Flux des éléments chimiques/ Processus/ Diversité et rôle du vivant ;

(3) Océanographie physique : Circulation océanique/ Turbulence/ Processus aux interfaces/ Couplage physique-BGM/ Niveau de la mer ;

(4) Chimie atmosphérique : Capacité oxydante/ Chimie stratosphérique/ Aérosols et nuages/ Pollution et qualité de l'air/ Flux aux interfaces ;

(5) Planétologie : Vénus/ Titan/ Pluton/ Mars/ Géantes/ Exoplanètes ;

(6) Glaciologie : Banquise/ Calottes/ Glaciers/ Neige/ Permafrost ;

(7) Paléoclimatologie, ici chaque chercheur·se a été associé·e à une sous-thématique liée aux types d'archives ou outils (Archives continentales ; Archives marines ; Archives de glaces ; Modèles) et à une sous-thématique utilisée également par les autres disciplines (Banquise ; Calottes ; Grands cycles/ Stocks & Flux des éléments chimiques ; Dynamique/ Turbulence ; Convection/ Interaction avec la surface ; Variabilité/ Évènements extrêmes ; Sensibilité climatique/ Impact ; Circulation océanique ; Niveau de la mer) ou spécifique à la Paléoclimatologie (Datation).

Une méthodologie (observation/ télédétection ; observation/ *in situ* ; expérimental/ labo ; modélisation numérique ; analyse statistique) a été associée à chaque chercheur·se.

N.B. : Convection/ Interaction avec la surface incluent les phénomènes de mousson et de l'ENSO.*

A. Âge et nombre d'années post-thèse des recruté·e·s depuis 11 ans

L'âge des candidat·e·s admis·e·s au concours CR de 2013-2023 est compris entre 27 et 41 ans, tandis que leur expérience varie de 2 à 13 ans après la thèse (cf. figure 1). Les femmes sont souvent recrutées à un âge plus tardif, avec une médiane à 33,6 ans contre 32,7 ans chez les hommes et qui s'accompagne logiquement d'une expérience post-thèse plus longue. Pourtant, elles sont généralement admises après un nombre de tentatives plus faible que les hommes, reflétant peut-être leur souci de présenter des dossiers plus matures. Cependant, elles abandonnent après un nombre de tentatives plus faible que les hommes. Ainsi, sur 2022-2023, les femmes représentent 35 % des candidat·e·s qui en sont à la 1re, 2e, 3e ou 4e tentative, mais seulement 20 % des candidat·e·s qui en sont à la 5e, 6e ou 7e tentative. Cet abandon précoce des femmes est une tendance déjà documentée dans la littérature, expliquant que les pays recrutant une plus grande proportion de femmes sont généralement les pays où l'âge de recrutement est le plus jeune (Loison *et al.* 2017).

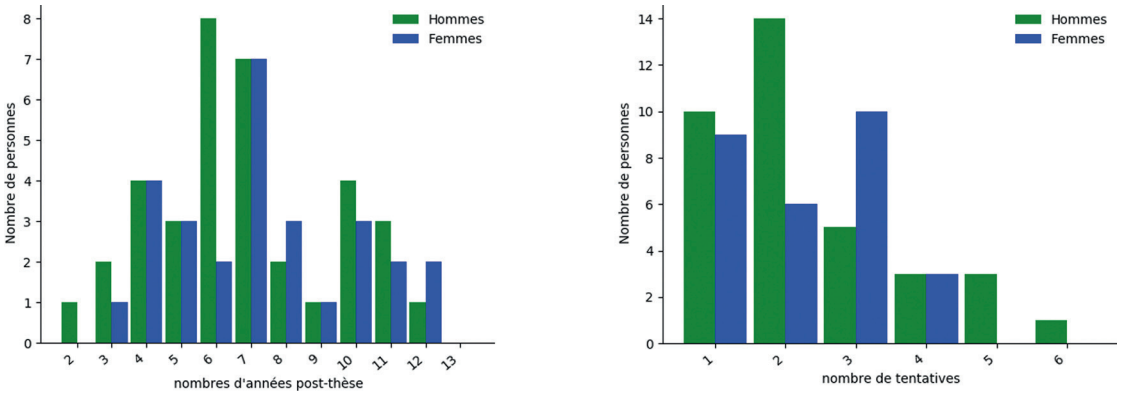


Figure 1 : Histogrammes du nombre d'années post-thèse (gauche) et du nombre de tentatives (droite) pour les admis·e·s au concours CR des 11 dernières années (2013-2023).

B. Ancienneté des chercheur·se·s en poste

La pyramide des anciennetés des chercheur·se·s en poste (cf. figure 2-b) montre un maximum de personnes entre 15 et 35 ans de carrière. Cela reflète la diminution du taux de recrutement entre 2004 et 2016 (cf. figure 2-a). L'ancienneté des chercheur·se·s de la section 19 (cf. figure 2-b) révèle une pente assez forte de 0 à 20 ans que l'on peut traduire par une réduction du nombre d'entrants, qui a débuté il y a 15-20 ans et s'accentue depuis malgré un rebond ces dernières années (6,4 chercheur·se·s par an les 12 dernières années *vs* 7,7 depuis 1990). Compte tenu de la pyramide des âges, environ 70 personnes devraient partir à la retraite dans les 10 prochaines années (cf. figure 2-b). Le taux de renouvellement n'étant pas atteint, la taille de la communauté Océan-Atmosphère nationale devrait baisser dans un avenir proche sans une inversion de la tendance.

C. Évolutions de carrière

Le pourcentage de chercheur·se·s selon les grades (cf. figure 3-haut) en fonction de l'ancienneté reflète l'évolution de carrière moyenne de CRCN à DRCE. Le grade CRHC, apparu en 2017, reste très minoritaire, n'ayant sans doute pas encore imprégné la culture des CRCN, et peut apparaître comme un grade de transition avant de passer DR ou une évolution de carrière pour ceux qui ne souhaitent pas passer le concours DR. Le vivier pour le passage à CRHC a été estimé sur la base de la population des CRCN en 2021 ayant l'échelon et l'ancienneté requis pour candidater. Il y aurait ainsi de 40 à 60 CRCN aux échelons 9 ou 10 promouvables CRHC d'ici la fin du mandat de la section en 2025. À noter que la section a reçu très peu de candidatures (moins de 5 par an) des chercheur·se·s aux échelons 9 et 10, malgré des efforts d'information de la part de la section, pour diminuer de manière substantielle ce vivier.

Le nombre de promouvables aux échelons 7 et 8 ne peut pas être estimé, faute d'information sur les échelons des candidat·e·s recruté·e·s avant 2021. La reconstitution de carrière a été prise en compte pour les CR2 et CR1 recruté·e·s avant 2018. Les CR2 et CR1 ont été ensuite reclassés dans le nouveau grade CRCN.

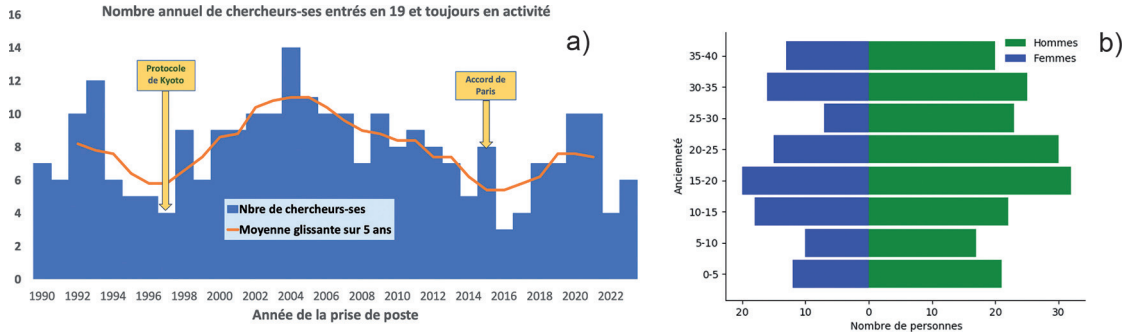


Figure 2 : a) Nombre de personnes ayant intégré la section 19 par an et étant toujours en activité. Le protocole de Kyoto et l'accord de Paris ont été ajoutés pour positionner ces dates majeures et structurantes pour la communauté section 19 dans un contexte d'évolution des forces de la recherche française déployées en grande partie autour de la problématique du changement climatique (gauche). b) Pyramide des anciennetés des chercheur·se·s au CNRS depuis leur recrutement comme CR (chercheur·se·s en activité à la date de décembre 2023) (droite). **Il est à noter que les données utilisées représentent le nombre annuel de chercheur·se·s ayant intégré la section 19 et ne reflètent pas nécessairement le nombre de postes mis au concours chaque année. Des différences peuvent exister du fait du recrutement dans les CID, de DR externes ou au contraire de défections, de prises de poste tardives, voire de transfert entre sections.**

Toutefois, il est important de noter l'inégalité engendrée par ce changement de système que nous illustrons en comparant les exemples suivants : un CR2 recruté en 2012 (4 ans après la thèse) est en 2024 à l'échelon 7 avec une expérience de 16 ans post-thèse ; un CR1 recruté en 2017 (10 ans après la thèse) est en 2024 à l'échelon 10 avec une expérience de 17 ans post-thèse. Un CRCN recruté en 2018 (5 ans après la thèse) est en 2024 à l'échelon 8 avec une expérience de 11 ans post-thèse. On constate donc que l'écart d'échelon entre CR1 et CRCN est faible, mais que le changement de système a toutefois engendré un retard de carrière important pour les recruté·e·s alors au grade de CR2 : les échelons dans lesquels ces agents sont classés actuellement ne correspondent pas aux années d'expérience réelles. Ce point doit être pris en compte pour les ancien.ne.s recruté·e·s en CR2 qui candidatent en CRHC. Ce problème ne se limite pas à la seule section 19 mais concerne l'ensemble des CR2 recruté·e·s par le CNRS.

Un·e DR2 a une ancienneté moyenne d'environ 18 ans. Au-delà de 25 ans d'ancienneté, 60 à 80 % des chercheur·se·s sont DR1 ou DRCE, tandis qu'environ 10 % restent au grade CR. La figure 3-bas restitue le parcours moyen d'un·e chercheur·se·s de la section 19, avec en moyenne 13 ans passés comme CR avant de devenir DR2, grade dans lequel elle ou il restera environ 10 ans avant d'être promu DR1 puis DRCE environ 8 ans après.

Des différences marquées entre femmes et hommes. La figure 4-gauche montre que le pourcentage de femmes diminue avec le grade, avec l'essentiel de la baisse apparaissant entre les grades CRCN et DR2. Les femmes sont surreprésentées au stade CRCN à partir de 10 ans d'ancienneté, et cette surreprésentation augmente avec l'ancienneté. Les femmes sont surreprésentées parmi les CRHC. Elles sont sous-représentées au grade DR2 pour la plupart des âges. Cette baisse reflète « l'évaporation des femmes » selon la théorie du tuyau percé, bien documentée dans divers rapports du CNRS (par exemple, DRH CNRS 2013, Kabla-Langlois et Nisslé 2020). En particulier, il y a moins de 30 % de femmes chez les DR2 et DRCE, alors qu'elles sont plus de 40 % avec plus de 35 ans d'ancienneté. Elles sont sous-représentées au stade DRCE en dessous de 30 ans de carrière, reflétant un retard par rapport aux hommes pour atteindre ce grade. Au-delà de 25 ans de carrière, les CRCN comptent uniquement des femmes. Tous ces

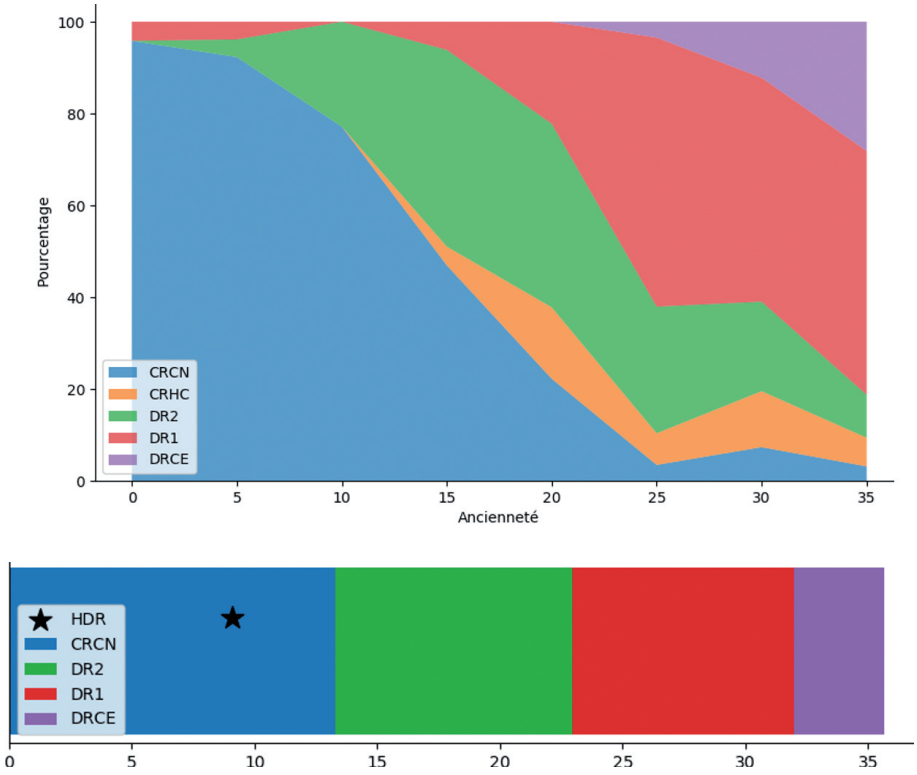


Figure 3 : Pourcentage des chercheur·se·s de chaque grade en fonction de l'ancienneté (haut). Frise chronologique retraçant le parcours moyen des chercheur·se·s du recrutement jusqu'au grade de DRCE (bas).

indicateurs révèlent un retard flagrant dans l'évolution de carrière des femmes, dont les causes ont fait l'objet de nombreuses études : autocensure des femmes (Bosquet *et al.* 2014), charges domestiques et parentales pesant statistiquement plus sur les femmes que sur les hommes (Insee 2010) et handicapant la productivité des femmes (Joly *et al.* 2014, Loison *et al.* 2017, Mairesse *et al.* 2019).

Les délais entre les différentes étapes de la carrière des chercheur·se·s sont quantifiés sur la figure 4-droite. Les femmes tentent en moyenne le concours CR un an plus tard que les hommes. Elles sont prises après un nombre de tentatives moindre, ce qui leur permet d'être recrutées CR avec un nombre d'années après thèse équivalent à celui des hommes. C'est surtout au moment de passer leur HDR que l'écart se creuse entre les hommes et les femmes. Les femmes la passent en moyenne deux ans plus tard. Cela est cohérent avec les observations de la section 19 : les encouragements à passer l'HDR sont formulés plus souvent aux femmes qu'aux hommes lors des évaluations des CRCN. Cela peut être mis en relation avec la charge familiale liée aux enfants qui est la plus forte quand les femmes sont dans une période entre le recrutement et l'obtention de l'HDR (Loison *et al.* 2017, Mairesse *et al.* 2019) et probablement avec l'éducation (autocensure, « syndrome de l'imposteur », dévalorisation de son dossier, par exemple, Bosquet *et al.* 2014) ou une différence d'encouragement entre hommes et femmes à passer l'HDR ou à prendre des responsabilités (Dardenne *et al.* 2007). Les femmes attendent ensuite encore plus longtemps pour tenter le concours DR. Elles sont prises après un nombre de tentatives

légèrement moindre, mais conservent environ deux ans de retard. Ce retard est cohérent avec celui qui est documenté dans le bilan social à l'échelle du CNRS, et corrélé au nombre d'enfants. En revanche, celles qui réussissent à passer DRCE1, le font plus vite que les hommes. Finalement, elles passent DRCE1 et DRCE2 avec le même nombre d'années après thèse que les hommes. Cette forme de « rattrapage » en fin de carrière a été mise en évidence dans des études précédentes (Kim et Moser 2021), ou suggère qu'un mécanisme de régulation paritaire s'est récemment mis en place. Ce « rattrapage » ne concerne cependant pas toutes les femmes, qui restent sous-représentées au grade DRCE, qui reste un grade minoritaire concernant moins de 20 % des chercheur·se·s en fin de carrière.

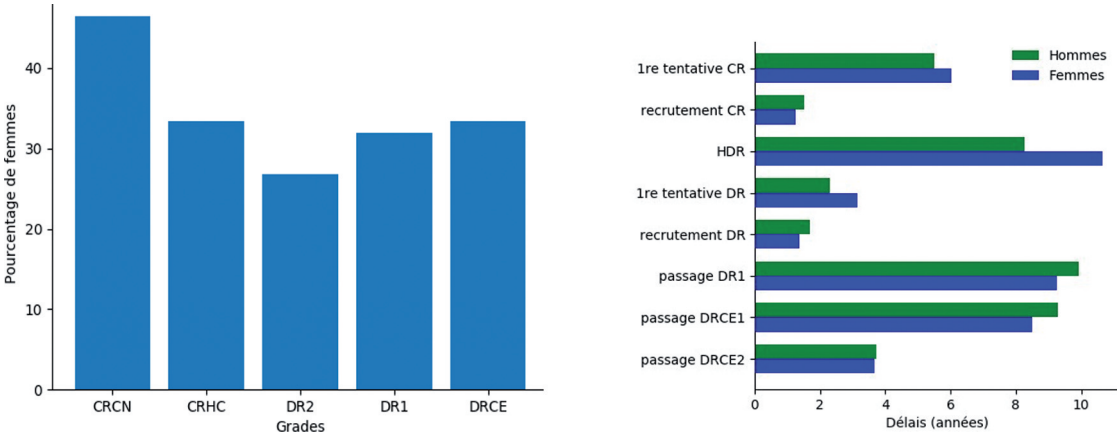


Figure 4 : Pourcentage de femmes en fonction des grades (gauche). Délais moyens entre les différentes étapes de la carrière des chercheur.se.s, selon le genre. Le délai pour la 1re tentative CR est calculé à partir du nombre d'années post-thèse. Le délai pour la 1re tentative DR est calculé à partir de la date d'obtention de l'HDR (droite).

III. Thématiques et approches

A. Thématiques et approches : vision d'ensemble

Parmi les thématiques des chercheur·se·s en poste en 2024, la figure 5-gauche montre que la physique atmosphérique est majoritaire, suivie par la biogéochimie marine, l'océanographie physique et la chimie atmosphérique. La paléoclimatologie, la planétologie et la glaciologie apparaissent minoritaires. Le pourcentage de chercheur·se·s dans chaque thématique reste relativement stable depuis 35 ans (cf. figure 6), avec un peu plus de chercheur·se·s en océanographie physique (20 %) il y a 35 ans, suivi d'une augmentation de chercheur·se·s en physique atmosphérique (30 %) il y a 20 ans. Néanmoins, la proportion de recruté·e·s CRCN depuis 10 ans en glaciologie et paléoclimatologie s'avère plus forte que parmi les chercheur·se·s déjà en poste (cf. figure 5-droite).

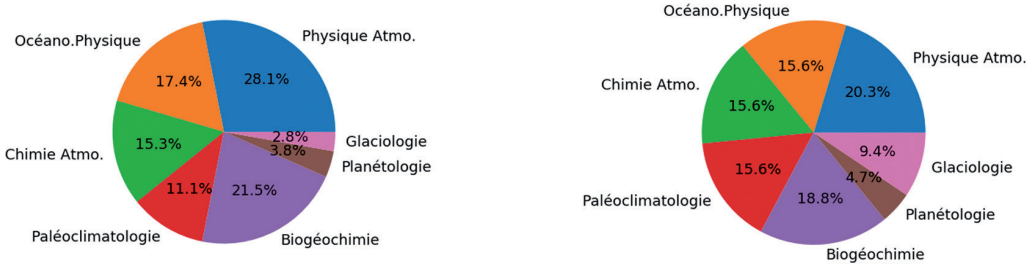


Figure 5 : Répartition des chercheur·se·s en activité au 31 décembre 2023 (gauche) et recruté·e·s en CR depuis 10 ans (droite) entre les 7 grandes thématiques de la section 19.

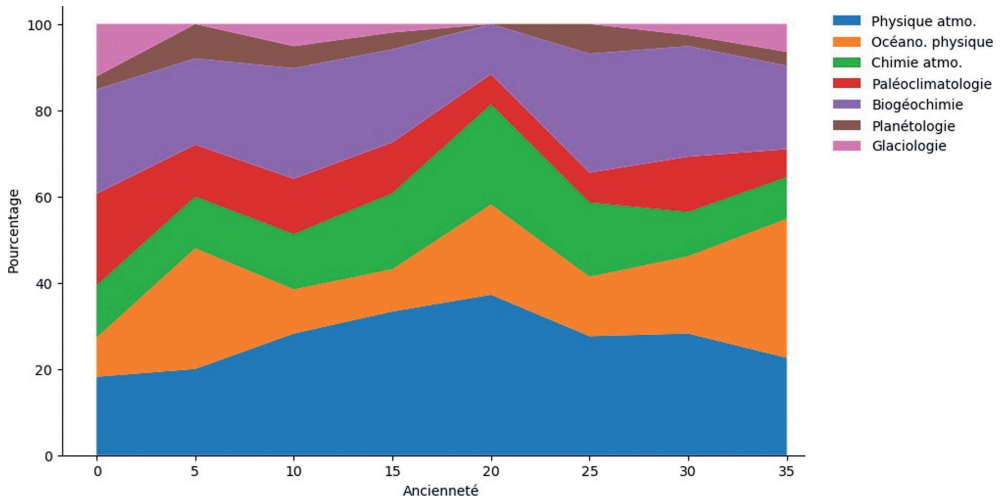


Figure 6 : Pourcentages des chercheur·se·s des différentes grandes thématiques, en fonction de leur ancienneté.

Certaines disciplines sont plus féminines, comme la chimie atmosphérique (aujourd'hui paritaire), la biogéochimie marine et la paléoclimatologie ; d'autres moins, comme l'océanographie physique et la planétologie (22 % et 18 % respectivement).

En **physique atmosphérique**, on observe un équilibre des cinq sous-thématiques depuis 35 ans avec une légère augmentation du pourcentage de chercheur·se·s travaillant sur « variabilité/ évènements extrêmes » et « dynamique/ turbulence » depuis les 10 dernières années.

En **océanographie physique**, la majorité (environ 40 %) des chercheur·se·s travaillent sur la circulation océanique. Depuis une vingtaine d'années, on observe une diminution du pourcentage des chercheur·se·s travaillant sur la circulation océanique et sur la turbulence au profit des processus aux interfaces et du niveau de la mer.

En **biogéochimie** marine, on observe depuis 20 ans une diminution du pourcentage des chercheur·se·s travaillant sur « diversité/ rôle du vivant » au profit des grands cycles/ stocks et des flux des éléments chimiques.

En **chimie atmosphérique**, on observe une légère augmentation du pourcentage de

chercheur·se·s travaillant sur les aérosols et nuages et la pollution et qualité de l'air.

Environ 70 % des chercheur·se·s en **paléoclimatologie** avec une ancienneté de plus de 20 ans travaillent sur les archives marines. Sur les 20 dernières années, près de 50 % des paléoclimatologues travaillent sur ces archives, 20 % sur les archives de glace et 23 % sont des modélisateurs (6 % travaillent sur des archives continentales). Parmi les thématiques abordées, 23 % concernent les aspects convection/ interactions avec la surface, 20 % les grands cycles biogéochimiques, 14 % la circulation océanique, 9 % la variabilité climatique/ évènements extrêmes, 9 % la banquise, 6 % la datation des archives. Les 12 % restants concernent la neige, les calottes, le niveau de la mer et la dynamique/ turbulence.

En **planétologie**, 100 % des chercheur·se·s de la section 19 travaillaient sur Mars, Vénus, Titan et Pluton il y a 20 ans. On observe une ouverture vers les Géantes et les Exoplanètes depuis 10 ans.

En **glaciologie**, 100 % des chercheur·se·s travaillaient sur le pergélisol, la neige, les calottes et glaciers il y a 30 ans. Le sous-thème « banquise », généralement associé à l'océanographie physique en thématique principale, est apparu il y a moins de 15 ans.

Les méthodologies qui dominent sont la modélisation numérique et l'observation *in situ*, puis la télédétection spatiale (cf. figure 7-gauche). Les chercheur·se·s qui utilisent la modélisation numérique en méthodologie principale l'utilisent aussi le plus souvent en méthodologie secondaire (données non présentées). C'est aussi le cas, dans une moindre mesure, des chercheur·se·s qui basent leurs recherches sur l'observation *in situ*. En revanche, les chercheur·se·s qui utilisent la télédétection spatiale en méthodologie principale utilisent majoritairement la modélisation numérique en méthodologie secondaire, suggérant une synergie des approches permettant la validation et/ou l'exploitation scientifique des observations. De même, les chercheur·se·s utilisant l'expérimentation en laboratoire en méthodologie principale utilisent majoritairement l'observation *in situ* en méthodologie secondaire, suggérant une bonne synergie entre ces approches.

En termes d'évolution, la modélisation numérique reste stable (à 37 % à la fois dans la communauté globale (cf. figure 7-gauche) et dans les recruté·e·s depuis 11 ans (cf. figure 7-droite). La télédétection et l'observation *in situ* ont vu leur proportion diminuer légèrement (environ -2 % et -6 % respectivement) parmi les CRCN recruté·e·s sur la période, alors que dans le même temps, l'expérimentation (*in situ* et celle de laboratoire) doublait sa proportion parmi les recruté.e.s.

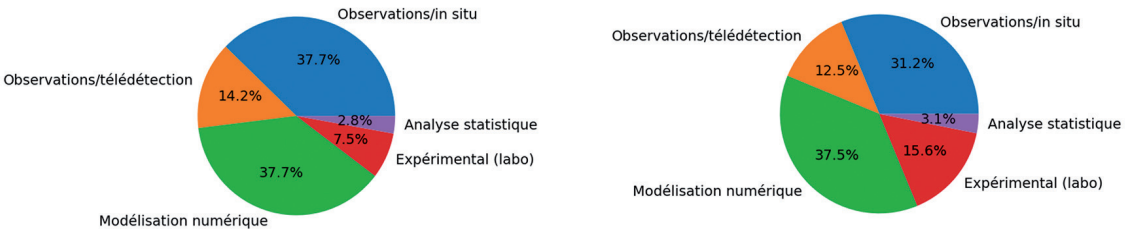


Figure 7 : Répartition des chercheur·se·s en activité au 31 décembre 2023 (gauche) et recruté·e·s depuis 11 ans (droite) entre les 5 grandes approches.

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 213 (221)

B. Thématiques et approches : zoom sur les recrutements des 11 dernières années

Les données concernant les recrutements depuis 2013 nous permettent d'avoir une vision plus détaillée des profils des chercheur·se·s récemment recruté·e·s et de leur sujet de recherche parmi les 7 grands thèmes de la section, des régions d'intérêt, des outils proposés et éventuellement des aspects interdisciplinaires, notamment à travers leur implication dans de grands projets portés par la communauté nationale ou des initiatives internationales.

1. Physique atmosphérique

En physique atmosphérique, on compte 13 recruté·e·s sur la période, dont 4 affectés au LMD, 3 affectés au CNRM, 2 au LaCy, 1 aux CECI, LAERO, LATMOS et LETG. 20,3 % des recruté·e·s depuis 2013 ont une expertise en physique atmosphérique (PA). Ce pourcentage est plus faible que les 28 % que représentent l'ensemble des chercheur·se·s de la thématique PA de la section 19. Du point de vue de l'équilibre femmes/ hommes, 50 % des chercheur·se·s recruté·e·s depuis 2013 sont des femmes. Sur la thématique de physique atmosphérique, 2 recrutements (sur 11) portent sur l'étude des événements extrêmes de précipitations à l'échelle globale et sur la région européenne en utilisant l'outil de modélisation. En parallèle, 2 recrutements (sur 11) sont liés à l'étude et la prévisibilité des phénomènes extrêmes (tempêtes et cyclones), 1 sur la modélisation des nuages pour mieux comprendre le climat des hautes latitudes et 1 sur les échanges de chaleur (atmosphère-glace) et les connexions entre régions polaires et non polaires. Ces différentes thématiques sont aussi abordées *via* la modélisation numérique. La thématique « détection/ attribution » dans la variabilité climatique, *via* l'approche statistique, a fait l'objet d'un recrutement sur cette période. Deux recrutements portent sur l'étude de (i) la dynamique de fine échelle dans la haute troposphère–basse stratosphère et (ii) les processus du cycle de l'eau (interaction océan-atmosphère et convection) à travers l'utilisation des observations *in situ*. 1 recrutement, à l'interface entre physique et chimie atmosphériques, concerne l'étude des mécanismes de transport et de la composition chimique de la haute troposphère et basse stratosphère tropicales. Pour ces 3 derniers recrutements, l'utilisation des observations expérimentales de terrain est au cœur des projets. À noter enfin un recrutement réalisé (en CID 55) sur la thématique du transfert radiatif et le couplage entre nuage et rayonnement. En CID 52, un recrutement a été effectué sur l'étude de la composition chimique de l'atmosphère *via* l'observation spatiale et un second pour l'étude du climat en Amazonie, toujours *via* l'utilisation de la télédétection. Enfin, en termes de régions d'études, la zone tropicale (5 projets sur 11), les zones des hautes latitudes (2/11), de l'Europe (2/11) sont couvertes dans les différents projets mentionnés. En termes d'outils et sur la période étudiée, la modélisation et l'utilisation des observations *in situ* issues de campagnes de mesures sont au centre de 11 projets, tandis que peu utilisent la télédétection comme outil principal.

2. Biogéochimie marine (BGM)

En biogéochimie marine, on compte 12 recruté·e·s sur la période, dont 4 affectés au MIO, 2 au LOMIC, 2 à Takuvik, 1 au LEGOS, 1 au LEMAR, 1 au LOCEAN et 1 au LOV. 18,5 % des recruté·e·s depuis 2013 ont une expertise BGM, ce qui est sensiblement plus faible que les 21,5 % que représentent l'ensemble des chercheur·se·s en BGM de la section 19. Du point de vue de l'équilibre femmes/ hommes, 42 % des chercheur·se·s recruté·e·s depuis 2013 sont des femmes, ce qui est exactement le pourcentage de femmes pour l'ensemble des chercheur·se·s BGM de la section 19.

La compréhension du cycle marin du carbone et de la pompe biologique de carbone, dans un contexte de changement climatique, est au cœur des préoccupations de 10 des

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 214 (222)

12 chercheur·se·s recruté·e·s de 2013 à 2023. Les travaux portent sur les études de processus liant la production primaire à l'export à différents niveaux de la colonne d'eau et le rôle du réseau trophique (de la bactérie au zooplancton) dans la reminéralisation de la matière pendant la chute des particules. Dans ce contexte, une forte expertise concernant la caractérisation de la matière organique dissoute et le lien avec l'activité bactérienne est notable chez plusieurs entrants (6/12). La zone mésopélagique est explicitement affichée chez 4 chercheur·se·s comme un compartiment d'intérêt où des progrès sur les connaissances sont possibles grâce à des développements instrumentaux et des nouvelles approches (omiques par exemple) pour lesquels ils ou elles sont moteurs ou très impliqué.e.s. L'importance de quantifier les sources externes et les flux de matière et de nutriment dans un contexte de changement climatique a toujours été une préoccupation des chercheur·se·s en BGM, mais on voit émerger des recherches portant plus spécifiquement sur l'impact des sources (i) atmosphériques liées aux feux de forêt (4/12) et (ii) dues à la fonte des glaces et au dégel du pergélisol (4/12). Parmi les chercheur·se·s recruté.e.s, 4/12 affichent une priorité sur la mesure de traceurs biogéochimiques (notamment les métaux et leurs isotopes), permettant de tracer les sources et de comprendre les processus impliqués dans le devenir de la matière dans l'océan. Un chercheur recruté présente une double compétence physique-biologie au service de thématiques portant sur le rôle des processus physiques sur la structuration des écosystèmes. Un seul chercheur a une expertise en *marine carbon dioxide removal* avec une double compétence expérimentation/ modélisation. 5/12 chercheur·se·s travaillent aux interfaces (continent-océan/ atmosphère-océan/ sédiment-colonne d'eau). La majorité (8/12) des jeunes chercheur·se·s recruté·e·s acquiert ses données par le biais d'observations *in situ* et de campagnes océanographiques. Parmi eux, 3 conduisent également de l'expérimentation en mer ou en laboratoire. Un seul chercheur recruté utilise des approches de modélisation BGM/ climat.

L'Arctique (5/12), l'océan Austral (5/12) et la Méditerranée (5/12) représentent les zones d'intérêt majoritaires, contribuant ainsi fortement à répondre aux enjeux affichés dans les prospectives concernant notamment le bouleversement des cycles biogéochimiques en régions polaires dans le contexte actuel. Les études portant sur la Méditerranée, sont justifiées par le fait que cette région, comme les régions polaires, est également un *hot spot* du changement climatique.

Notons avec enthousiasme que de nombreuses collaborations existent entre ces jeunes chercheur·se·s recruté·e·s dans 7 laboratoires différents. En effet, plusieurs sont impliqués dans des initiatives fédérant une grande partie de la communauté des biogéochimistes français, comme le projet APERO (impliquant 4/12 des recruté·e·s sur 10 ans) ou TONGA (4/12) ou SWINGS (2/12 et coporté par l'un d'eux). À noter que 6/12 ont obtenu une ANR JCJC à la suite de leur recrutement. Ces jeunes chercheur·se·s sont également très moteurs dans la communauté internationale (4/12) au sein de GEOTRACES, (3/12) au sein de JETZON. Citons aussi l'implication au sein d'autres programmes (1/12 pour ARGO, pour CMIP6 et pour BIOGEOSCAPE).

Beaucoup de candidat·e·s candidatent à la fois en section 19 et en section 30 (plus de la moitié pour le concours CR 2024), notamment sur des thématiques de biogéochimie marine liées à l'écologie planctonique ou abordant les processus biogéochimiques en zone côtière. Les thématiques liées au vivant voient aussi des candidatures dupliquées auprès des sections de CNRS Écologie & Environnement (section 29) ou de CNRS Biologie (section 23).

3. Océanographie physique

En océanographie physique, on compte sur la période considérée 12 recruté.e.s, dont 3 au sein de l'IGE, 3 au LOPS, 2 au LOCEAN, 1 au LEGOS (mais la personne admise n'a finalement pas pris son poste), 1 au MIO, 1 à EPOC et 1 au CECI. Cependant, la diversité de genre semble être un défi, avec seulement

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 215 (223)

3 femmes recrutées (où 2 ont effectivement pris leur poste à EPOC et au CECI). 15,6 % des recruté·e·s depuis 2013 ont une expertise en océanographie physique, ce qui est du même ordre que les 17,4 % que représentent l'ensemble des chercheur·se·s en océanographie physique de la section 19. Les dernières embauches révèlent également une orientation particulière des recherches en lien avec les changements globaux et l'amélioration des modèles numériques, avec 5 projets sur la circulation océanique, et 4 axés sur l'interaction avec la calotte glaciaire. 3 projets se focalisent sur les couplages biogéochimiques, puis 1 sur le niveau de la mer, 1 sur les vagues et 1 sur la turbulence. Bien que le cœur des thématiques d'océanographie physique reste la circulation océanique, les interactions avec les interfaces (calotte polaire, atmosphère, fond océanique) sont au cœur de plus en plus de projets, en lien avec les futurs défis des modèles numériques couplés.

La modélisation numérique joue un rôle central, avec 5 recrutements exclusivement axés sur des modèles et 4 combinant observations et modèles. Un seul se concentre uniquement sur l'observation, 1 autre intégrant des analyses statistiques (intelligence artificielle). Les dernières embauches reflètent une tendance croissante vers l'utilisation de la télédétection et de l'intelligence artificielle en océanographie, mettant en lumière une évolution significative dans les méthodologies de recherche.

La dynamique océanique le long du continuum côtier-hauturier reste peu représentée, malgré les défis que celui-ci représente dans la compréhension et la modélisation des grands cycles globaux (1 recrutement sur la période à EPOC). On note deux recrutements sur la période en section 30, sur des thématiques proches de la section 19, focalisés sur la zone littorale (niveau d'eau et propagation des vagues).

4. Chimie atmosphérique

En chimie atmosphérique, on compte 10 recruté·e·s sur la période, dont 1 affectation aux LOA, LATMOS, IGE, LAERO, LISA et ICARE. 2 ont été affectés au LPC2E (dont un départ en Allemagne avant sa prise de poste) et au LAMP. La chimie atmosphérique s'intéresse aux impacts climatiques et sanitaires de l'évolution de la composition chimique de l'atmosphère. Depuis 2013, 14 % des recruté·e·s en section 19 travaillent sur cette thématique, ce qui est représentatif de la taille de la communauté. Notons que sur la même période, deux CR ont aussi été recruté·e·s sur ce thème en section 13, mais avec des profils de chimie très mécanistiques associés à des développements analytiques spécifiques.

On observe un fort déséquilibre hommes/femmes en termes de recrutement sur la période, en faveur des femmes (avec 8/9 postes). Quand on regarde à l'échelle de l'ensemble des chercheur·se·s, la chimie atmosphérique est aujourd'hui la seule thématique paritaire parmi celles relevant de la section.

Une majorité des personnes recrutées travaillent sur des problématiques en lien avec les aérosols (5/9 l'ont explicitement mentionné dans le titre de leurs projets) dont plusieurs sont liés aux processus physico-chimiques, notamment relatifs à une meilleure compréhension de leurs sources, par nucléation (tailles nanométriques à l'interface gaz/ particule), ou portant sur des sources spécifiques (émissions urbaines primaires, sources secondaires, émissions volcaniques), ou sur les interactions avec la phase nuageuse (rôles comme noyaux de condensation nuageuse et plus récemment comme noyaux glaçogène, ou dans la chimie multiphasique de l'aérosol). Une thématique sans doute émergente en chimie atmosphérique est l'appréhension des processus microbiologiques (2/9), soit comme agent de transformation biogéochimique dans l'atmosphère, soit comme sources secondaires aux interfaces. Plusieurs projets sont situés à l'interface entre l'atmosphère et la Terre interne (2), la biosphère (1) et/ou l'océan (1) et l'on voit apparaître des projets intégrant les

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 216 (224)

impacts sociétaux (environnements urbains, volcans). Certains projets ciblent des zones d'étude peu accessibles (et par conséquent peu renseignées) comme la zone arctique (2) ou la haute atmosphère (1). L'innovation de plusieurs projets est liée également à leur approche moléculaire, notamment suite au développement de nouvelles méthodologies de spectrométrie de masse pour l'analyse de la phase condensée de l'aérosol ou du nuage. Les projets se déclinent souvent sur une combinaison itérative d'outils (observation/ étude en laboratoire/ observation satellite/ modélisation).

5. Paléoclimatologie

En paléoclimatologie, on compte 11 recruté·e·s (4 femmes et 7 hommes) sur la période, dont 5 affectés au LSCE, 3 au CEREGE, 2 à EPOC et 1 affecté à l'IGE. Depuis 2013, 15 % des recruté·e·s en section 19 travaillent en paléoclimatologie, ce qui est sensiblement plus élevé que les 11 % que représentent les paléoclimatologues de la section 19. Notons que sur la même période, au moins 2 CR ont aussi été recruté·e·s sur cette thématique en section 18, indiquant le recouvrement des thématiques entre les 2 sections. Seuls 3 des 11 jeunes chercheur·se·s recruté·e·s au CNRS en paléoclimatologie en section 19 durant les 10 dernières années sont des modélisateurs. Les 8 autres génèrent de nouveaux enregistrements des environnements passés à partir d'archives climatiques. Sur ces 8 chercheur·se·s, 6 mènent des études sur des carottes de sédiments marins, et 2 sur des carottes de glace. La plupart des programmes de recherche (plus de 8 sur 11), qu'ils soient basés sur l'observation ou la modélisation, mettent en avant l'intégration modèles-données (comparaison, mais aussi assimilation de données). Par ailleurs, plusieurs chercheur·se·s non modélisateur.ice.s consacrent une part importante de leurs activités au développement de bases de données qui peuvent être utilisées dans des études modèles-données. Un aspect original qui ressort de deux programmes de recherche concerne l'intégration de données paléoclimatiques multi-archives dans de telles bases de données.

La reconstruction des variations du cycle du carbone et de la teneur en CO_2 de l'atmosphère est au cœur de 4 des 11 programmes de recherche. La reconstruction des variations du cycle hydrologique (Afrique, Amérique du Sud, Pacifique, régions polaires) et l'étude des périodes climatiques passées plus chaudes que l'actuelle, sont des thèmes qui apparaissent dans environ un tiers des programmes de recherche (3/11). L'accent mis sur ces sujets laisse transparaître la volonté d'appliquer les études paléoclimatiques aux questions sociétales liées au changement climatique.

L'étude des liens entre le climat et les populations humaines dans le passé est un thème apparu récemment dans 2 programmes de recherche sur 11, ce qui semble indiquer que cette thématique interdisciplinaire (avec l'archéologie et la paléontologie) est une thématique émergente.

Enfin, ces 11 jeunes chercheur·se·s sont bien inséré·e·s dans la communauté des paléoclimatologues en France et à l'étranger (exercices d'intercomparaison ; Working Group de PAGES ; leader de campagnes océanographiques ; création de base de données au format LiPD).

6. Planétologie

En planétologie, on compte trois recrutements depuis 2013, dont 2 affectés au LMD et 1 affecté au LATMOS. Chaque recrutement concerne un archétype spécifique de la planétologie : les géantes gazeuses, Titan (un satellite de Saturne), et enfin les exoplanètes. Deux des trois recruté·e·s sont des experts en modélisation 3D des climats, le dernier combinant analyse de données et approche théorique 1D. On ne peut dresser un portrait type du recruté planétologue en section 19, sachant que chaque recruté, au-delà de la spécificité du corps étudié, s'intéresse aussi à des domaines distincts : l'équilibre dynamique-radiatif des atmosphères, le climat global des

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 217 (225)

(exo)planètes rocheuses et enfin la physico-chimie des aérosols organiques.

Ces 3 recrutements témoignent d'un rééquilibrage vers des corps du Système solaire autres que Mars et Vénus qui ont longtemps constitué le socle de la planétologie en section 19. Cette période acte aussi de la première recrue en section 19 dans le domaine des exoplanètes, thème émergent en astrophysique et plus récemment en (exo)planétologie dans sa composante atmosphérique, et pour laquelle des observatoires spatiaux sont (comme le télescope spatial James Webb) ou seront en service d'ici à 2030 (par exemple, la mission ESA ARIEL). Rappelons que la section 17 recrute aussi des planétologues atmosphéricien.ne.s. Pour des raisons historiques et culturelles, ceux-ci ou celles-ci intègrent un laboratoire d'astrophysique émargeant quasi exclusivement en S17 (LESIA), au contraire des planétologues de la section 19 qui évoluent au sein de laboratoires à dominante « terrestre » (le LMD et le LATMOS en particulier) où les planétologues se nourrissent pour partie des expertises théoriques et expérimentales locales (modélisation climat-chimie, télédétection).

7. Glaciologie

9,4 % des recruté·e·s depuis 2013 ont une expertise glaciologique qui est venue significativement renforcer la communauté (2,8 % des chercheur·se·s OA, cf. figure 6). Ces 6 candidat·e·s ont été affecté·e·s à l'IGE. On peut regretter un sérieux biais de genre, aucune candidate féminine n'ayant postulé. La modélisation a profité de ces recrutements (4 recrutements sur 6), qu'ils concernent la représentation numérique des processus glaciaires, de l'évolution des glaciers, des calottes et de leurs interactions avec l'atmosphère et l'océan, ainsi que de la glace de mer. Ce renforcement est cohérent avec les problématiques d'évolution du bilan de masse des glaciers et des calottes comme de l'extension de la glace de mer. Celles-ci concernent les questions les plus pressantes de la communauté glaciologique internationale et viennent combler un manque de ressources humaines évident jusqu'alors sur ces problématiques. Un renforcement des capacités d'analyse des données de télédétection est également à noter, élargissant l'expertise nationale, principalement tournée jusque-là sur l'altimétrie, à d'autres capteurs (InSar, Gravimétrie) tout en maintenant une synergie avec les activités de modélisation. L'observation *in situ* et l'expérimentation apparaissent comme les parents pauvres, aucun recrutement n'ayant été fait sur la période. À noter toutefois que d'autres recrutements (9) en biogéochimie marine, océanographie physique et chimie atmosphérique ont pour terrain d'étude privilégié les régions polaires et renforcent les capacités d'observation des milieux englacés. Au cours des 10 dernières années, 26 % des recrutements se focalisent sur l'évolution des régions polaires, *hot spot* du changement climatique, en cohérence avec les ambitions affichées aussi bien dans la prospective transverse de CNRS Terre & Univers que celle du domaine Océan-Atmosphère.

IV. Recommandations, risques et opportunités

Au-delà des éléments factuels que nous venons de présenter, il semble légitime et utile d'aborder certains points qui représentent des inquiétudes parmi les membres de la section et parmi les directeurs et directrices d'unité (DU), points qui devraient constituer des signaux d'alerte pour CNRS Terre & Univers et le CNRS. En combinant l'expérience de ses membres dans les différentes disciplines, mais également à travers les échanges réguliers que la section entretient avec les DU[(1)], nous avons souhaité mettre en avant les contraintes auxquelles les chercheur·se·s doivent faire face et comment celles-ci entraînent des difficultés, voire l'impossibilité à préserver des activités et des compétences essentielles. Au-delà de ces constats, nous partageons quelques réflexions axées sur une vision à moyen

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 218 (226)

terme du potentiel d'émergence et de développement de nouvelles thématiques.

A. Les nouveaux dispositifs de recrutement de chercheur.se.s : quel impact sur les carrières des chercheur·se·s et sur leur évaluation par la section ?

L'introduction des chaires de professeur junior (CPJ) au CNRS en 2021 est une source d'inquiétude. En effet, il est difficile d'appréhender sans s'inquiéter l'impact potentiel d'une montée en régime du dispositif CPJ sur le nombre de postes ouverts au concours. Les CPJ entraînent des inégalités au sein des laboratoires au détriment du collectif. Le mode de recrutement des CPJ, tel qu'imposé par la LPR avec des commissions *ad hoc*, crée une voie parallèle de recrutement, et ouvre la voie à des recrutements arbitraires (accompagnés de moyens spécifiques), qui contrastent avec le mode de sélection en vigueur dans les sections du CoNRS.

Dès le début de son mandat, la section a communiqué à la direction de CNRS Terre & Univers son inquiétude face aux dérives possibles des CPJ-CNRS et a travaillé de concert avec elle afin de réduire ces risques. CNRS Terre & Univers a dans un premier temps décidé que les CPJ pouvant être ouvertes à l'Institut devraient porter en priorité sur des profils de recherche associés aux services nationaux d'observation (SNO), pour les distinguer des profils de chercheur·se·s recruté·e·s habituellement par la section, mais aussi pallier le manque de postes de physiciens dédiés à l'observation (corps des CNAP). La section a accepté de siéger dans les comités *ad hoc* à la condition de participer à la rédaction de la fiche de poste et d'avoir une représentation majoritaire au sein du comité pour garantir une continuité avec l'évaluation pratiquée et les recrutements réalisés lors des concours. Rappelons qu'en cas de titularisation du candidat ou de la candidate comme DR à échéance de quelques années, c'est la section qui évaluera sa carrière.

Concernant le recrutement de chercheur·se·s en situation de handicap par voie contractuelle, le système est de toute évidence insuffisamment connu ou utilisé par la communauté. En particulier, le dispositif reste assez opaque pour les candidat·e·s potentiel.le.s qui ignorent qu'elles ou ils peuvent candidater de manière spontanée et être recruté·e·s quelle que soit l'éventuelle priorité affichée ou le laboratoire demandé.

B. Financement de la recherche : quel impact des nouveaux dispositifs sur les carrières et sur l'évaluation des chercheur·se·s ?

L'intégration de collègues à travers les CPJ mène également à une disparité de traitement par rapport aux recrutements CR quant aux financements de leurs premières activités de recherche. L'effort de CNRS Terre & Univers d'accompagner les CR avec un budget de démarrage est en ce sens vertueux, mais l'on peut regretter que le différentiel avec les chaires reste d'un ordre de grandeur. Pouvoir lancer son activité de recherche avec un soutien immédiat, inconditionnel et substantiel est un avantage considérable qu'il conviendrait de généraliser.

Néanmoins, rédiger un projet de recherche en vue de financer ses activités est aujourd'hui un savoir-faire inhérent au métier de chercheur.se. Orienter ses recherches, en trouvant les ressources de financement, fait partie des aspects d'une candidature disposant d'une certaine expérience auxquels la section est sensible lors des recrutements. On peut regretter que les appels à projets ne soient que trop rarement ouverts aux chercheur·se·s contractuels, limitant la créativité et l'émancipation de jeunes chercheur·se·s en les cantonnant parfois à un rôle d'exécutant.

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 219 (227)

La mise en place de CDI mission à travers les PEPR, a ouvert la possibilité d'embaucher des chercheur·se·s sur des contrats longs (plus de 6 ans). Ces CDI permettent de lever pour un temps une difficulté récurrente quant à la perte d'expertise entre des contrats courts, mais aura des effets potentiellement délétères à terme s'ils ne sont pas anticipés. Par exemple, dans le cas de TRACCS qui est entièrement dédié à des thématiques de la section 19, de jeunes collaborateurs vont devenir des éléments clés et structurants de nos outils de modélisation du système Terre et des services climatiques qui ne manqueront pas de se développer à l'avenir. Sans réflexion en amont, le risque est de voir cette structuration d'un pan de recherche s'effondrer lorsque le programme arrivera à terme. Il est indispensable d'initier d'ores et déjà cette réflexion axée sur la pérennisation des postes clés sans affecter le recrutement sur des thématiques hors PEPR.

C. Diminution de l'empreinte carbone de la recherche : une évaluation en évolution

Diminuer notre impact environnemental est un enjeu global pour lequel la communauté Océan-Atmosphère a, de toute évidence, une sensibilité particulière. Elle contribue à l'initiative Labos 1point5, qui vise à mieux comprendre et réduire l'impact des activités de recherche scientifique sur l'environnement et le climat. Dans ce contexte, la section fait écho au comité d'éthique du CNRS et invite chacun à intégrer la dimension environnementale dans la réflexion éthique qui accompagne sa pratique de la recherche et à tenter d'en expliciter les impacts positifs et négatifs. Les résultats de cette réflexion peuvent être intégrés aux dossiers d'avancement de carrière comme aux concours de recrutement. Une activité de recherche environnementalement raisonnée peut être défendue dans ces dossiers. Elle est et sera évaluée avec bienveillance par la section.

L'engagement pour la réduction de l'impact environnemental de nos recherches a déjà une incidence sur l'activité de certain·e·s chercheur.se.s : réduction de la mobilité, calcul de l'empreinte carbone, réorientation des sujets de recherche ou des approches et outils utilisés ; nouvelles pratiques d'observation avec des chercheur·se·s s'impliquant de façon croissante dans le développement d'instrumentation à bas coût carbone (*low cost/ low tech*). S'agissant de l'instrumentation, les travaux associés relèvent pleinement des thématiques de la section 19 et resteront naturellement intégrés à l'évaluation des carrières. Toutefois, si la promotion d'une démarche décroissante devait prendre le pas sur les recherches relevant de la section, cette dernière ne serait alors plus à même de poursuivre l'évaluation et un examen par les sections rattachées à l'INSHS ou à la CID 50 pourrait être envisagé.

À moyen terme, il est probable que des choix communautaires ou institutionnels lourds concernant, notamment, le devenir et l'utilisation de nos (très grandes) infrastructures de recherche entraînent des reconversions thématiques de certains agents, voire ne changent la façon dont nous conduirons nos recherches. Pour certaines TGIR, la réflexion a cependant démarré : par exemple, les dernières prospectives de la FOF (Flotte Océanographique Française) début 2024 en ont fait leur thème central[(2)]. D'autres TGIR n'ont pas encore réellement amorcé leur réflexion. Celle-ci doit être poursuivie, partagée et accompagnée par le CNRS afin de ne pas être clivante pour atteindre le but recherché : continuer à faire progresser la connaissance tout en limitant l'empreinte carbone des recherches nécessaires pour le faire.

Enfin, la section tient à réaffirmer que la surmobilité géographique (conférences, visites, réunions en présentiel) n'est pas considérée dans les évaluations de carrière ou les recrutements. La section évalue l'impact des travaux de recherche sur les communautés nationale et internationale, évaluation décorrélée des distances parcourues.

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 220 (228)

D. Revues prédatrices : inventaire et constat, sujet émergent

Depuis la fin des années 2000, des revues scientifiques dites « prédatrices » ont vu le jour. Celles-ci sont caractérisées par des sollicitations agressives par courriels, un manque d'éthique, l'absence de précisions sur l'éditeur et le comité éditorial, la pauvreté de l'examen par les pairs, une absence d'indexation et la promesse d'une publication rapide (de La Blanchardière *et al.* 2021). Suite à ce phénomène préoccupant, le CS du CNRS a recommandé la diffusion large du rapport *Combatting Predatory Academic Journals and Conferences* qui dresse un bilan et des recommandations sur ce sujet. Celui-ci rappelle notamment les effets nuisibles de ce type de publication et le fait qu'il est de plus en plus difficile d'identifier, de suivre et de surveiller les revues et les conférences prédatrices. La section 19 – qui invite la communauté à prendre connaissance de ce rapport – s'inquiète de cette évolution et insiste sur l'importance de sanctuariser l'évaluation par les pairs dans la production scientifique.

Même si la section ne recommande pas à ce stade d'établir une liste de revues prédatrices pour l'ensemble des thématiques de la section 19, elle met en garde la publication dans certaines revues, comme par exemple celles du groupe MDPI (cf. Oviedo-Garcia 2021). Recourir à ce type de revues valide leur modèle économique toxique fondé sur des modèles « payer pour publier » (avec comme extrême l'apparition des *paper mills*) au mépris parfois d'un examen rigoureux par les pairs. Même si cela ne constitue pas pour le moment un critère d'évaluation, cette dérive pourrait impacter à l'avenir les critères bibliométriques et notamment le nombre de publications, leur qualité et réelle visibilité. L'ensemble des chercheur·se·s se doit d'agir contre cette pratique. En ce sens, l'une des propositions du rapport *Combatting Predatory Academic Journals and Conferences* qui concerne la possibilité d'offrir une formation solide à différents niveaux (étudiants des cycles supérieurs jusqu'aux chercheur·se·s et superviseurs) afin de sensibiliser et de réduire au minimum les risques, la vulnérabilité et la tentation d'utiliser (ou de promouvoir) ces pratiques est une piste intéressante.

La section 19 est attentive à la qualité de la recherche plus qu'à sa quantité. Elle recommande aux jeunes générations de ne pas se soumettre à la logique du *publish or perish* qui a ouvert la voie à ce type de revues.

E. Charge administrative

Au-delà du problème d'investissement des chercheur·se·s pour des tâches qui devraient être portées par des ITA (cf. IV.F.), un ressenti général (à l'échelle du CNRS) concerne le temps et l'énergie consacrés à des tâches administratives toujours plus lourdes et plus complexes. Les tutelles ne semblent pas avoir pris la mesure de leur impact sur le quotidien et la charge mentale qu'elles imposent aux personnels CNRS.

Un problème récurrent est la mise en service prématurée d'outils dont les dysfonctionnements prolongés et le manque d'ergonomie font perdre un temps précieux aux chercheur·se·s qu'elles ou ils ne peuvent plus consacrer à leur recherche, leur(s) encadrement(s), et leurs responsabilités collectives. Un exemple emblématique est donné par Etamine et Notilus, censés fluidifier les démarches pour la demande, le suivi et les retours de missions et qui ont abouti à multiplier les interventions humaines (validation), et à imposer la dématérialisation des justificatifs sans que celle-ci dispense de présenter les originaux (justificatifs dont l'obtention réclame aussi la bienveillance des restaurateurs pour les groupes). Tout ceci s'ajoute à la bureaucratie associée aux projets (H2020, PEPR, ERC, ANR, ADEME, etc.), la nécessité de multiplier les demandes pour obtenir un soutien de base, le recrutement de doctorant.e.s/ postdoctorant·e·s dans un écosystème de financement en perpétuelle mutation et toujours plus compétitif.

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 221 (229)

En parallèle, les chercheur·se·s doivent faire face à une pression croissante liée à la sobriété, l'égalité, la protection des données, l'éthique et sont soumis à une recrudescence de sollicitations légitimes de la société civile pour la formation et la médiation dans un contexte de changement climatique, de pandémie. Ces nouvelles attributions données aux chercheur·se·s entraînent une diminution significative du temps de recherche par chercheur.se qui appelle un renforcement des effectifs.

F. Pérennisation des moyens et des compétences

Le manque de personnel IT et l'évolution du paysage des carrières des IT[3] se traduit par un surinvestissement des chercheur·se·s autour des plateformes instrumentales/ analytiques ou services nationaux, qu'ils sont parfois seul·e·s à faire tourner. Un rééquilibrage nécessiterait de quantifier au niveau national le rapport ITA/ (EC+C) par BAP (admin et technique) des laboratoires, à mettre en parallèle avec l'investissement de chaque unité dans l'observation, en particulier dans les SNO. Avec des IT/ BIATSS qui ont plus de 50 ans et 25 % plus de 55 ans, le nombre de départs à la retraite va fortement augmenter dans les années à venir avec le risque de perdre des compétences en cas non-remplacement. Aux difficultés d'obtenir des postes pour compenser ces départs, s'ajoute la difficulté de trouver des personnes compétentes. Il existe ainsi des difficultés de recrutement IT sur plusieurs métiers touchant à l'informatique et au calcul scientifique, certains modèles numériques reposant de fait en grande partie sur les chercheur.se.s. De fait, les CDD occupent une place croissante dans le fonctionnement des plateformes instrumentales/ analytiques ou services nationaux, ce qui se traduit par la difficulté de maintenir les expertises. Lorsque les IT sont en charge de plateformes, la promotion de ceux ayant un profil recherche sans responsabilité administrative additionnelle est difficile. Ajoutons que les salaires et les évolutions de carrière se traduisent par des problèmes d'attractivité pour le personnel technique non-ingénieur. Les fonctions de recherche, qu'elles soient au sein des UMR ou des OSU (par exemple au niveau des Pôles instrumentaux/ plateformes mutualisées qui permettent de maintenir des compétences entre plusieurs ingénieurs de plusieurs UMR), devraient donc être mieux valorisées pour ne pas démotiver, voire perdre des compétences. En particulier, cela passe par une meilleure valorisation des travaux des ingénieur·e·s de recherche, qui permettent le maintien de nombreuses plateformes/ compétences au sein des unités, et qui sont parfois publiants/ HDR ou conduisent des projets en propre.

Certains laboratoires connaissent une perte de compétences nécessaires au maintien d'activités essentielles. Ces difficultés peuvent être liées à des départs à la retraite qu'il faut pouvoir anticiper. Citons, par exemple, le départ à 5-10 ans de la première génération de modélisateurs.rices du climat. Cela va demander une réflexion pour former et recruter la prochaine génération sur les questions fondamentales restant à résoudre, et sur les questions émergentes aux interfaces avec d'autres sciences. Dans une moindre mesure, les départs de chercheur·se·s expérimenté·e·s appelé·e·s à occuper des tâches managériales à haut niveau sont souvent annoncés sans réelle anticipation. Ils privent les laboratoires d'expertises reconnues et d'animation pour les groupes de recherche.

G. Science de la donnée

Concernant également les besoins, on constate dans nos laboratoires un manque d'expertise en science de la donnée (et donc en intelligence artificielle) que ce soit pour les données océaniques (satellites, modèles, acquisition *in situ* autonome, imagerie du plancton, génomique, etc.) ou atmosphériques (bases de données issues d'observations ou de modèles numériques, etc.), et que les données

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 222 (230)

soient acquises par des services nationaux d'observation ou par des instrumentations de plus en plus sophistiquées qui enregistrent des données à haute fréquence temporelle. Toutes ces approches génèrent des volumes de données considérables et leur analyse requiert des compétences dans le domaine des sciences de la donnée. Ce besoin doit passer par le recrutement d'ITA et de chercheur.se.s. En ce qui concerne les ITA, la politique de CNRS Terre & Univers en matière de données et la volonté affichée de soutenir principalement les activités liées à la production directe de données et des services d'observations semble engendrer un certain malaise au sein de la communauté informatique exclue de ce cadre. Ces agent·e·s ont un peu l'impression de ne pas être suffisamment reconnu·e·s par CNRS Terre & Univers et d'avoir des activités difficilement valorisables.

H. Évolution et émergence des thématiques

Le développement et l'émergence de nouvelles thématiques impliquent souvent, pour les laboratoires, la nécessité de devoir faire des choix et de devoir mettre en dormance, voire supprimer, certaines activités ou thématiques. Les nécessités de recrutement pour accompagner les nouveaux besoins en lien avec les grandes transitions scientifiques en cours rencontrent aussi des obstacles liés à la disponibilité des compétences et à l'attractivité des postes qui prennent de grandes proportions, comme en témoigne la baisse des candidatures CRCN en section 19[(4)]. Ces besoins couvrent des thématiques émergentes aux interfaces entre différents domaines (interface atmosphère-vivant/ biologie ; interface cycles éléments trace et leurs isotopes/ génomique et de façon moins spécifique interface chimie/ biologie ; interface des modélisateurs du climat avec les SHS) et nécessitent des profils pluridisciplinaires, mais le nombre de postes disponibles reste limité. Les stratégies de candidatures devraient pouvoir être articulées en concertation avec les différents instituts concernés. Les commissions interdisciplinaires (pilotées par un institut, mais impliquant plusieurs instituts qui décident ensemble de postes qu'ils soutiennent) du CoNRS sont un moyen d'y arriver, mais le nombre de postes reste faible et même en diminution en 2024 pour la CID 52 alors que nous observons un nombre croissant de candidatures en CID 52 et CID 55.

Références

Bosquet, C., Combes, P. P., & Garcia-Peñalosa, C., *Pourquoi les femmes occupent-elles moins de postes à responsabilité ?*, LIEPP Policy Brief, 14, 1-6, 2014.

Dardenne, B., Dumont, M. & Bollier, T, Insidious dangers of benevolent sexism : consequences for women's performance, *Journal of personality and social psychology*, vol. 93, n° 5, p. 764, 2007.

Direction des ressources humaines du CNRS, *Parcours de chercheur·e au CNRS*. Étude pilotée par Sandrine Julien sous la responsabilité de Florence Bouyer, 2013.

Insee, *Données détaillées de l'enquête Emploi du temps 2009-2010*, Insee Résultats, n° 130 Société, juin 2012.

Jolly S., Griffith KA, DeCastro R., *et al.*, *Gender differences in time spent on parenting and domestic responsibilities by high-achieving young physician-researchers*. Annals of Internal Medicine,160(5) : 344–353, 2014.

Kabla-Langlois, I., & Nisslé, C. V., *Enseignement supérieur, recherche et innovation : Vers l'égalité femmes-hommes*. Chiffres clés, 2020.

Kim, S. D. & Moser, P., Women in science. Lessons from the baby boom (No. w29436). *National Bureau of Economic Research*, 2021.

Loison, A., Paye, S., Schermann, A., Bry, C., Gaillard, J. M., Pelabon, C., & Bråthen, K. A., The domestic basis of the scientific career : gender inequalities in

Rapport_conjoncture_2024_V8_24165 - 24.1.2025 - 09:22 - page 223 (231)

ecology in France and Norway. *European Educational Research Journal*, 16(2-3), 230-257, 2017.

Mairesse, Pezzoni & Visentin, Impact of family characteristics on the gender publication gap : evidence for physicists in France. *Interdisciplinary Science Reviews*, 44:2, 204-220, DOI : 10.1080/03080188.2019.1603884, 2019.

Oviedo-García, M. A., Journal citation reports and the definition of a predatory journal : The case of the Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), *Research Evaluation*, Volume 30, Issue 3, July 2021, Pages 405–419a, https://doi.org/10.1093/reseval/rvab020, 2021.

Notes

(1) Depuis le début de son mandat, la section a instauré un rendez-vous annuel de 1,5 h en visioconférence après sa session d'automne afin d'échanger de manière informelle avec les DU (des laboratoires ayant la section 19 en section principale ou secondaire). À partir de 2023, nous avons également instauré des entretiens dans la mesure du possible avec les DU et leur équipe de direction pour les labos étant évalués à vague la même année. Enfin, nous avons sollicité les DU pour avoir leurs retours sur certains points que nous souhaitions aborder dans ce rapport.

(2) https://www.flotteoceanographique.fr/Demain-la-Flotte-oceanographique.

(3) Éléments factuels sur l'évolution des métiers de support et soutien à la recherche (IT/ BIATSS). En comparant les viviers entre 2016 et 2022 des ITA de 19 laboratoires ayant la section 19 comme section principale, on constate (1) un glissement de la pyramide des âges passant d'un âge moyen en 2016 de 46,3 ans à 48,7 ans en 2022, plus de la moitié des agents ont plus de 50 ans, (2) une augmentation de 9 % des effectifs en lien avec l'augmentation dans les universités (+20 %) et les autres organismes (+12 %) contre une stabilité des effectifs au CNRS (3) pour les agents CNRS, une réduction des effectifs des T et AI au profit d'une augmentation de 20 % des effectifs IR, augmentation des IR également constatée à l'université (cette augmentation sensible du nombre d'IR au CNRS affecté·e·s dans les laboratoires traduit sûrement la volonté du CNRS de se concentrer sur son cœur de métier, le soutien à la recherche, au détriment du support, externalisé vers les OSU ou les universités comme en témoigne l'augmentation de sa population) (4) une augmentation de 20 % des effectifs de la BAP J « Gestion et pilotage » (+50 % pour les autres organismes (IRD, Météo-France, etc.) ; +13 % pour les universités et +8 % au CNRS) ; on constate un triplement des effectifs des IR de cette BAP, en lien probable avec le recrutement de responsables administratifs dans les laboratoires.

(4) En 2023, une baisse du nombre de candidatures CR en section 19 a été constatée. Elles sont passées de 70 en 2022 à seulement 48 en 2023. Cette baisse est attribuable en particulier à une baisse des candidatures en physique de l'atmosphère (de 19 en 2022 à 6 en 2023). Ce déficit de candidatures s'est en partie comblé en 2024 avec 60 candidatures. Même si ces chiffres ne portent que sur 3 années, il faudra rester vigilant sur cette évolution et en comprendre – si elle se confirmait – les raisons.