



Rapport de stage

AGATHE GABRION

STAGE EN LABORATOIRE
INSTITUT DES GÉOSCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT
PRÉPA DES INP

2 mai 2022 - 10 juin 2022

Tuteurs école :

Tuteur Prépa : GILLES DURAND
gilles.durand@grenoble-inp.fr

Président du jury : STÉPHANE PIGNARD
stephane.pignard@grenoble-inp.fr

Tuteur entreprise :

THIERRY PELLARIN
Directeur adjoint
thierry.pellarin@univ-grenoble-alpes.fr

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon stage et qui m'ont aidée lors de la rédaction du présent rapport. Tout d'abord, je tiens à remercier vivement mon maître de stage, **M. Thierry Pellarin**, directeur adjoint au sein de l'IGE¹, pour son accueil, le temps passé ensemble et le partage de son expertise au quotidien. Grâce aussi à sa confiance j'ai pu m'accomplir totalement dans mes missions. Je remercie également toute l'équipe PHyREV² ainsi que les différentes personnes que j'ai été amenée à rencontrer, qu'elles soient doctorantes, ingénierues, ou membres de l'administration, pour leur accueil, leur disponibilité et leur bienveillance. J'adresse par ailleurs mes remerciements à mon professeur et tuteur à la Prépa des INP³, **M. Gilles Durand**, pour son accompagnement et sa disponibilité durant mes six semaines de stage, ainsi qu'aux **responsables et personnels de la Prépa des INP** de Grenoble qui ont su faire preuve de réactivité. Enfin, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont conseillée et relue lors de la rédaction de ce rapport de stage : ma famille et mes amis **Samy A. & Estelle G.**, camarades de promotion.

Résumé

Dans le cadre de ma formation à la Prépa des INP de Grenoble, j'ai réalisé un stage de découverte en laboratoire d'une durée de six semaines. Ainsi, du 2 mai au 10 juin 2022, j'ai intégré l'IGE auprès de M. Thierry Pellarin. L'IGE est une Unité Mixte de Recherche (UMR) située sur le campus de Saint Martin d'Hères et menant des recherches sur le climat et l'anthropisation de notre planète. J'ai eu l'occasion d'intégrer une de ses huit équipes de recherche afin de mener une mission visant à identifier l'origine des sécheresses en Afrique. Ce stage fut pour moi l'occasion de découvrir le monde du laboratoire et de la recherche au travers de ses acteurs, de son fonctionnement administratif et économique, et de son organisation. Ces six semaines m'ont également permis de mettre à profit les connaissances acquises en informatique lors de mon cursus à la Prépa des INP, ainsi que de transposer les compétences de travail acquises durant les trois dernières années hors d'un contexte scolaire. Cette expérience fut riche en connaissances et en rencontres. Elle m'a aussi donné de nouvelles motivations et de nouveaux objectifs pour mon futur métier, et a conforté mon choix d'école.

-
1. Institut des Géosciences de l'Environnement
 2. Processus Hydrologiques et Ressources en Eau Vulnérables
 3. Institut National Polytechnique

Table des matières

Remerciements & Résumé	1
1 Introduction	3
2 Présentation du laboratoire	4
2.1 Présentation de l'unité	4
2.2 Présentation de l'OSUG	7
2.3 Présentation de l'équipe PHyREV	8
3 Fonctionnement du laboratoire	9
3.1 Gouvernance de l'unité	9
3.2 Pilotage de l'unité	10
3.3 Budget & financement	11
4 Vie interne du laboratoire	17
4.1 Membres de l'UMR	17
4.1.1 Membres permanents	18
4.1.2 Membres non-permanents	19
4.2 Activités de l'UMR	20
4.3 Conditions de travail	22
5 Déroulement du stage	24
5.1 Mission de stage	24
5.2 Expérience personnelle	27
5.2.1 Découverte du monde du laboratoire	27
5.2.2 Éthique de l'ingénieur	27
5.2.3 Choix d'écoles	29
6 Conclusion	30
Annexes	I
Sources	VIII
Acronymes	IX
Glossaire	XI
Table des figures	XIII

1 Introduction

Notre dernière année à la Prépa des INP⁴ s'achève par un stage ouvrier ou en laboratoire d'une durée de six semaines. Son objectif est de nous permettre de découvrir le monde de l'industrie ou de la recherche au travers d'une première expérience.

Loin d'être certaine de trouver un stage dans un domaine qui me plairait, j'ai candidaté auprès de laboratoires travaillant sur de multiples thématiques. Après quelques dizaines de candidatures vaines, M. Thierry Pellarin, directeur adjoint de l'IGE⁵, m'a proposé un stage au sein de son équipe. La mission qu'il m'a proposée ainsi que la thématique de recherche du laboratoire m'ont tout de suite plu. J'ai donc intégré l'IGE du 2 mai au 10 juin 2022 dans le bâtiment OSUG-B situé au [460 rue de la piscine](#) sur le campus de Saint Martin d'Hères.

Ayant auparavant eu l'occasion de travailler dans différentes entreprises, j'ai préféré saisir l'opportunité de ce stage de fin de cursus pour découvrir la vie et le travail en laboratoire, qui m'étaient jusqu'alors inconnus. L'idée de pouvoir mener un projet, à petite échelle certes, me faisait très envie, bien que j'appréhendais un peu le fait de devoir prendre des initiatives et d'avoir des responsabilités. J'attendais de ce stage de pouvoir découvrir les caractéristiques majeures du fonctionnement d'un laboratoire, comme par exemple les employés qui le composent et leur mission au quotidien, ou encore la gestion du budget et l'origine des financements. Durant mes six semaines à l'IGE, j'ai pu répondre à toutes ces questions.

L'IGE est une UMR travaillant sur le climat et l'anthropisation de notre planète. Divisé en huit équipes, j'ai intégré durant six semaines l'équipe PHyREV⁶ qui s'intéresse plus spécifiquement aux ressources en eau. La mission qui m'a été confiée concerne les origines spatiale et temporelle des sécheresses sur le continent africain.

En amont du stage, ce que j'avais le plus hâte de découvrir était : **À quoi ressemble le quotidien au sein d'un laboratoire de recherche ?** Afin de répondre à cette problématique, nous présenterons tout d'abord le laboratoire de manière générale et au travers de ses thématiques. Ensuite, nous étudierons plus en détail son fonctionnement au travers de sa structuration, de sa gestion du budget et de ses membres. Enfin, j'évoquerai le métier d'ingénieur, ma mission, et mon expérience durant le stage.

4. Institut National Polytechnique

5. Institut des Géosciences de l'Environnement

6. Processus Hydrologiques et Ressources en Eau Vulnérables

2 Présentation du laboratoire

2.1 Présentation de l'unité

Présentation L’Institut des Géosciences de l’Environnement (IGE) est un laboratoire public de recherche en Sciences de la Planète et de l’Environnement. Il fait partie de l’OSUG, que l’on présentera dans la sous-partie 2.2 suivante, dont il représente environ 20% des effectifs. Créé le 1er janvier 2017, il résulte de la fusion de deux unités de recherche en géosciences externes : le Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l’Environnement (LGGE) et le Laboratoire d’étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE).

Thématiques scientifiques L’IGE mène ses recherches sur le climat et l’anthropisation de notre planète en combinant glaciologie, hydrologie, océanographie, sciences atmosphériques et environnementales, sciences inter et transdisciplinaires menées avec les sciences humaines et sociales et/ou les acteurs socio-économiques. Les thématiques scientifiques couvertes par l’IGE sont :

- les évolutions passée et présente de la composition de l’atmosphère ;
- le rôle des zones polaires dans le fonctionnement du système climatique ;
- l’océan global : circulation multi-échelle, transports biogéochimiques et échanges avec les milieux connexes ;
- le processus de vulnérabilité de la Zone Critique (ZC) pour une meilleure gestion et protection des ressources et milieux ;
- l’hydro-glacio météorologie des bassins en zone de relief ;
- l’intensification du cycle hydrologique et les interactions avec les sociétés.

Les équipes se distribuent entre ces différentes thématiques scientifiques avec une spécialité forte autour de la **régionalisation du climat**. L’IGE se démarque par sa capacité à travailler sur tous les milieux externes de la planète : océan, atmosphère, eau, neige et glace, sols, dans un gradient climatique extrême allant des pôles aux régions tropicales en passant par les régions de montagne.

Localisation Le laboratoire est installé sur trois sites du campus de Grenoble :

- le site Glaciologie (bâtiment CNRS, autrefois site du LGGE) ;
- l’OSUG-B (bâtiment UGA, autrefois site du LTHE) ;
- la Maison Climat Planète (MCP) inaugurée en 2020 et reliée à l’OSUG-B.

Ces espaces de travail occupent une surface de plus de 6000m², dont 1200m² dédiés aux travaux expérimentaux et aux manipulations. Parmi l’équipement présent à l’IGE, on compte 10 chambres froides dont la température est comprise entre 0°C et -50°C, et 150m² de chambres sans poussières. Le bureau où j’ai travaillé durant mes six semaines de stage est situé dans le bâtiment OSUG-B qui accueille les équipes PHyREV, CHIANTI et HyDRIMZ ainsi que le service informatique et le Service Technique (ST).



(a) Plan des bâtiments de l'IGE
 Source : [Site de l'IGE](#)

(b) Bâtiment OSUG-B

FIGURE 2.1: Localisation de l'IGE

Organisation L'IGE est structuré en 8 équipes de recherche listées ci-dessous. Les équipes de recherche sont les entités fonctionnelles qui conduisent les activités scientifiques de l'unité. Elles constituent les briques de base de la vie scientifique et humaine du laboratoire.

- Chimie atmosphérique ([CHIANTI](#))
- Dynamique des calottes et glaciers ([CRYODYN](#))
- Climat-Cryosphère-Hydrosphère ([C2H](#))
- HydroMétéorologie, Climat et Interactions avec les Sociétés ([HMCIS](#))
- Eau, sol, sédiment, qualité ([HyDRIMZ](#))
- Carottes, Climat, Chimie ([ICE3](#))
- Modélisation des écoulements océaniques multiéchelles ([MEOM](#))
- Processus Hydrologiques et Ressources en Eau Vulnérables ([PHyREV](#)) que l'on présentera dans la sous-partie 2.3.

Plusieurs autres acteurs contribuent à la vie scientifique à l'IGE. C'est le cas des **Services Nationaux d'Observations** (SNOs), des **Laboratoires Mixtes Internationaux** (LMIs) et des **plateaux**⁷. Ces différents acteurs sont répertoriés dans l'organigramme complet de l'IGE en annexe .1.

Tutelles L'IGE est une UMR et ne dispose pas d'entité juridique, mais est plutôt considéré comme un service partagé de ses établissements de tutelle. Ces derniers possèdent, eux, une appartenance juridique. Les établissements de tutelle sont les employeurs de la grande majorité des personnels du laboratoire, détiennent également les comptes bancaires, et sont propriétaires ou gestionnaires des locaux. De manière concrète, ce sont les tutelles qui contractualisent, et qui payent les factures.

7. moyens analytiques et techniques du laboratoire

Les tutelles de l'IGE sont :



- le **Centre National de la Recherche Scientifique** (CNRS)
Fondé en 1939 avec pour but initial de coordonner l'activité des laboratoires en vue de tirer un rendement plus élevé de la recherche scientifique, le CNRS s'est depuis orienté vers la recherche fondamentale. Juridiquement, il s'agit aujourd'hui d'un *Établissement public à Caractère Scientifique et Technologique (EPST)* placé sous la tutelle administrative du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.
- l'**Institut de Recherche pour le Développement** (IRD)
L'IRD est un établissement public français placé sous la double tutelle des ministères de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation, et de l'Europe et des Affaires étrangères. Son statut juridique est également un EPST. Il défend un modèle original de partenariat scientifique équitable avec les pays du Sud, et une science interdisciplinaire et citoyenne, engagée pour la réalisation des objectifs de développement durable.
- l'**Université Grenoble Alpes** (UGA)
L'UGA est le principal établissement d'enseignement supérieur de la métropole grenobloise. Sur le plan juridique, l'UGA est un *Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel (EPSCP)*. Dans sa forme actuelle, l'université est issue de la fusion de trois universités créées après mai 1968 (Grenoble-I, Grenoble-II et Grenoble-III), et de l'intégration partielle de l'Institut polytechnique de Grenoble (Grenoble INP), de l'**école nationale supérieure d'architecture** et de l'**Institut d'études politiques**.
- **Grenoble INP**
L'Institut polytechnique de Grenoble, ou Grenoble INP, est un établissement d'enseignement supérieur et de recherche fondé à Grenoble en 1900. Rassemblant 9000 étudiants et 400 enseignants chercheurs⁸, c'est l'une des 204 écoles d'ingénieurs françaises accréditées au 1er septembre 2020 à délivrer un diplôme d'ingénieur. Grenoble INP est un EPSCP, auquel s'applique le statut juridique de grand établissement, qui est un type particulier d'EPSCP. Depuis le 1er janvier 2020, l'institut est un établissement-composante de l'UGA.

Terrains de recherche L'IGE étend sa recherche à diverses zones géographiques, là où les enjeux sociétaux et environnementaux sont les plus prégnants :

- les **régions polaires**, où le réchauffement est deux fois plus rapide que sous nos latitudes, et dont les calottes sont des témoins des changements ;

8. chiffres datant de 2020

- la **zone intertropicale**, où le changement climatique, les pressions urbaine et démographique accentuent les tensions déjà fortes sur l'usage des terres et l'accès aux ressources en eau, et sont des sources inquiétantes de conflits ;
- les **zones de montagne**, où les glaciers sont à la fois des ressources d'eau vitales, mais aussi l'origine de potentiels risques naturels.

Chaque année, le personnel du laboratoire réalise des missions dans les régions polaires d'une durée pouvant aller de plusieurs semaines à plusieurs mois. D'autre part, dans le cadre de chantiers en partenariats avec des pays du Sud, des missions de longue durée sont réalisées en Afrique de l'Ouest (Bénin, Côte d'Ivoire), en Amérique du Sud (Bolivie, Pérou, Équateur) et en Asie du Sud-Est (Vietnam, Népal).



FIGURE 2.3: Terrains de recherche de l'IGE
Source : Diaporama de l'Assemblée Générale du 25 février 2021

2.2 Présentation de l'OSUG

Structure L'Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble ([OSUG](#)) est une structure fédérative⁹ rassemblant 9 unités et 5 équipes de recherche autour de missions d'observation, de recherche, de formation et de diffusion des savoirs. Fondé en 1985, l'OSUG oeuvre dans tous les domaines des Sciences de l'Univers, de la Terre et de l'Environnement. Son rôle est de fédérer, coordonner et mutualiser les personnels et les moyens de ses unités.



9. regroupement d'unités de recherche qui ont un projet scientifique en commun

Organisation L'OSUG est constitué de plusieurs entités assurant la direction de l'organisation. Ces unités sont listées ci-dessous et sont rassemblées dans l'organigramme en annexe .4.

- le **bureau de l'OSUG**, composé de la directrice, des 4 directeur·trice·s adjoint·e·s et de la directrice administrative ;
- le **conseil de l'OSUG**, formé de membres élu·e·s et nommé·e·s, et qui s'apparente au conseil d'administration de la structure ;
- le **comité de direction de l'OSUG**, composé du bureau ainsi que des directeur·trice·s de laboratoires et équipes associées ;
- des **commissions de l'OSUG**, formées de membres élu·e·s et nommé·e·s.

Localisation Les 9 laboratoires composant l'OSUG sont répartis en majeure partie sur le campus de Saint Martin d'Hères (campus de l'UGA), mais trois bâtiments se situent sur le campus du Bourget du Lac (Savoie Technolac).

2.3 Présentation de l'équipe PHyREV

Description L'équipe PHyREV s'intéresse aux problématiques suivantes :

- Comment répondre aux enjeux concernant le devenir des ressources en eau (aquifères, eau de surface) à une **échelle régionale** à partir de la connaissance des processus identifiés aux **échelles inférieures** (parcelle, versant, bassin versant élémentaire) ?
- Quelles sont les **interactions entre les processus de surface et la recharge des aquifères**¹⁰ et dans quelle mesure est-il nécessaire de prendre en compte ces interactions pour prévoir la disponibilité des ressources en eau et les aléas hydrologiques ?

De manière concrète, l'équipe PHyREV s'intéresse aux différents flux et réservoirs du cycle de l'eau, avec un focus historiquement fort sur l'Afrique de l'Ouest, où les pressions anthropiques et climatiques sur la ressource en eau sont en augmentation. Son objectif est de mieux comprendre les interactions entre modifications du cycle de l'eau et changements environnementaux pour mieux en documenter les trajectoires actuelles et futures, notamment pour des régions particulièrement vulnérables comme l'Afrique sub-saharienne. Les domaines d'expertises de l'équipe comprennent la pluviométrie, les ressources en eau souterraine, la zone non saturée, la production du ruissellement et l'évapotranspiration.

Effectifs Au 1er janvier 2019, l'équipe PHyREV était composée de :

- 9 chercheur·se·s et 4 enseignant·e·s-chercheur·se·s ;
- 1 CNAP¹¹ ;
- 2 ingénieur·e·s et technicien·ne·s (IT) ;

10. formation géologique contenant de l'eau

11. statut détaillé dans la sous-partie 4.1

- 4 doctorant·e·s ;
- 2 CDDs en appui.

Chaque membre de l'équipe effectue son travail de recherche de manière individuelle à une certaine échelle. Les équipes au sein d'un laboratoire sont construites autour de thématiques communes. Pour l'équipe PHyREV, cette thématique est la ressource d'eau en Afrique de l'Ouest.

3 Fonctionnement du laboratoire

3.1 Gouvernance de l'unité

Pour assurer la gouvernance de l'unité, l'IGE possède 3 services communs à ses équipes et regroupés dans l'organigramme fonctionnel de l'unité en annexe .2 :

- le Service Administratif (SA)
- le Service des Systèmes d'Information (SSI)
- le Service Technique (ST)

Service Administratif Le SA est divisé en trois pôles :

- le pôle **ressources humaines**, constitué de trois gestionnaires chargé·e·s d'accueillir les nouveaux entrants, d'assurer le suivi administratif des dossiers du personnel, et de traiter les demandes de formation ;
- le pôle **gestion financière**, composé de sept gestionnaires qui traitent les demandes de mission, ainsi que les demandes d'achat ;
- le pôle **contrats de recherche**, dont les quatre gestionnaires s'occupent d'aider les personnels au montage et à la gestion de leurs contrats de recherche.

Service des Systèmes d'Information Le SSI s'appuie sur une dizaine de personnes et est commun à l'IGE et au LECA¹². Il assure des missions de fonction support associées aux diffusions web et à l'administration des systèmes informatiques et des réseaux, et des fonctions d'appui à la recherche.

Service Technique Le ST regroupe une vingtaine de personnels permanents issus des anciens services techniques du LGGE et du LTHE, ainsi que plusieurs CDDs en fonction de l'activité. Les missions du ST s'articulent autour de cinq axes d'activités :

- le soutien aux activités de forage et carottage glaciaire ;
- le soutien aux services d'observation et aux mesures de terrain ;
- le développement instrumental de terrain ou de laboratoire ;
- le soutien à certaines activités analytiques du laboratoire ;
- la maintenance des infrastructures, en particulier au bâtiment Glaciologie.

12. Laboratoire d'Écologie Alpine faisant partie de l'OSUG

3.2 Pilotage de l'unité

L'équipe de Direction est composée du directeur de l'unité, M. Dommergue, ainsi que de cinq directeur·trice·s adjoint·e·s. Outre la gouvernance «interne», la Direction de l'IGE participe notamment mensuellement au Comité de direction de l'OSUG. Afin d'assurer le pilotage du laboratoire, l'équipe de Direction s'appuie sur deux instances principales : le Conseil au Pilotage Scientifique (CaPS) et le Conseil de Laboratoire (CdL), ainsi que sur plusieurs autres équipes regroupées dans l'organigramme de la Direction en annexe .3.

Conseil d'aide au Pilotage Le CaPS est constitué des responsables des 8 équipes de recherche et des responsables de service. Son objectif est d'effectuer une programmation commune des actions de recherche. Il conseille la Direction sur les différentes sollicitations scientifiques extérieures, coordonne les ambitions scientifiques des équipes, et élabore la stratégie scientifique à court et moyen termes de l'IGE. Cette instance se réunit hebdomadairement et joue un rôle clé dans la programmation à haute fréquence des activités de recherche.

Conseil de Laboratoire Le CdL réunit les 6 membres de la Direction, ainsi que des membres élus et nommés des différentes catégories de personnels :

- les 3 chefs des services SA, ST, et SSI ;
- 3 représentant·e·s des doctorant·e·s et des post-doctorant·e·s ;
- 3 représentant·e·s des IT ;
- 5 représentant·e·s des chercheur·se·s et enseignant·e·s-chercheur·se·s.

Il se réunit au moins six fois par an pour traiter des questions relatives à l'organisation et au fonctionnement de l'unité (budget, ressources humaines, formation, questions relatives à la vie au travail, à la politique environnementale, etc). Le CdL s'appuie sur des commissions telles que la commission des finances, les cellules Développement Durable et Qualité de Vie au Travail et les conseils des AP.

Équipes complémentaires Comme on peut le voir sur l'organigramme de la Direction page III, il existe 6 autres équipes permettant de piloter l'unité :

- la **commission informatique**, qui permet d'identifier les besoins nouveaux, de faire remonter les difficultés rencontrées, et de conseiller la Direction et le SSI sur les choix stratégiques à adopter ;
- le groupe **Transition IGE (T-IGE)**, qui rassemble une cinquantaine de personnes afin d'organiser la transition énergétique du laboratoire ;
- le **Groupe d'Action et de Réflexion sur l'Enseignement (GARE)**, dont les actions permettent le recrutement de nouveaux·illes enseignant·e·s-chercheur·se·s, et l'organisation du potentiel de formation de l'UMR ;
- les **Assistant·e de Prévention (AP)**, qui mènent des actions de prévention des risques spécifiques à l'IGE, d'organisation et de suivi des formations, dans

- le but d'assurer la sécurité au sein des infrastructures ;
- la **cellule communication**, coordonnée par le SA, et qui a pour objectifs la communication en interne et en externe, ainsi que le développement et la maintenance d'outils de communication online¹³ ;
 - le groupe **Handicap**, qui veille à l'inclusion de l'ensemble du personnel.

Conclusion Les deux sous-parties précédentes nous ont permis de présenter la structure de la Direction de l'IGE, ainsi que les différentes instances qui l'accompagnent dans le pilotage du laboratoire. Ces différents groupes, composés de personnels du laboratoire, se réunissent de manière régulière afin de remplir au mieux leurs missions, et d'assurer un environnement de travail optimal pour la recherche.

3.3 Budget & financement

Contexte Dans cette partie, on s'intéresse au fonctionnement du laboratoire d'un point de vue financier. Pour ce faire, on prend appuis sur des données recueillies dans le document d'auto-évaluation transmis au Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur (Hcéres) pour la campagne d'évaluation ayant eu lieu au cours des années 2019 et 2020. Ainsi, les données ont été collectées sur cinq années entre 2014 et 2018. Cependant, comme expliqué au début de la sous-partie 2.1, l'IGE résulte de la fusion de deux laboratoires en 2017. De ce fait, les données des années 2014 à 2016 correspondent à la somme des budgets du LTHE et du LGGE, et les données des années 2017 et 2018 correspondent aux données financières de l'IGE. Les ressources financières au sein du laboratoire IGE proviennent de deux sources principales, faisant l'objet des paragraphes suivants : les dotations des tutelles et les financements d'appels à projets.

Dotations des tutelles Le soutien financier des tutelles envers l'IGE passe très majoritairement par les salaires des employés. En effet, chaque chercheur·se ou enseignant·e-chercheur·se reçoit un salaire non pas du laboratoire, mais de l'établissement tutelle auquel il·elle est rattaché·e. L'autre partie de la dotation permet au laboratoire de financer la location de ses infrastructures. Le montant de la dotation de chaque tutelle est proportionnel au nombre d'employés de ladite tutelle au sein du laboratoire. On donne ci-après sur la figure 3.1 un graphique de l'origine des dotations de l'IGE sur l'année 2018.

13. *en ligne* : site web, portails, intranet, réseaux sociaux, blog, etc

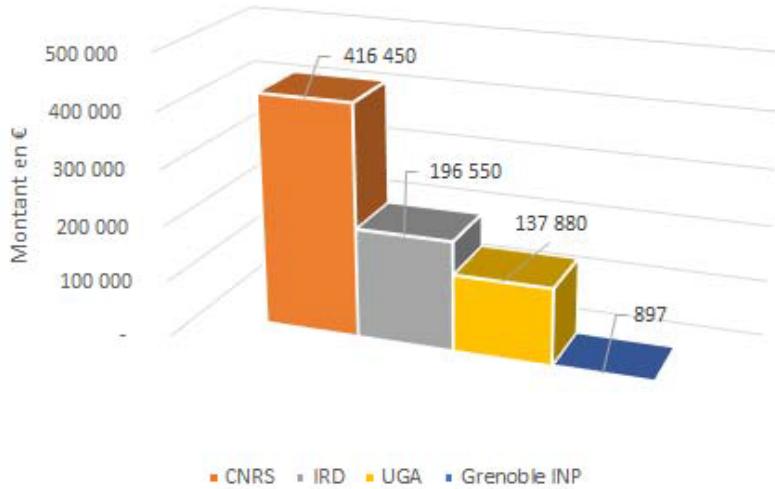


FIGURE 3.1: Origine des dotations de l'IGE en 2018

Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

Contrats de recherche Afin de financer les activités de recherche ainsi que les équipements, et les personnels non-permanents au sein du laboratoire, des contrats sont établis entre l'IGE et différents organismes lançant des appels à projets. La somme décidée par ces contrats est gérée par les tutelles du laboratoire. 80% de cette somme est versée au laboratoire, et 20% est conservée par la tutelle. Le budget généré par ces contrats s'élève en moyenne à 1100 k€ par an, décomposé en :

- complément budgétaire aux dépenses d'infrastructures ;
- 195 k€ pour le fonctionnement des services ;
- 140 k€ aux moyens communs ;
- 205 k€ consacrés au soutien d'actions scientifiques.

La figure .5 en annexe illustre l'origine des contrats pour l'année 2018, et on liste ci-dessous les principaux organismes de financement des contrats :

- les **programmes européens**

Il existe plusieurs programmes de financements à l'échelle européenne. Le plus important est *Horizon Europe*, le programme de financement de l'Union Européenne pour les années 2021 à 2027, possédant un budget de 95,5 Md€.

- l'**Agence Nationale de la Recherche** (ANR)

L'ANR est un établissement public à caractère administratif placé sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation. L'ANR dispose d'un budget d'intervention dédié au financement de la recherche sur projets provenant principalement de la subvention au titre de l'intervention allouée par le ministère. En 2019, le budget d'intervention de l'ANR pour le financement de la recherche était de 708,3 M€.



— le **Programme d'Investissements d'Avenir** (PIA)

Les investissements d'avenir, aussi appelés PIA, sont un programme d'investissement de l'État français pour l'enseignement supérieur et la recherche. Le PIA1 a été initié en 2010 et depuis le début de l'année 2021, le PIA4 est en cours. Le gouvernement a investi 20 Md€ dans ce dernier programme qui durera 5 ans.

— les autres financements publics

On peut recenser plusieurs types de collaborations dans le cadre de financements publics. Tout d'abord, une activité en lien avec des agences spatiales ([CNES](#) ou l'[ESA](#)¹⁴) et avec l'organisation gouvernementale [Mercator Océan International](#) a généré entre 2014 et 2018 un flux financier de 2,8 M€. Un autre type d'activité est la collaboration avec des *Établissement Public à caractère Industriel ou Commercial (EPIC)*, représentant un montant de près de 1,9 M€ de contrats entre 2014 et 2018. Ces activités peuvent concerner par exemple la qualité de l'air dans l'Arve, ou les observations atmosphériques de déchets nucléaires, etc. Enfin, ces financements peuvent également provenir d'entreprises publiques.

Budget En moyenne annuelle sur 2014-2018, le budget total du laboratoire s'élève à **5,4 M€**, réparti en 0,75 M€ de dotation des établissements tutelles et 4,65 M€ de ressources contractuelles issues des projets de recherche. Ces montants n'intègrent pas la masse salariale des personnels permanents, gérée directement par les organismes employeurs. Cette somme s'élève à 9,7 M€ par an sur les années 2016 à 2018. Le budget consolidé du laboratoire, incluant la masse salariale des permanents, est donc de **plus de 15 M€ par an**. Le graphique sur la figure 3.4 montre l'évolution du budget annuel du laboratoire sur la période 2014-2018.

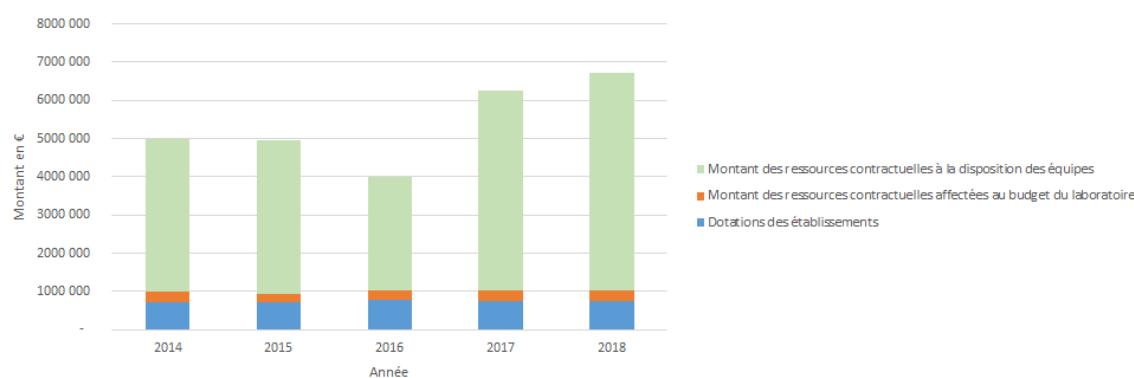


FIGURE 3.4: Ressources financières de l'IGE
Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

14. Centre National d'Études Spatiales & European Space Agency

Budget CO₂ Depuis l'Accord de Paris sur le climat¹⁵ en 2015, on peut parler d'un nouveau type de budget au sein du laboratoire : le budget CO₂. L'IGE a signé en janvier 2020 un **Manifeste environnemental** afin de s'engager à réduire son empreinte carbone, avec comme objectif concret de réduire de moitié les émissions de CO₂ entre 2018 et 2030. En effet, le laboratoire souhaite être en accord avec les thématiques qu'il étudie et les valeurs qu'il défend. Dans cette optique, l'IGE a déjà réalisé 4 bilans Gaz à effet de serre (GES), un chaque année depuis 2018, en prenant en compte toutes les activités pouvant émettre des GES, à l'exception des achats. Les deux figures suivantes montrent la répartition selon les activités des 1359 tonnes équivalent CO₂ (tCO₂éq) émises par l'IGE en 2019, et la répartition et l'évolution des différents postes d'émission CO₂ entre les années 2018 et 2021.

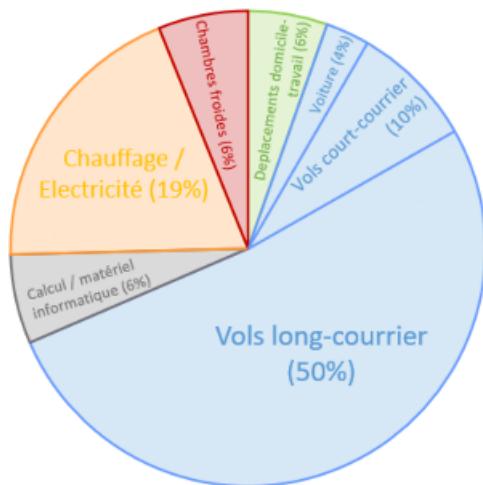


FIGURE 3.5: Répartition des activités en proportion du nombre de tCO₂éq émises
Source : Diaporama de l'Assemblée Générale du 25 février 2021

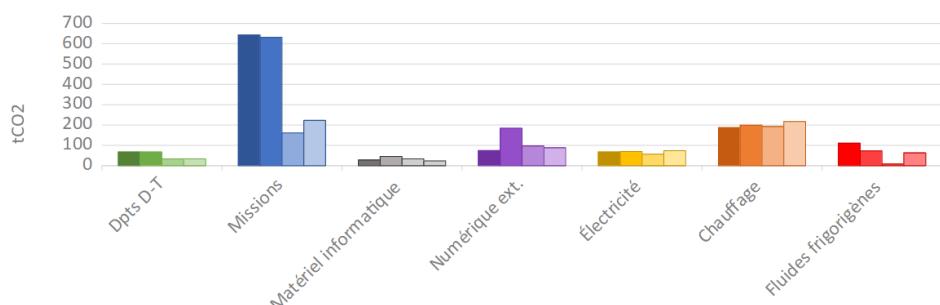


FIGURE 3.6: Répartition et évolution des postes d'émission de l'IGE
Source : Document Évolution du bilan CO₂ de l'IGE entre 2018 et 2021

15. L'Accord de Paris rassemble toutes les nations autour d'une cause commune pour entreprendre des efforts ambitieux afin de combattre le changement climatique.

L'activité la plus émettrice est de loin les déplacements des personnels, en particulier les vols long-courriers. Une conséquence positive de la crise sanitaire du covid a été de réduire considérablement les émissions de CO₂ liées aux déplacements, qui sont passées de 636 tCO₂éq en moyenne sur 2018 et 2019, à 160 tCO₂éq en 2020, soit une baisse de 75%, et à 222 tCO₂éq en 2021, soit une baisse de 66%. Le graphique 3.7 ci-dessous montre l'évolution cumulée des émissions du laboratoire liées aux transports sur chacune des années entre 2018 et 2021.

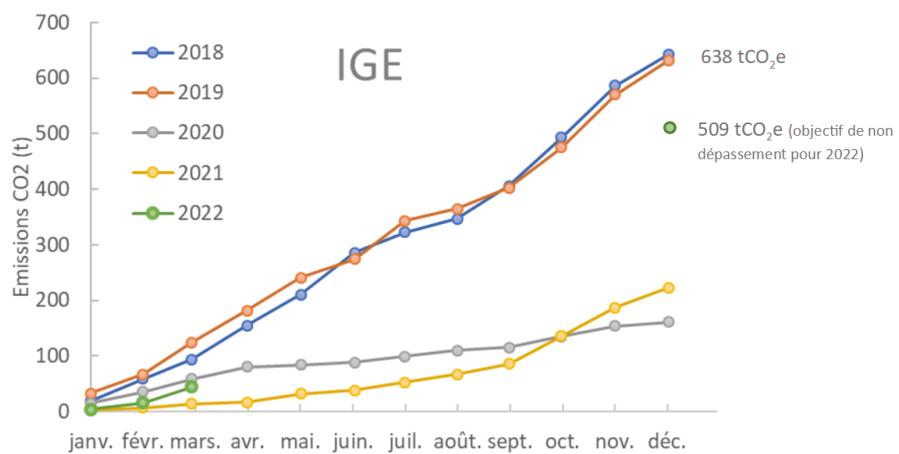


FIGURE 3.7: Émissions de l'IGE cumulées sur l'année liées aux déplacements
Source : Diaporama Maîtriser nos impacts environnementaux

Ce graphique traduit bien les effets de la crise sanitaire ayant réduit considérablement les émissions globales de l'IGE, de 52% en 2020 et de 41% en 2021. Afin de poursuivre ses efforts et d'atteindre son objectif d'ici 2030, l'IGE a adopté la stratégie de définir un budget annuel de CO₂ pour chacune des 8 équipes sur la base de leurs émissions sur les années 2018 et 2019, et de faire décroître ce budget de 10% chaque année. Le but est de suivre le schéma de progression suivant :

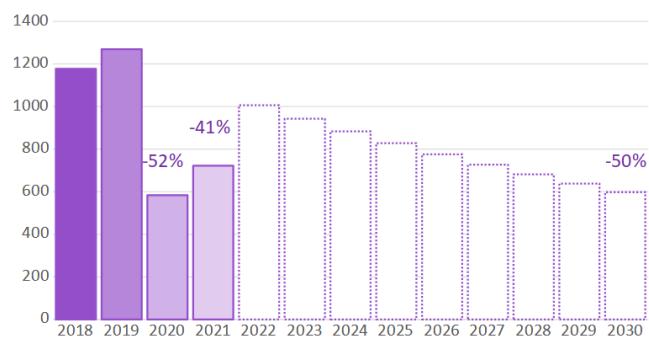


FIGURE 3.8: Émissions de CO₂ totales de l'IGE, réalisées et projetées
Source : Diaporama Maîtriser nos impacts environnementaux

Chaque équipe est libre de décider sur quelles activités elle dépense ses crédits CO₂. La figure ci-dessous indique les effectifs de chaque équipe sur les années 2020, 2021 et 2022 et les budgets CO₂ annuels des 8 équipes de l'IGE mesurés en 2018 et 2019 et proposés pour non-dépassement entre 2020 et 2022.

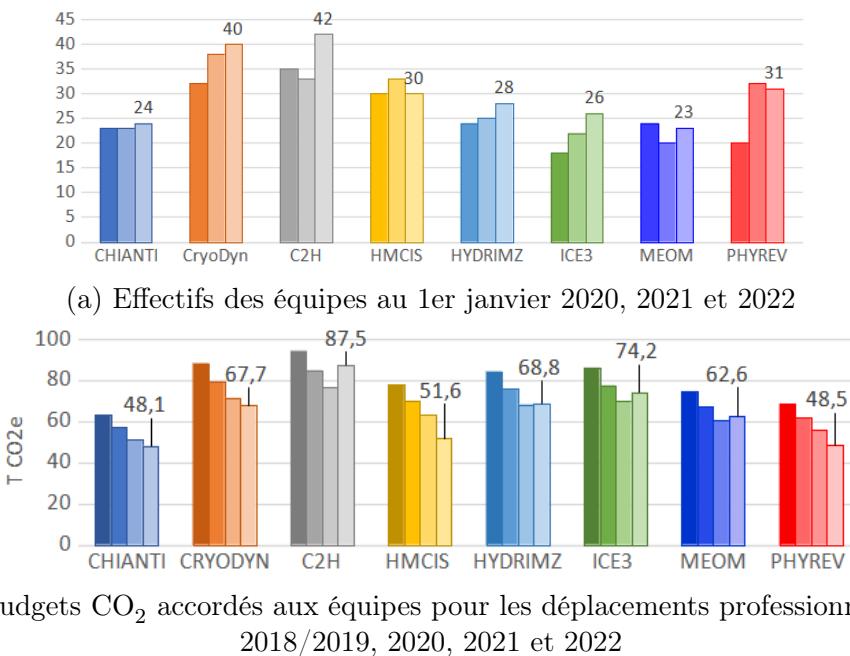


FIGURE 3.9: Effectifs et budgets CO₂ des équipes de l'IGE

Source : Document *Évolution du bilan CO₂ de l'IGE entre 2018 et 2021*

Un système de calcul a été mis en place afin de déterminer le budget de CO₂ accordé à chaque équipe en début de chaque année. Ce calcul prend en compte la variation de l'effectif des équipes par rapport à l'année précédente. Ainsi, si une équipe s'agrandit de manière considérable, elle peut se voir accorder un budget de CO₂ supérieur à l'année précédente.

$$\text{Budget_2022} = \frac{\text{Budget_2021}}{\text{Nb_personnes_2021}} * 0.90 * \text{Nb_personnes_2022}$$

Lors de mon stage, j'ai pu assister à une réunion des membres de l'équipe PHyREV pour discuter du sujet du budget carbone de l'équipe. Cette équipe est amenée à voyager, notamment au Sud, dans le cadre de récoltes de données, de LMIs, etc. La gestion du budget CO₂ est un vrai sujet de débat, mais qui est pris très au sérieux à l'IGE, qui se place en tant qu'un des laboratoires leaders dans sa démarche de maîtrise de ses impacts environnementaux. La mise en place de budgets CO₂ dédiés aux déplacements professionnels dans les équipes a permis de faire une projection vers une gestion collective de ce nouveau type de budget. Les budgets CO₂ sont pour l'instant uniquement consacrés aux déplacements des équipes, mais cela pourrait être

amené à évoluer. En effet, selon une enquête récente conduite par M. Pellarin, en charge de la gestion du budget CO₂ pour l'IGE, environ 80% des membres de l'unité souhaitent une politique prescriptive dans le contexte de réduction des émissions, plutôt que des mesures incitatives comme actuellement.

D'autre part, bien que les déplacements soient la source principale d'émission de GES, il est important de remarquer que des efforts sont réalisés au sein des autres postes d'émission importants. Par exemple, des travaux sont prévus cette année afin d'améliorer les pertes énergétiques du bâtiment OSUG-B, et il est prévu qu'en 2028, les bâtiments OSUG-B, et MCP soient alimentés par le chauffage urbain. Par ailleurs, les chambres froides du bâtiment Glaciologie ont été changées afin de s'adapter à la nouvelle réglementation sur les fluides frigorifiques.

4 Vie interne du laboratoire

4.1 Membres de l'UMR

L'effectif moyen du laboratoire entre 2014 et 2018 est d'environ 260 personnes, dont 140 membres permanents et environ 120 contractuels. Le laboratoire accueille aussi chaque année une centaine de stagiaires, et une centaine de visiteurs scientifiques. Au cours de l'année 2021, le laboratoire IGE comptait parmi ses personnels :

-39 enseignant·e·s-chercheur·se·s	membres permanents
-20 chercheur·se·s IRD	
-51 IT et employé·e·s administratif·ve·s	
-57 doctorant·e·s	membres non permanents
-70 CDDs dont 26 post-doctorant·e·s	
-110 stagiaires de tous niveaux confondus et 40 visiteur·se·s	

Le diagramme de la figure 4.1 ci-dessous illustre la répartition des effectifs en fonction des statuts.

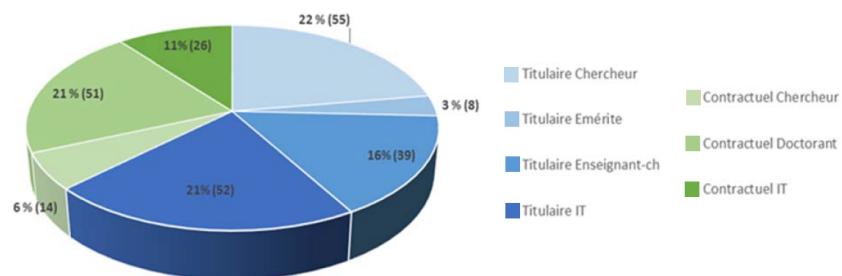


FIGURE 4.1: Répartition de l'effectif de l'IGE par statut et par métier
Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

4.1.1 Membres permanents

Chercheur·se·s Un·e chercheur·se est un·e scientifique de haut niveau qui recherche, expérimente et fait progresser sa discipline en concevant et conduisant des projets de recherche. Afin de rendre compte de ses travaux, le·a chercheur·se utilise divers moyens de diffusion tels que les publications ou les conférences et les colloques¹⁶. Le·a chercheur·se travaille en permanence avec l'outil informatique. Le quotidien d'un·e chercheur·se n'est pas réellement soumis à une routine. En effet, les horaires peuvent être irréguliers et il·elle peut effectuer des déplacements pour assister à des conférences ou des séminaires. Comme expliqué dans la partie 3.3 précédente, le·a chercheur·se est employé·e soit par un EPST, un EPSCP, un EPIC ou une entreprise. La quasi totalité des chercheur·se·s, quelle que soit leur discipline, est issue des universités au niveau master et doctorat et/ou d'une grande école d'ingénieur·e·s et possède un niveau bac +8.

Enseignant·e·s-chercheur·se·s L'enseignant·e-chercheur·se accorde une moitié de son temps de travail à la recherche et l'autre moitié à l'enseignement. En tant que chercheur·se, il·elle participe au même titre qu'un·e chercheur·se, à la diffusion des connaissances scientifiques en publiant ses travaux et en participant à des conférences et des colloques. En tant qu'enseignant·e, il·elle met au point des modules d'enseignement, prend part à des jurys d'examen, encadre les travaux de préparation des thèses des doctorant·e·s, assure le suivi des mémoires et des stages des étudiant·e·s en master. À la suite d'un doctorat, l'enseignant·e-chercheur·se doit passer le concours de maître de conférences à l'université ; il possède donc un bac +8.

En 2018, l'IGE comptait 40 enseignant·e·s-chercheur·se·s : 37 exerçant à l'UGA et 3 à Grenoble INP rattachés à l'ENSE3¹⁷. Parmi eux, 8 sont employé·e·s par le CNAP. Le CNAP est un corps d'État dont les missions se répartissent entre recherche scientifique, services d'observation et enseignement. Ce statut est similaire à celui de l'enseignant·e-chercheur·se, avec en complément une mission d'observation.

Ingénieur·e et Technicien·ne (IT) Les IT ont deux grandes missions : *l'appui à la recherche* au travers de fonctions de nature scientifique auprès des chercheur·se·s, et *l'accompagnement de la recherche* au travers de fonctions techniques et administratives. Le niveau de formation d'un IT va du bac au bac +5. Les IT sont répartis en 3 groupes à l'IGE :

- Entre 3 et 6 ITs sont en charge de la **maintenance informatique** au sein du laboratoire et règlent les imprévus d'ordre technique notamment.
- Un autre groupe d'ITs fait partie du **ST** et vient en aide aux chercheur·se·s sur les missions de terrain, lors des forages sur les glaciers par exemple. Ils peuvent

16. réunions de spécialistes et de chercheurs

17. École Nationale Supérieure de l'Énergie, l'Eau et l'Environnement

également avoir une mission en amont des déplacements pour développer les outils nécessaires aux prises de mesures si ceux-ci ne sont pas déjà existants.

- Un dernier groupe d'ITs a des **missions administratives** telles que les ressources humaines, la gestion et la contractualisation des projets, etc.

4.1.2 Membres non-permanents

Contractuels Chaque année, l'IGE accueille entre 15 et 20 chercheurs contractuels. Certains ITs sont également employés par un CDD financé par les ressources propres du laboratoire. La figure ci-dessous montre la répartition par employeur des agents contractuels présents dans l'unité au 31 décembre 2018 :

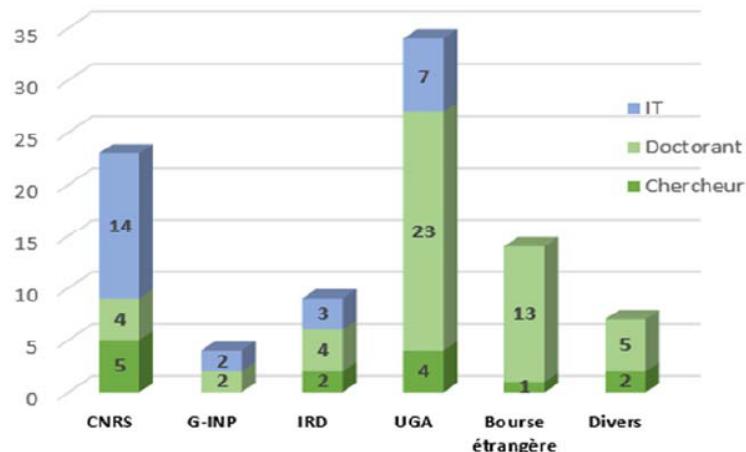


FIGURE 4.2: Répartition des contractuels par employeur
Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

Doctorant·e·s Un·e doctorant·e est un·e chercheur·se en début de carrière s'engageant dans un projet de recherche sous la supervision d'un·e directeur·trice de thèse. Le parcours des doctorant·e·s comprend la rédaction et la soutenance d'une thèse dans le but d'obtenir le grade de docteur·e. Le·a doctorant·e est donc considéré·e à la fois comme un·e étudiant·e, le doctorat étant le diplôme de troisième cycle de l'université, et comme un·e chercheur·se à part entière, le doctorat s'agissant aussi d'une expérience professionnelle. Dans le cas général, les doctorant·e·s perçoivent leur salaire via une bourse de thèse ou via la tutelle qui gère le contrat de recherche qui les emploie. Parfois, les thèses sont initiées par des entreprises dans le cadre du dispositif Cifre¹⁸, c'est donc elles qui embauchent directement le·a doctorant·e. Dans le cadre de ses actions au Sud, l'IGE accueille également des doctorant·e·s venant d'universités étrangères. La thèse se réalise alors en co-tutelle.

18. Conventions Industrielles de Formation par la REcherche

Entre 2014 et 2018, le laboratoire a accueilli 133 doctorants sous contrat spécifique au doctorat. La durée limite pour mener à bien un travail de doctorat est de 36 mois, mais la durée moyenne des thèses réalisées à l'IGE est de 40 mois. En effet, en plus de leur activité de recherche, les doctorant·e·s effectuent diverses activités comme dispenser et suivre des enseignements ou s'investir dans le collectif par exemple. La grande majorité des doctorant·e·s bénéficie d'un soutien financier au-delà des 36 mois, et ces financements sont issus des contrats des chercheurs.

Stagiaires & visiteurs Chaque année, le laboratoire accueille également un peu moins de 60 stagiaires M1 ou M2¹⁹ et plus de 35 autres stagiaires d'autres niveaux ou cursus, pour une durée minimale d'un mois.

Conclusion Lors de mes six semaines de stage à l'IGE, j'ai eu plusieurs opportunités d'échanger avec des membres de l'unité, qu'ils·elles soient chercheur·se·s ou doctorant·e·s, locaux ou étrangers. Ces échanges m'ont permis de découvrir tous les profils existants au sein d'un laboratoire, ainsi que la fonction et le rôle de chacun.

4.2 Activités de l'UMR

La figure 4.3 ci-dessous représente les profils d'activité de l'unité ayant été établis sur une base déclarative individuelle.

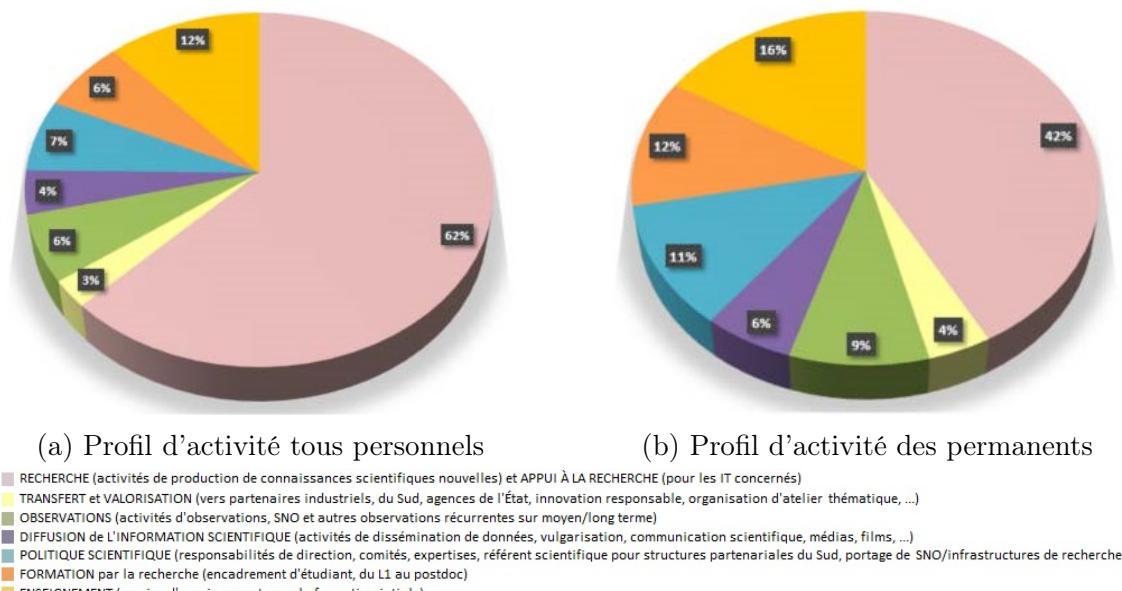


FIGURE 4.3: Profils d'activité des personnels
Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

19. Master 1 ou Master 2

La répartition d'activité des personnels permanents se décompose en trois grands secteurs à peu près équilibrés entre *recherche, enseignement et formation* et *autres activités* parmi lesquelles la partie *politique scientifique / management de la science* tient une place importante. Les secteurs *observation, diffusion de l'information scientifique* et *valorisation* constituent des activités secondaires représentant néanmoins ensemble environ le cinquième du temps des personnels de l'unité. Au final, le profil général de l'unité pour ses personnels permanents est assez diversifié, avec une prédominance nette des aspects **recherche** et **enseignement**. Le diagramme réalisé pour l'ensemble des personnels renforce très nettement le pourcentage de la part *recherche* qui arrive à plus de 60% de l'activité générale. Ce résultat était prévisible au vu de la typologie des personnels non permanents employés dans l'unité, très majoritairement dédiée à la recherche : doctorant·e·s, post doctorant·e·s, CDDs en appui à la recherche, etc.

Parmi les activités que sont amenés à réaliser les chercheur·se·s au quotidien, on compte :

— **les activités de formation**

Les champs disciplinaires d'intervention dans les filières locales d'enseignement sont très divers : chimie, géographie, informatique, sciences de la Terre en interaction avec les sciences climatiques et hydrologiques, et mécanique / génie mécanique / génie civil. Au-delà des filières locales, les personnels de l'IGE sont également impliqués dans des filières internationales avec par exemple l'organisation d'écoles internationales.

— **les activités de production**

Le travail de recherche se concrétise par la publication des résultats. Cela peut se faire à travers différents outils de communication, tels que les journaux et revues, ou les ouvrages et les thèses.

— **les activités d'aide à la décision**

Une grande partie de l'activité de l'IGE est tournée vers des activités de recherche en rapport avec la valorisation ou l'aide à la décision. Un montant de 480 k€ de partenariat avec des entreprises publiques ou privées a été recensé.

Activités concrètes Toutes les activités réalisées par les personnels de l'IGE prennent des formes concrètes. Dans un laboratoire, on peut travailler :

- **assis devant un ordinateur**, pour rédiger des projets, des rapports ou des publications, pour faire de la programmation, de la modélisation ;
- **dans des laboratoires** pour conduire des expériences, récolter des analyses ;
- **dans des ateliers**, pour fabriquer des pièces, préparer des missions ;
- **sur le terrain** en montagne, en Antarctique ou en Afrique, pour réaliser des expériences, récolter des mesures ;
- **devant un public**, dans le cadre d'enseignements, de conférences, d'accueils de classes.

Conclusion L'activité de recherche me semblait très abstraite avant de la découvrir. Durant mon stage, j'ai travaillé dans le bureau de M. Pellarin, ce qui m'a permis d'être aux premières loges pour suivre le quotidien d'un chercheur. En dehors des activités de recherche, il participe et/ou anime quotidiennement des réunions en lien notamment avec le groupe T-IGE, il encadre une thèse, assiste à des colloques, participe à des séminaires. Ces six semaines de stage m'ont donc permis, au travers de la découverte des différentes activités au sein d'un laboratoire, d'avoir une représentation concrète du quotidien des personnels de l'IGE.

4.3 Conditions de travail

Localisation & bâtiments La localisation sur le campus des trois bâtiments de l'IGE est un vrai atout. En effet, ils sont très facilement accessibles en transports en commun, ou en vélo/trottinette. Il y a également plusieurs parkings gratuits au pied des bâtiments OSUG-B et MCP. La proximité de plusieurs cafétérias et restaurants universitaires contribue également à la qualité des conditions de travail à l'IGE. Les infrastructures possèdent néanmoins deux points négatifs majeurs. Tout d'abord, malgré l'obligation de posséder un badge pour pénétrer à l'IGE, des vols de matériel ont lieu. Cependant, l'insécurité ne se fait pas ressentir dans les locaux pour autant. Des mesures directives, comme la création d'un garage à vélo, visent à limiter ces incidents. D'autre part, certains aspects des bâtiments OSUG-B et Glaciologie peuvent paraître vétustes et constituent un frein au quotidien. Par exemple, la mauvaise isolation à l'OSUG-B entraîne des températures très froides l'hiver et très chaudes l'été. Mais le travail de rénovation de ce bâtiment permettra d'améliorer les conditions de travail pour les personnels dont le bureau y est situé.

Malgré les quelques difficultés liées aux infrastructures, j'ai vécu une bonne expérience au sein de l'IGE. Il existe plusieurs cafétérias à chaque étage permettant d'échanger avec d'autres personnels lors des pauses par exemple. Par ailleurs, les ITs membres du ST veillent au confort de chacun, et une activité de prévention pour les nouveaux arrivants permet de rencontrer les AP.

Parité L'unité compte environ 40% de femmes. Cependant, aux postes de responsabilité de l'unité comme la direction et la sous-direction de l'unité ou la direction d'équipe par exemple, le nombre de femmes est relativement faible, avec 1 femme sur 5 dans l'équipe de Direction et 3 femmes co-responsables d'équipe. On constate les taux de parité suivants au sein des différents postes :

Postes	Pourcentage de femmes
Chercheur·se·s et enseignant·e·s-chercheur·se·s	29%
ITs permanent·e·s	33%
Personnels contractuels	36%
Doctorant·e·s	45%

L'IGE a pour objectif d'atteindre un taux égal de parité parmi les CCDs embauchés. Cette initiative est un premier pas encourageant pour la parité au sein du laboratoire. Un groupe parité a également été créé afin d'améliorer l'intégration des femmes. Par ailleurs, un effort d'inclusion est déjà adopté par l'IGE avec l'écriture inclusive²⁰ utilisée dans la majeure partie des documents.

Vie sociale Tout au long de l'année, de nombreux évènements viennent rythmer la vie sociale du laboratoire. Par exemple, pour permettre leur inclusion, une matinée est organisée chaque mois pour les nouveaux entrants. J'ai participé le lundi 30 mai à cette matinée. Ce fut un moment de convivialité avec d'autres stagiaires et plusieurs encadrants qui nous ont présenté en détail le laboratoire. On peut également citer la journée des doctorant·e·s, la journée annuelle du laboratoire, ou encore de séminaires hebdomadaires, qui contribuent à créer des rencontres et des échanges, d'ordre culturel aussi bien que scientifique.



FIGURE 4.4: Photo réalisée lors de la matinée des nouveaux arrivants
Source : Newsletter du jeudi 2 juin

Conclusion D'après le rapport d'évaluation du Hcéres, les personnels de l'IGE soulignent unanimement une unité où il fait bon vivre et travailler, avec un collectif de travail dynamique et soudé malgré les difficultés. D'après mon expérience, l'IGE est un laboratoire chaleureux possédant de nombreux atouts et au sein duquel le personnel est bienveillant et sympathique.

20. ensemble d'attentions graphiques et syntaxiques permettant d'assurer une égalité des représentations entre les femmes et les hommes

5 Déroulement du stage

5.1 Mission de stage

Description Ma mission au sein de l'IGE était de travailler sur la détection des sécheresses en Afrique sur les 12 dernières années. La ressource que j'ai utilisée est un jeu de données satellite récent indiquant le taux d'humidité dans le sol entre la surface et un mètre de profondeur, mesuré tous les jours pendant 12 ans et sur tout le continent africain. J'ai donc exploité ces données dans le but de détecter quand et où sont apparues des sécheresses en Afrique. Pour ce faire, j'ai principalement utilisé Python pour obtenir des cartes et des graphiques permettant d'analyser au mieux les informations spatio-temporelles. J'avais à ma disposition une machine fonctionnant sous Linux ainsi que le jeu de données au format NetCDF. N'ayant jamais travaillé ni avec Linux ni avec le format NetCDF, j'appréhendais un peu. Mais dès les premiers jours, j'ai pu me familiariser avec ces outils et travailler efficacement.

Réalisation & résultats Lors de mes deux premières semaines de stage, j'ai élaboré plusieurs programmes Python permettant par exemple de calculer la moyenne d'humidité sur une année à un endroit précis (un couple (latitude, longitude)), de tracer une carte représentant l'humidité à une date précise (jour) ou encore de tracer une courbe sur 365 jours de la moyenne d'humidité sur les 12 années. Tous ces programmes m'ont permis de suffisamment manipuler les données et les outils pour être à l'aise. J'ai alors pu commencer à développer des programmes plus intéressants. Le premier permet à l'utilisateur d'entrer une année ainsi qu'un endroit précis représenté par un couple (latitude, longitude). En sortie, ce programme renvoie deux courbes permettant de comparer l'humidité à l'endroit choisi pendant l'année choisie avec la moyenne de l'humidité sur les 12 années. Voici deux exemples de courbes :

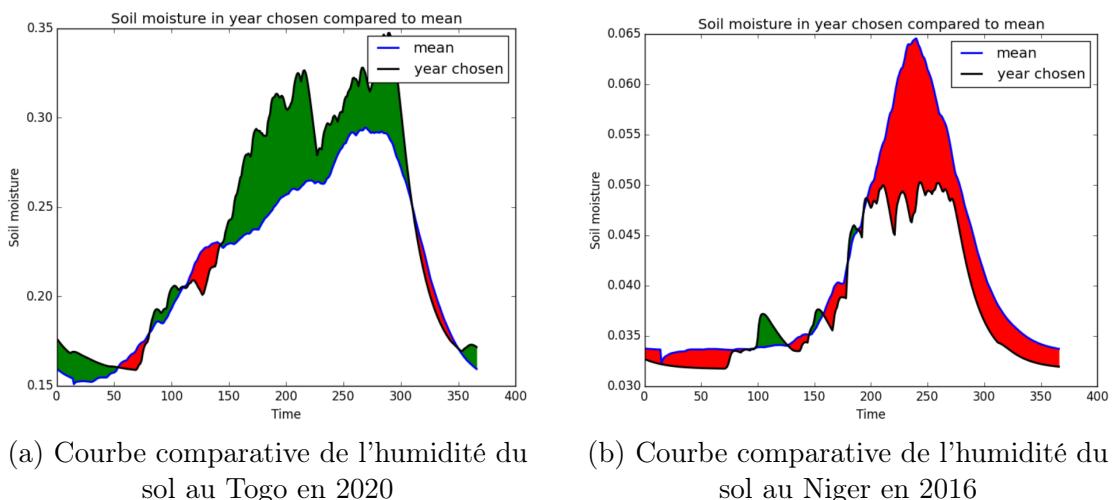
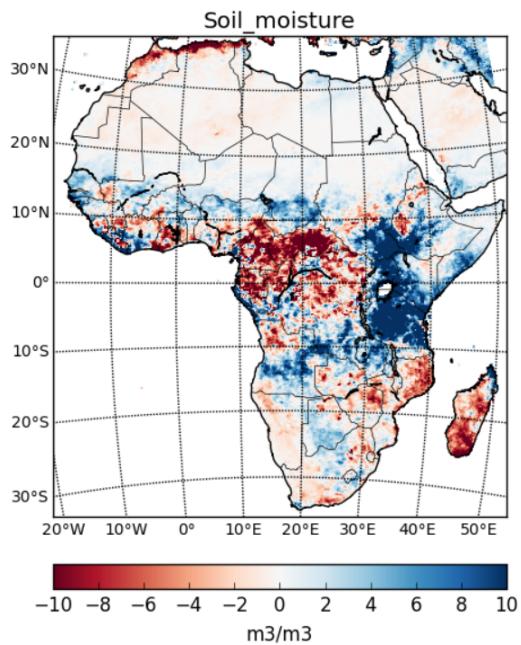


FIGURE 5.1: Exemples de courbes obtenues en sortie du programme

En analysant ces courbes, on remarque que l'année 2020 à l'endroit choisi au Togo était particulièrement humide, tandis que l'année 2016 à l'endroit choisi au Niger était très sèche. À partir de ces courbes nous est venu l'idée avec M. Pellarin de représenter la différence entre les aires sous la courbe correspondant à l'année choisie et la courbe correspondant à la moyenne des 12 années. Cette différence d'intégrales serait directement représentative de l'humidité ou de la sécheresse à l'endroit déterminé.

Ainsi, lors de ma troisième semaine de stage, j'ai développé un programme calculant pour chaque jour la différence entre la moyenne d'humidité sur toutes les années et l'humidité pour l'année choisie. Ensuite, en sommant toutes ces différences sur les 365 jours d'une année, j'ai pu obtenir pour chaque couple (latitude, longitude) une valeur positive ou négative rendant compte de la sécheresse ou de l'humidité. Cependant, le programme que j'avais développé était trop long à exécuter. Malgré des recherches sur la complexité des algorithmes en Python, je n'ai pas réussi à l'améliorer. J'ai quand même fait tourner cet algorithme uniquement sur l'année 2020, ce qui a pris environ 12 jours. Le résultat obtenu est la figure ci-contre, qui représente les anomalies de sécheresse en rouge et d'humidité en bleu sur le continent africain.

La semaine suivante, j'ai donc choisi une nouvelle approche afin d'effectuer les calculs de différence d'intégrale en amont de l'exécution du programme. Le traçage des courbes serait alors presque immédiat. J'ai commencé par créer un fichier NetCDF rassemblant pour chaque couple (latitude, longitude) la valeur de l'intégrale sous la courbe de la moyenne sur les 12 années. Ce programme a pris une semaine pour s'exécuter. Ensuite, j'ai appliqué le même programme individuellement pour chaque année. À partir de tous ces fichiers NetCDF, j'ai pu directement tracer les cartes que l'on souhaitait obtenir. Pour chaque couple (latitude, longitude), au lieu de comparer la moyenne à la valeur sur l'année pour chaque jour, ce nouveau programme compare uniquement la valeur de l'intégrale de la moyenne à la valeur de l'intégrale de l'année. Ainsi, pour tracer une carte, le programme effectue «simplement» 741 x 711 (soit 526 851) différences entre deux valeurs. Pour chaque année, l'exécution de ces calculs et le traçage de la carte ne prend plus qu'une vingtaine de secondes. Après plus d'une semaine d'attente que les programmes s'exécutent, j'ai pu tracer les cartes qui nous intéressaient, lesquelles sont répertoriées en annexe .6. On peut



vérifier que la carte pour l'année 2020 est bien identique à celle que l'on avait obtenu avec la méthode précédente. Je n'ai pas obtenu les cartes pour les années 2017 et 2018 à cause d'une mauvaise manipulation informatique qui a écrasé les fichiers, et qui témoigne de ma novicité en Linux.

Le dernier programme que j'ai écrit permet de créer des courbes similaires à celles de la figure 5.1 mais sur les 12 années de données. L'utilisateur entre une localisation, et le programme trace deux courbes :

- une courbe pour la moyenne de l'humidité à cet endroit sur les 12 années ;
- une courbe pour la valeur de l'humidité à cet endroit au cours des 12 années.

En utilisant la même méthode que précédemment, les espaces entre les courbes sont coloriés afin de faciliter la comparaison. On peut choisir une localisation au Sud-Est de Madagascar comme ci-dessous, à une latitude de -21.55° et une longitude de 47.95° . Cela va nous permettre de vérifier la cohérence entre les courbes de la figure 5.2 ci-dessous et les cartes en annexe .6. Par exemple, pour l'année 2015 (correspondant au cinquième pic), la courbe et la carte nous indiquent une année humide à Madagascar. En revanche, l'année 2021 (correspondant au dernier pic) est particulièrement sèche. De manière générale, les courbes et les cartes mènent à la même conclusion, bien qu'elles ne fournissent pas les mêmes informations. Les courbes offrent une comparaison précise pour un endroit choisi, tandis que les cartes montrent la tendance sur une année.

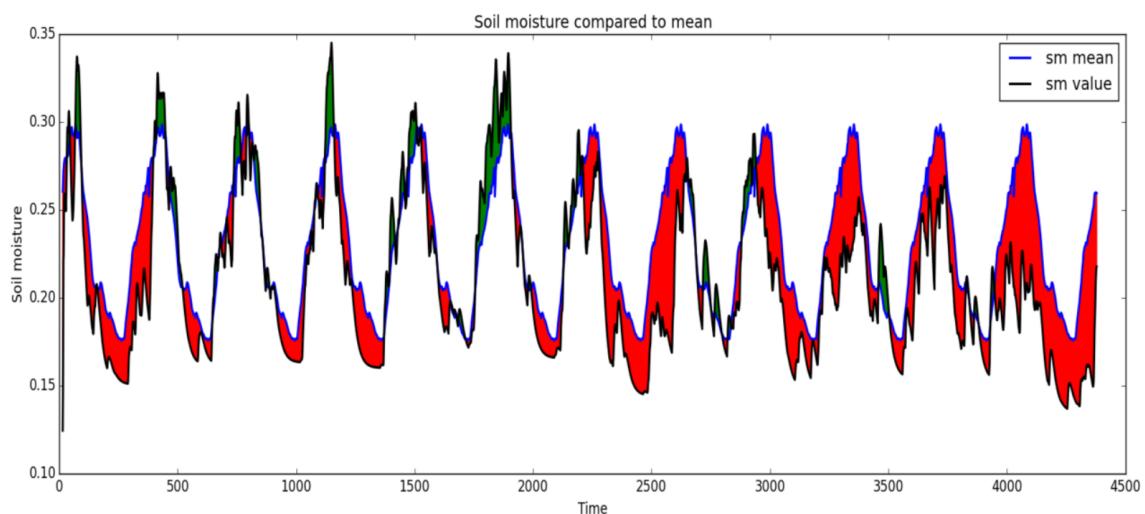


FIGURE 5.2: Mise en évidence de la sécheresse et de l'humidité à Madagascar

Conclusion Lors de ma première semaine de stage, j'ai rédigé un document, consultable [ici](#), afin de mettre au clair tout ce que j'avais découvert et développé. Je

n'ai pas réitéré ce travail sur les semaines d'après, faute de temps. Néanmoins, pour rendre compte de mon travail, j'ai rédigé un compte rendu, consultable [ici](#). Nous ne possédons pas de moyen concret de vérification pour le travail que j'ai effectué durant mon stage. Néanmoins, on peut comparer les tendances que l'on a relevées sur les cartes avec les articles de presse sur le sujet. En effectuant de brèves recherches sur internet, on apprend que les zones les plus touchées par la sécheresse ces dernières années sont le Sud de Madagascar, la Corne de l'Afrique²¹, et le Nord du Maroc. Les cartes nous permettent d'arriver aux mêmes conclusions, ce qui constitue une première validation de mon travail.

5.2 Expérience personnelle

5.2.1 Découverte du monde du laboratoire

Grâce à ce stage, j'ai pu découvrir le monde du laboratoire dans son ensemble. Tout d'abord, j'ai appris quels étaient les différents métiers exercés à l'IGE, qui rassemble environ 300 personnes, chacune y jouant un rôle précis. Qu'il soit de l'ordre de la recherche, de l'assistance à la recherche, ou de l'administratif, chacun est essentiel au fonctionnement général. J'ai également compris l'origine du financement ainsi que la gestion du budget dans un laboratoire, ce que j'ignorais jusqu'alors. J'ai désormais compris quel était le rôle des tutelles, au-delà du rôle purement financier, et comment étaient financés les projets. Enfin, j'ai obtenu une image plus claire du fonctionnement d'une équipe de recherche, et du quotidien d'un·e chercheur·se.

Le travail au sein d'un laboratoire me paraît très attrayant, de par différents aspects. En effet, les personnels sont enclins à une grande liberté, autant sur leurs horaires de travail que sur la manière dont ils·elles organisent leur quotidien. Durant mon stage, j'ai pu apprécier pleinement cette liberté. En effet, M. Pellarin m'a confié une mission et m'a laissé le choix quant à la manière dont j'allais la mener. J'ai pu m'épanouir dans ce projet en prenant des initiatives, en faisant des recherches pour approfondir mes compétences en Python, ou encore en collaborant avec des collègues.

Bien que cette expérience fut positive en tout point, et que le monde de la recherche soit accessible après une école d'ingénieur, je ne me projette pas à travailler dans ce milieu. Ma curiosité est satisfaite de cette expérience de six semaines, mais la quantité de travaux écrits (thèse, publications, articles, etc) à fournir pour parvenir à devenir chercheur·se me freine à choisir une voie dans la recherche.

5.2.2 Éthique de l'ingénieur

Charte Éthique La [Charte Éthique de l'Ingénieur](#), donnée en annexe .7, est une référence créée par l'IESF pour les ingénieurs et permet également que les valeurs qui guident les ingénieurs soient mieux comprises de tous. Lors de mon stage d'observation à l'IGE, j'ai pu constater que les éléments de cette Charte étaient en un sens

21. Somalie, Éthiopie, Kenya

transposables au monde de la recherche et aux valeurs des membres d'un laboratoire. Cela concerne particulièrement l'IGE, au vu des thématiques environnementales qui y sont étudiées.

Impact sociétal Le travail d'un·e chercheur·se s'apparente à celui d'un·e ingénieur·e dans l'impact que ces deux métiers ont sur la société. Tous deux s'appliquent à *diffuser leur savoir et transmettre leur expérience au service de la Société*. À l'IGE, ce rôle est parfaitement rempli par les enseignant·e·s-chercheur·se·s, qui enseignent aussi bien à l'UGA qu'à l'étranger. Par ailleurs, beaucoup d'actions sont menées à l'IGE afin de rapprocher les sphères académiques et non-académiques. Les thématiques de recherche abordées au laboratoire , comme la recherche concernant les glaciers de montagne, les évolutions climatiques ou encore la pollution de l'air par exemple, se prêtent bien à des actions de communication et de vulgarisation tournées vers le grand public. De nombreux chercheur·se·s de l'IGE considèrent que ces actions font partie intégrante de leur mission d'information et d'éducation, et s'engagent assez naturellement dans ces activités. Ces actions de communication et de produits de vulgarisation comprennent notamment des conférences grand public ou dans des structures telles que les universités, du 3ème âge, ou Collège de France, des interventions dans les médias, des accueils de classes, etc. Elles contribuent directement ou indirectement à la médiation scientifique des activités de l'IGE, et renforcent la sensibilisation du grand public aux questions d'évolution climatique et environnementale. Ainsi, les membres de l'IGE apportent un éclairage scientifique indispensable à un débat de société d'une grande actualité.

Impact environnemental Grâce au travail du groupe T-IGE, le laboratoire *inscrit ses actes dans une démarche de «développement durable»*. Chaque activité est révisée afin d'avoir l'impact minimal sur l'environnement. De plus, les travaux de recherche contribuent de manière directe au développement durable, qu'ils soient en lien avec les collectivités locales ou à plus grande échelle. Par exemple, les travaux de l'IGE nourrissent ceux du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GIEC) dans les éléments de compréhension fondamentale de la machine climatique et des grands cycles de l'eau, dans l'observation des changements actuels et une projection affinée de ceux à venir. Certain·e·s chercheur·se·s de l'IGE contribuent directement à la rédaction des travaux du GIEC. Enfin, l'IGE contribue également à répondre aux préoccupations majeures de l'humanité dans les cibles à 2030 fixées par les Nations Unies dans ses Objectifs Développement Durable.

Impact scientifique Les chercheur·se·s à l'IGE ont toutes les compétences de l'ingénieur telles qu'elles sont décrites dans la Charte Éthique. En effet, le travail de recherche est *une source directe d'innovation et un des principaux moteurs de progrès*. Les personnels de l'IGE, dans leur démarche de recherche, sont appliqués à *mettre sans cesse à jour leurs connaissances et leurs compétences*, d'autant plus

qu'ils participent directement à l'évolution des sciences et des techniques. Cette participation se traduit notamment par les publications des chercheur·se·s du laboratoire, qui sont en moyenne au nombre de 200 par an. Par ailleurs, aussi bien au sein d'une équipe qu'entre les équipes elles-mêmes, les chercheurs sont en constante communication et mettent en commun leurs compétences tout en partageant leurs disciplines de prédilection. Par exemple, les recherches à l'IGE sont permises grâce à des observations *in situ* mais aussi des observations spatiales. Cette multidisciplinarité s'observe également dans la diversité des expertises au sein du laboratoire.

Conclusion De manière générale, les chercheur·se·s au sein de l'IGE sont en accord avec la Charte Éthique de l'Ingénieur. Dans ses missions, notamment au Sud, l'IGE a à cœur de considérer les dimensions humaine, économique, financière, sociale et environnementale. On peut ainsi noter beaucoup de valeurs communes entre le métier de chercheur·se et le métier d'ingénieur·e comme la **compétence** au sens de savoir, savoir-faire et savoir-être, la **responsabilité** d'être un gage de qualité, de fiabilité et de crédibilité aux yeux de tous, et enfin l'**engagement social** qui se manifeste par le fait d'agir en citoyen responsable et d'exercer ses activités professionnelles selon les principes du développement durable.

5.2.3 Choix d'écoles

Avant de débuter le stage, j'avais deux écoles en tête pour mes choix n°1 et n°2 dans ma liste de voeux, sans savoir encore laquelle j'allais placer avant l'autre :

- l'**École Nationale Supérieure de Cognitique** à Bordeaux ;
- la **spécialité Génie Industriel** de l'**ENSIACET**²² à Toulouse.

Tout d'abord, mon stage m'a confortée dans le choix de ces deux écoles. En effet, elles contiennent toutes deux une part conséquente d'informatique dans leurs programmes, bien que cela ne soit pas la thématique principale. Ayant découvert de nouveaux outils informatiques, et mis en pratique mes connaissances en Python acquises à la Prépa des INP, je souhaite approfondir davantage ces connaissances durant les trois prochaines années.

Par ailleurs, grâce à la mission que j'ai menée au sein de l'IGE, je suis parvenue à faire un choix. En effet, l'enseignement à l'ENSC se fait beaucoup au travers de projets informatiques, tandis qu'à l'ENSIACET, le contenu me semble plus théorique et les langages informatiques enseignés sont plus variés. Durant mon stage, la mission qui m'a été confiée s'apparentait en tous points à un projet informatique tel que je pourrai en rencontrer à l'ENSC. Bien que cette mission m'ait beaucoup plu, je préfère avoir à réaliser ce genre d'activités dans le cadre de mon futur métier, plutôt que dans le cadre de ma formation au métier d'ingénieur. D'autre part, j'ai découvert durant six semaines que je m'épanouirai davantage dans un métier avec des enjeux concrets, tels que ceux du Génie Industriel.

22. École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques

6 Conclusion

Pour ce stage de six semaines en laboratoire, j'ai été accueillie au sein de l'équipe PHyREV de l'IGE, sous la tutelle de M. Thierry Pellarin. Ma mission était d'analyser un jeu de données satellites grâce aux outils informatiques, afin d'identifier les origines spatiales et temporelles des sécheresses en Afrique.

J'attendais de ce stage de découvrir le monde de la recherche, duquel je connaissais très peu. J'ai effectivement eu l'occasion d'en connaître tous les aspects, des membres qui composent un laboratoire à la gestion de son financement et de son budget. Les acteurs du fonctionnement d'un laboratoire sont nombreux. On pense en premier lieu aux chercheur·se·s, enseignant·e·s-chercheur·se·s et doctorant·e·s dont la mission principale est de contribuer à l'avancement de la recherche. Mais il existe par ailleurs de nombreux rôles d'aide à la recherche et d'organisation du laboratoire. Ce sont autant d'acteurs indispensables qui se coordonnent au quotidien pour que le laboratoire soit un environnement propice au travail.

Cette expérience fut enrichissante en tout point. J'ai pu découvrir un nouveau monde, de nouvelles personnes et un nouveau type de travail, loin des résolutions de formules abstraites et des fioles que l'on peut s'imaginer. J'ai apprécié la grande liberté qu'offre cet environnement de travail en laboratoire, que ce soit au niveau des horaires ou bien au niveau de l'organisation du projet que l'on mène. Ma mission m'a permis d'avoir un avant goût des métiers de la recherche. En effet, à mon échelle, j'ai réalisé un projet dont les résultats seront par ailleurs utilisés par le laboratoire dans le futur.

Bien que cette expérience ait été très positive et enrichissante, quelques aspects semblent me freiner à choisir une voie dans la recherche. Néanmoins, je reste satisfaite d'avoir pu réaliser ce stage dans un laboratoire, car il a répondu à toutes mes attentes.

Annexes

Organigrammes

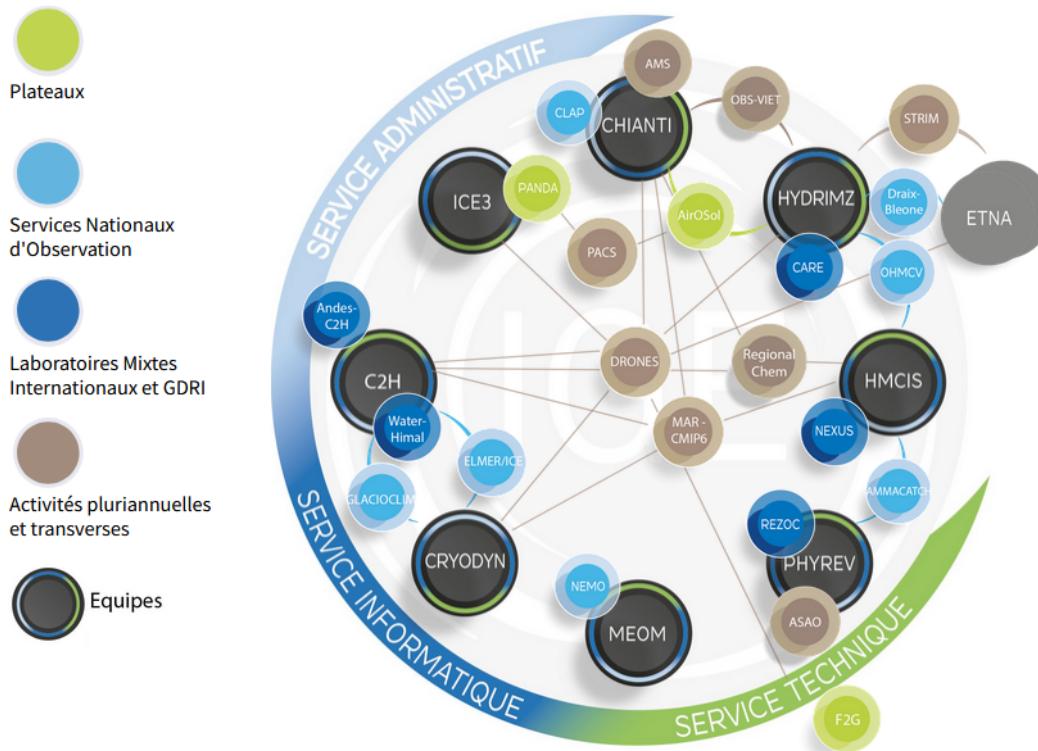


FIGURE .1: Organigramme complet de l'IGE pour la période 2017-2018

Source : [Site de l'IGE](#)

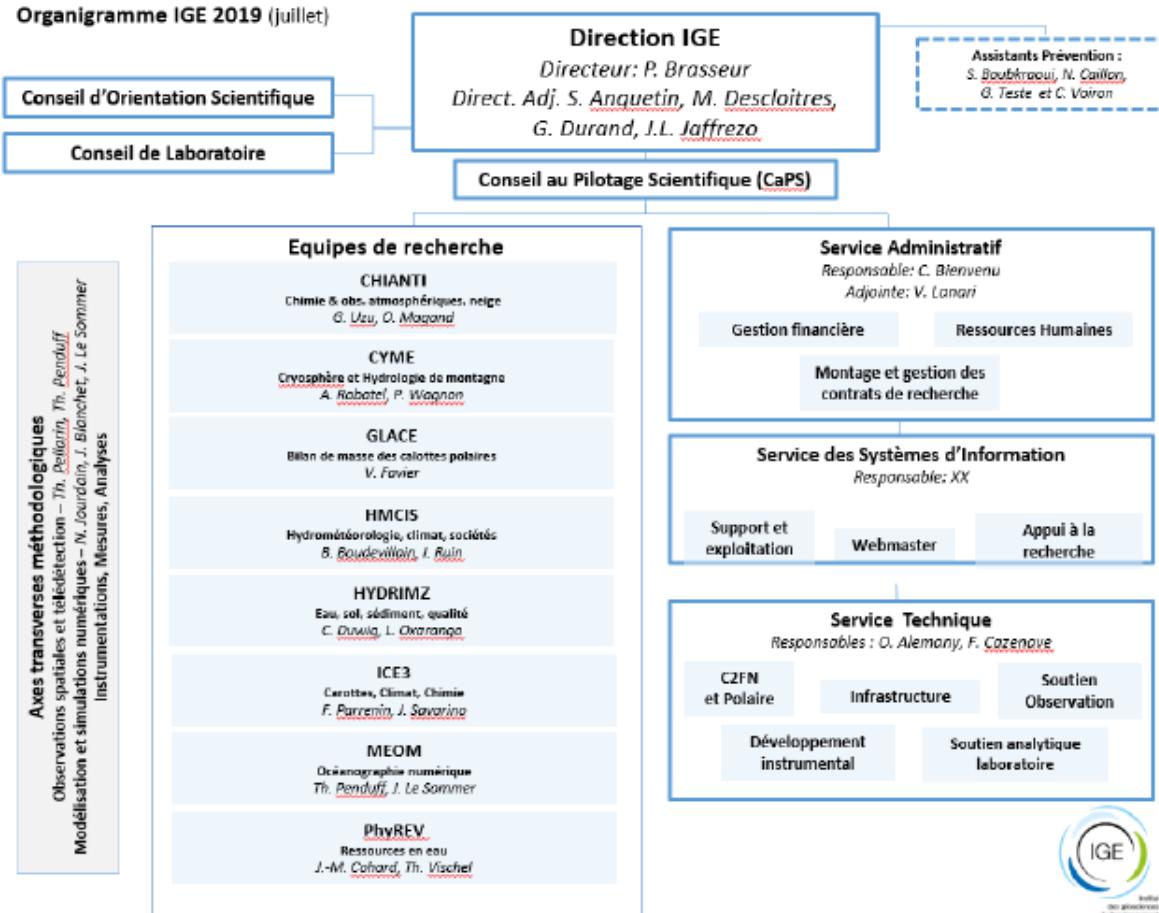


FIGURE .2: Organigramme fonctionnel de l'IGE
Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

Lien retour vers la sous-partie **Gouvernance de l'unité**



FIGURE .3: Organigramme de la Direction de l'IGE
Source : [Site de l'IGE](#)

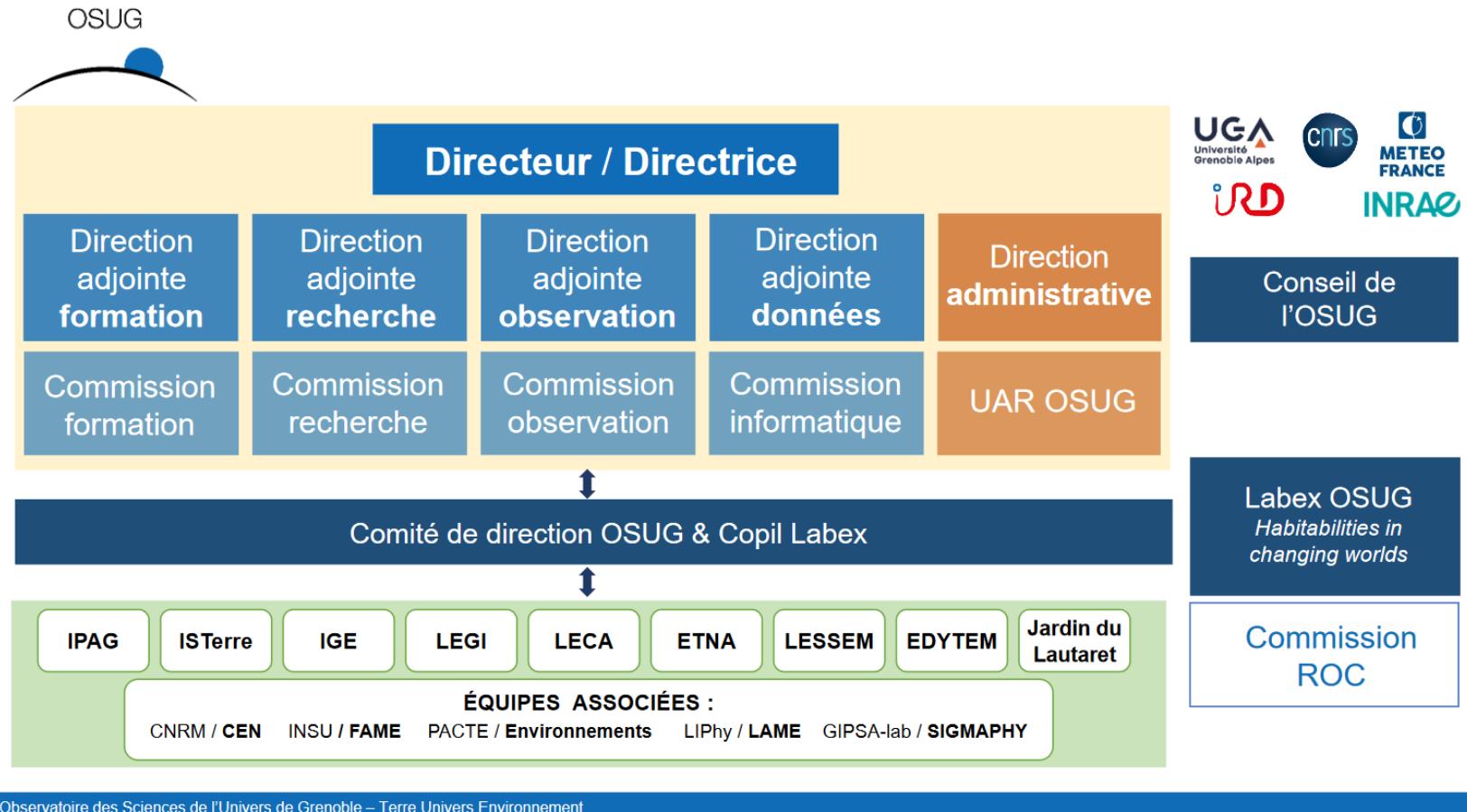


FIGURE .4: Organigramme complet de l'OSUG
Source : [Site de l'OSUG](#)

Lien retour vers le paragraphe **Organisation de l'OSUG**

Financements

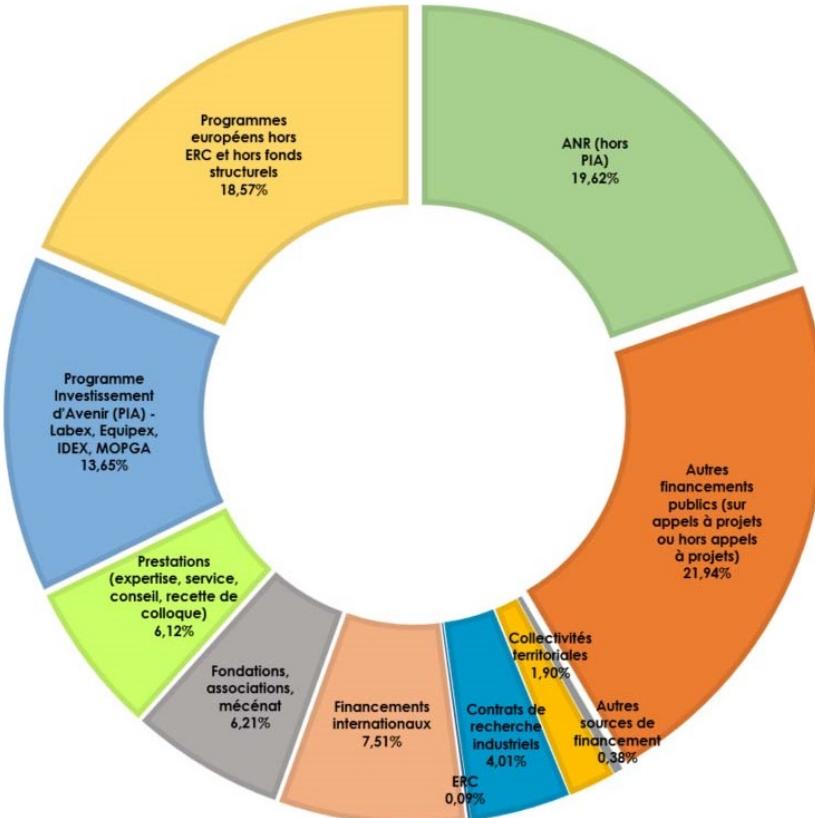


FIGURE .5: Répartition de l'origine des contrats en fonction des sources de financement

Source : Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres

Lien retour vers le paragraphe **Contrats de recherche**

Extraits de mission

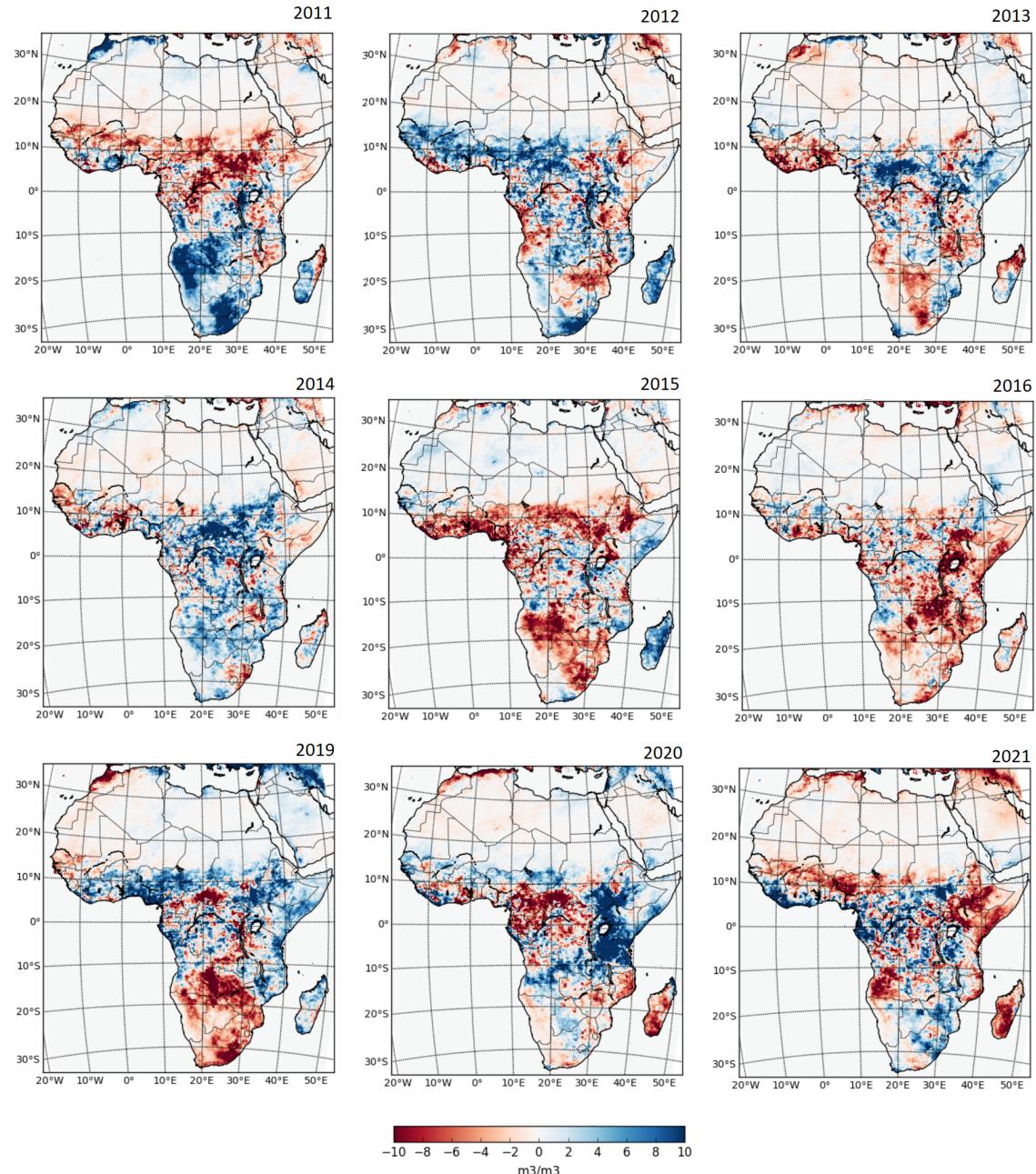


FIGURE .6: Cartes finales obtenues

Lien retour vers le paragraphe **Réalisation & résultats de mission**

Charte d'Éthique de l'ingénieur

CHARTE D'ETHIQUE DE L'INGÉNIEUR

L'ingénieur dans la société

- L'ingénieur est un citoyen responsable assurant le lien entre les sciences, les technologies et la communauté humaine ; il s'implique dans les actions civiques visant au bien commun.
- L'ingénieur diffuse son savoir et transmet son expérience au service de la Société.
- L'ingénieur a conscience et fait prendre conscience de l'impact des réalisations techniques sur l'environnement.
- L'ingénieur inscrit ses actes dans une démarche de "développement durable".

L'ingénieur et ses compétences

- L'ingénieur est source d'innovation et moteur de progrès.
- L'ingénieur est objectif et méthodique dans sa démarche et dans ses jugements. Il s'attache à expliquer les fondements de ses décisions.
- L'ingénieur met régulièrement à jour ses connaissances et ses compétences en fonction de l'évolution des sciences et des techniques.
- L'ingénieur est à l'écoute de ses partenaires; il est ouvert aux autres disciplines.
- L'ingénieur sait admettre ses erreurs, en tenir compte et en tirer des leçons pour l'avenir.

L'ingénieur et son métier

- L'ingénieur utilise pleinement ses compétences, tout en ayant conscience de leurs limites.
- L'ingénieur respecte loyalement la culture et les valeurs de l'entreprise et celles de ses partenaires et de ses clients. Il ne saurait agir contrairement à sa conscience professionnelle. Le cas échéant, il tire les conséquences des incompatibilités qui pourraient apparaître.
- L'ingénieur respecte les opinions de ses partenaires professionnels. Il est ouvert et disponible dans les confrontations qui en découlent.
- L'ingénieur se comporte vis-à-vis de ses collaborateurs avec loyauté et équité sans aucune discrimination. Il les encourage à développer leurs compétences et les aide à s'épanouir dans leur métier.

L'Ingénieur et ses missions

- L'ingénieur cherche à atteindre le meilleur résultat en utilisant au mieux les moyens dont il dispose et en intégrant les dimensions humaine, économique, financière, sociale et environnementale.
- L'ingénieur prend en compte toutes les contraintes que lui imposent ses missions, et respecte particulièrement celles qui relèvent de la santé, de la sécurité et de l'environnement.
- L'ingénieur intègre dans ses analyses et ses décisions l'ensemble des intérêts légitimes dont il a la charge, ainsi que les conséquences de toute nature sur les personnes et sur les biens. Il anticipe les risques et les aléas; il s'efforce d'en tirer parti et d'en éliminer les effets négatifs.
- L'ingénieur est rigoureux dans l'analyse, la méthode de traitement, la prise de décision et le choix de la solution.
- L'ingénieur, face à une situation imprévue, prend sans attendre les initiatives permettant d'y faire face dans les meilleures conditions, et en informe à bon escient les personnes appropriées.

FIGURE .7: Charte d'Éthique de l'Ingénieur

Source : [Site de l'IESF](#)

Lien retour vers le paragraphe Charte Éthique

Sources

Sites internet

- Site de l'ANR
- Site du lycée Blaise Pascal
- Site de la Commission Européenne
- Site du gouvernement français
- Site Hello Carbo
- Site du blog académique Hypotheses
- Site du Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
- Site du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
- Site Mots-clés
- Site de l'Onisep
- Site de l'Ordre des Ingénieurs du Québec
- Site United Nations Climate Change
- Wikipédia

Documents

- Diaporama de l'Assemblée Générale du 25 février 2021
- Diaporama de l'Assemblée Générale du 4 octobre 2021
- Diaporama Maîtriser nos impacts environnementaux, fourni par M. Pellarin
- Diaporamas de présentation de l'IGE, diffusés sur l'intranet
- Diaporama de présentation de l'équipe PHyREV
- Document d'auto-évaluation du rapport Hcéres
- Document Évolution du bilan CO₂ de l'IGE entre 2018 et 2021, fourni par M. Pellarin
- Manuel d'écriture inclusive

Acronymes

- ANR** Agence Nationale de la Recherche. VIII, 12
- AP** Assistant·e de Prévention. 10, 22
- C2H** Climat-Cryosphère-Hydrosphère. 5
- CaPS** Conseil au Pilotage Scientifique. 10
- CdL** Conseil de Laboratoire. 10
- CHIANTI** Chimie atmosphérique. 4, 5
- CNAP** Conseil National des Astronomes et Physiciens. 8, 18
- CNRS** Centre National de la Recherche Scientifique. XII, 4, 6
- CRYODYN** Dynamique des calottes et glaciers. 5
- ENSC** École Nationale Supérieure de Cognitique. 29
- ENSIACET** École Nationale Supérieure des Ingénieurs en Arts Chimiques et Technologiques. 29
- EPIC** Établissement Public à caractère Industriel ou Commercial. 13, 18
- EPSCP** Établissement Public à caractère Scientifique, Culturel et Professionnel. XII, 6, 18
- EPST** Établissement Public à Caractère Scientifique et Technologique. XI, 6, 18, *Glossaire* : EPST
- GARE** Groupe d’Action et de Réflexion sur l’Enseignement. 10
- GES** Gaz à effet de serre. XII, 14, 17
- GI** Génie Industriel. 29
- GIEC** Groupe d’Experts Intergouvernemental sur l’évolution du Climat. XI, XII, 28, *Glossaire* : GIEC
- Hcéres** Haut Conseil de l’Évaluation de la Recherche et de l’Enseignement Supérieur. II, V, VIII, XI, 11–13, 17, 19, 20, 23, *Glossaire* : Hcéres
- HMCIS** HydroMétéorologie, Climat et Interactions avec les Sociétés. 5
- HyDRIMZ** Eau, sol, sédiment, qualité. 4, 5
- ICE3** Carottes, Climat, Chimie. 5
- IESF** Ingénieurs et Scientifiques de France. VII, 27
- INP** Institut National Polytechnique. 1, 3, 6, 18, 29
- INRIA** Institut National de Recherche en sciences et technologies du numérique. XII

- INSERM** Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale. XII
- IRD** Institut de Recherche pour le Développement. 6, 17
- IT** Ingénieur·e et Technicien·ne. 8, 10, 17–19, 22
- LGGE** Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement. 4, 9, 11
- LMI** Laboratoire Mixte International. 5, 16
- LTHE** Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement. 4, 9, 11
- MCP** Maison Climat Planète. 4, 17, 22
- MEOM** Modélisation des écoulements océaniques multiéchelles. 5
- OSUG** Observatoire des Sciences de l'Univers de Grenoble. IV, XIII, 2–5, 7–10, 17, 22
- PHyREV** Processus Hydrologiques et Ressources en Eau Vulnérables. VIII, 1–5, 8, 9, 16, 30
- PIA** Programme d'Investissement d'Avenir. 13
- SA** Service Administratif. 9–11
- SNO** Service National d'Observations. 5
- SSI** Service des Systèmes d'Information. 9, 10
- ST** Service Technique. 4, 9, 10, 18, 22
- T-IGE** Transition IGE. 10, 22, 28
- TCO₂éq** Tonne équivalent CO₂. XIII, 14, 15, *Glossaire* : TCO₂éq
- UGA** Université Grenoble Alpes. 4, 6, 8, 18, 28
- UMR** Unité Mixte de Recherche. XII, 1–3, 5, 10, 17, 20, *Glossaire* : Unité Mixte de Recherche
- ZC** Zone Critique. XII, 4, *Glossaire* : Zone Critique

Glossaire

Anthropisation L'anthropisation désigne la modification d'un milieu dit «naturel» par les activités humaines. On peut aussi parler d'artificialisation. 1, 3, 4

Calotte Type de glacier formant une étendue de glace continentale de forte grandeur mais dont la superficie n'excède pas 50 000 km². IX, XI, 5, 6

Carotte Échantillon, retiré de calottes glaciaires, formé par compression de couches de neige successives, année après année : une découpe verticale de glace contient donc des couches de plus en plus anciennes à mesure qu'on s'enfonce vers le centre de la Terre. IX, 5

Complexité Le calcul de la complexité d'un algorithme permet de mesurer sa performance. Il existe deux types de complexité :

- la complexité spatiale qui permet de quantifier l'utilisation de la mémoire
 - la complexité temporelle : permet de quantifier la vitesse d'exécution
- . 25

Cryosphère Portions de la surface des mers ou terres émergées où l'eau est présente à l'état solide. IX, 5

EPST Les EPST sont des personnes morales de droit public dotées de l'autonomie administrative et financière. Leur objet principal n'est ni industriel ni commercial. 6

GIEC Le GIEC est un organe scientifique et intergouvernemental. Il a pour mission d'examiner et évaluer les données scientifiques, techniques et socio-économiques les plus récentes publiées dans le monde et utile à la compréhension des changements climatiques. 28

Hcéres Le Hcéres est l'autorité publique indépendante chargée d'évaluer l'ensemble des structures de l'enseignement supérieur et de la recherche, ou de valider les procédures d'évaluations conduites par d'autres instances. Lors de ses évaluations ayant lieu tous les cinq ans, le Hcéres regarde principalement la gouvernance du laboratoire, la gestion des finances, la validité des contrats, et la valorisation de la production et diffusion scientifique (au travers des publications). Il s'assure également de la bonne réalisation des missions qui sont assignées au personnel par la loi. Enfin, il note l'interaction du laboratoire avec le milieu social, la société civile ; et la qualité de la vie de laboratoire (cohésion au sein du personnel, journée annuelle, etc). Dans ce cadre, le laboratoire rédige un rapport d'auto-évaluation sur les cinq années écoulées, ainsi qu'un projet d'organisation pour les cinq années à venir. 11

Hydrosphère Ensemble des zones d'une planète où l'eau est présente. IX, 5

NetCDF Format de données constitué, d'une part, d'un ensemble de bibliothèques logicielles et d'autre part, d'un format de données «auto-documenté», indépendant de l'architecture matérielle qui permet la création, l'accès et le partage de données scientifiques stockées sous la forme de tableaux. 24, 25

Pression anthropique Facteur de stress d'origine humaine provoquant des perturbations, des dommages ou la perte d'un ou plusieurs composants d'un écosystème de manière temporaire ou permanente. Les pressions peuvent être physiques, chimiques ou biologiques. 8

Recherche fondamentale La recherche fondamentale consiste en des travaux expérimentaux ou théoriques entrepris principalement en vue d'acquérir de nouvelles connaissances sur les fondements des phénomènes et des faits observables, sans envisager une application ou une utilisation particulière à court terme. 6

TCO₂éq La tonne équivalent CO₂ est un indice créé par le GIEC permettant de comparer les impacts que les GES ont sur l'environnement en simplifiant cette comparaison et en les cumulant grâce à un unique indice. 14

Unité Mixte de Recherche Les UMR sont des équipes reconnues par un (ou plusieurs) organisme(s) de recherche et un ou plusieurs EPSCP. Les UMR sont des unités de recherche multi-tutelles avec toutefois un rattachement à un organisme de recherche (ex. CNRS, INRIA, INSERM) ou à un EPSCP. Ces unités sont « cogérées » par les différentes tutelles qui, dans le cadre d'une contractualisation, apportent chacun des moyens humains et financiers. Le contrat d'association a une durée de 5 ans. 1

Zone Critique La ZC est le lieu des interactions entre l'atmosphère, l'hydroosphère, le couvert nival, les sols, les roches et les écosystèmes. Les échanges d'eau, de matière et d'énergie qui se produisent au sein de la ZC sont en interaction avec les autres enveloppes du Système Terre (océan, atmosphère). C'est une zone réactive pour la planète qui joue un rôle clé dans sa régulation globale. Support de la vie, cette mince couche est fortement impactée par l'homme (agriculture, urbanisation, activité économique, etc) qui façonne le paysage, en extrait ses ressources (eau, sol, cultures) et y stocke ses déchets. 4

Table des figures

2.1	Localisation de l'IGE	5
2.3	Terrains de recherche de l'IGE	7
3.1	Origine des dotations de l'IGE en 2018	12
3.4	Ressources financières de l'IGE	13
3.5	Répartition des activités en proportion du nombre de tCO ₂ éq émises	14
3.6	Répartition et évolution des postes d'émission de l'IGE	14
3.7	Émissions de l'IGE cumulées sur l'année liées aux déplacements	15
3.8	Émissions de CO ₂ totales de l'IGE, réalisées et projetées	15
3.9	Effectifs et budgets CO ₂ des équipes de l'IGE	16
4.1	Répartition de l'effectif de l'IGE par statut et par métier	17
4.2	Répartition des contractuels par employeur	19
4.3	Profils d'activité des personnels	20
4.4	Photo réalisée lors de la matinée des nouveaux arrivants	23
5.1	Exemples de courbes obtenues en sortie du programme	24
5.2	Mise en évidence de la sécheresse et de l'humidité à Madagascar	26
.1	Organigramme complet de l'IGE pour la période 2017-2018	I
.2	Organigramme fonctionnel de l'IGE	II
.3	Organigramme de la Direction de l'IGE	III
.4	Organigramme complet de l'OSUG	IV
.5	Répartition de l'origine des contrats en fonction des sources de financement	V
.6	Cartes finales obtenues	VI
.7	Charte d'Éthique de l'Ingénieur	VII