

**Rapport d'étape du comité
livre blanc
« Paléoclimats & Paléoenvironnements »**

3 mars 2022

Support à la préparation du livre blanc avec
l'ensemble de la communauté concernée

Note : ce texte est de l'unique responsabilité du comité

Préambule

Ce rapport d'étape fait état des discussions et interrogations du comité mis en place pour la rédaction d'un livre blanc "Paléoclimats & Paléoenvironnements". Le livre blanc doit offrir une vision d'ensemble des nouveaux enjeux des paléoclimats et des paléoenvironnements, d'en montrer les forces actuelles, d'identifier les ruptures et la complémentarité des approches, le positionnement de la communauté française à l'international, les besoins d'infrastructures et les différents enjeux à court et moyen termes.

Ce rapport accompagne un questionnaire conçu comme un support pour les interactions avec l'ensemble de la communauté concernée. Le comité, en partageant ses éléments de réflexion, espère initier une émulation collective pour approfondir les différentes questions et faire en sorte que le livre blanc reflète bien l'ensemble des points de vue.

1 Contexte et objectif du livre blanc

1.1 Cadrage du livre blanc

La communauté “Paléoclimats & Paléoenvironnements” couvre un vaste spectre disciplinaire et regroupe des paléocéanographes, des sédimentologues, des structuralistes, des vulcanologues, des glaciologues, des géochronologues, des modélisateurs, des géochimistes, des paléomagnéticiens, des paléontologues, des paléoécologues, des archéologues ou encore des palynologues. Son champ d’activité s’étend de l’environnement de la Terre Primitive jusqu’à l’Anthropocène. Elle se positionne au meilleur niveau international, mais est confrontée depuis plusieurs années à des soucis de financement et de recrutement.

Le dernier colloque de prospective d’envergure dans le domaine des “Paléoclimats & Paléoenvironnements” s’est tenu à Garchy en 1998. Les conclusions de ce colloque ont ouvert de grands axes de recherche et créé des interactions entre différentes thématiques qui sont toujours bien présentes dans notre paysage de recherche (<https://livreblancpaleo.lsce.ipsl.fr/doku.php?id=home>). L’évolution des connaissances et les enjeux sociétaux croissants associés aux questions climatiques et environnementales requièrent une nouvelle attention.

Le comité du livre blanc a été initié avec l’aval de l’INSU et des instituts CNRS concernés (INEE et INSHS) suite à une manifestation d’inquiétude de plusieurs directeurs d’unité. Ses objectifs sont de recenser les forces et les difficultés rencontrées par la communauté “Paléoclimats & Paléoenvironnements” et d’identifier les verrous scientifiques et structurels qui, une fois levés, permettront de répondre de façon concertée et collective aux nouveaux défis scientifiques et techniques.

Les objectifs définis dans la feuille de route du comité sont :

- De proposer un état des lieux de la communauté travaillant sur les paléoclimats et les paléoenvironnements en France (instituts et laboratoires concernés, personnels impliqués, etc.), de ses atouts et de son positionnement à l’international,
- De définir les grands axes de recherches et les questions scientifiques qui vont sous-tendre l’activité “Paléoclimats & Paléoenvironnements” dans les années à venir,
- De mettre en lumière les verrous que nous pourrions faire sauter en renforçant, en particulier, les synergies au sein de la communauté française afin de mieux tirer partie de la complémentarité des approches (scientifiques, techniques et méthodologiques),
- D’identifier les communautés particulièrement menacées si un effort substantiel de financement ou de recrutement n’est pas mené à bien,
- De faire un bilan des besoins de maintenance et de renouvellement des parcs instrumentaux, en identifiant aussi les développements technologiques majeurs que la France ne doit pas manquer ou pour lesquels elle peut même briguer une position de leader,
- D’identifier les besoins d’infrastructures et d’investissements qu’il faudrait mettre en oeuvre à court et moyen termes pour permettre une politique scientifique ambitieuse,
- De faire un bilan des besoins en ressources humaines et identifier quelques débouchés porteurs attractifs pour les jeunes chercheurs.

Un site wiki a été mis en place pour informer la communauté des avancées et doter le comité d’un espace collaboratif (<https://livreblancpaleo.lsce.ipsl.fr/doku.php?id=home>). L’ensemble des milieux (océan, glace, continent, atmosphère) et toutes les approches (ie. campagnes de prélèvements, analyses et développements instrumentaux, modélisation, etc.) sont concernés.

1.2 Liste des membres du comité

La composition du comité reflète une première mise en place avec des membres issus des laboratoires de l'INSU initiateurs et le besoin d'élargir les thématiques couvertes aux autres instituts du CNRS. L'envergure de ce livre blanc se reflète également par la présence de membres du comité ayant comme mission de faire l'interface, via les conseils scientifiques, avec les différentes branches de la communauté concernée.

Personnes issues des laboratoires ayant lancé l'initiative (il avait été demandé au départ 2 représentants par labo pour ces labos) :

- Franck Bassinot - Franck.Bassinot@Isce.ipsl.fr
- Amaelle Landais - amaelle.landais@Isce.ipsl.fr
- Bruno Wilhelm - bruno.wilhelm@univ-grenoble-alpes.fr
- Patricia Martinerie - patricia.martinerie@univ-grenoble-alpes.fr
- Bruno Turcq - bruno.turcq@ird.fr
- Myriam Khodri - myriam.khodri@locean-ipsl.upmc.fr
- Guillaume Leduc - leduc@cerege.fr
- Doris Barboni - barboni@cerege.fr
- Bruno Malaizé - bruno.malaize@u-bordeaux.fr
- Frédérique Eynaud - frederique.eynaud@u-bordeaux.fr

Personnes assurant un lien avec les comités scientifiques INSU ou internationaux

- Brian Chase - brian.chase@umontpellier.fr (Lien ISEME et INQUA)
- Boris Vannière - boris.vanniere@univ-fcomte.fr (Lien PAGES)
- Pascale Braconnot - pascale.braconnot@Isce.ipsl.fr (Chargée de mission Climat INSU et lien WCRP)
- Thibault de Garidel-Thoron - garidel@cerege.fr (lien CSOA)
- Jérémy Jacob - jeremy.jacob@Isce.ipsl.fr (lien CSSIC)
- Cecile Robin - cecile.robin@univ-rennes1.fr (lien CSST)
- Sylvie Bourquin - sylvie.bourquin@univ-rennes1.fr (lien CSST)
- Pierre-Henri Blard - pierre-henri.blard@univ-lorraine.fr (lien REGEF, CS LEFE/IMAGO)

Personnes élargissant la composition aux laboratoires INEE et INSHS

- Fabien Arnaud - fabien.arnaud@univ-savoie.fr
- Claire Delhon - claire.delhon@cepam.cnrs.fr
- Jean-Renaud Boisserie - jean.renaud.boisserie@univ-poitiers.fr

1.3 Fonctionnement, déroulé des étapes de travail et thématiques abordées par le comité

Le travail du comité se fait via des réunions courtes très régulières dont la fréquence (quotidienne à bi-mensuelle) dépend des phases du travail et sujets à traiter.

Première phase : état des lieux

La première phase de travail du comité s'est échelonnée de novembre 2020 à juillet 2021. Un premier objectif était de faire un état des lieux de diverses prospectives, de délimiter le périmètre couvert par le livre blanc et de déterminer les méthodes de travail pour interagir au mieux avec l'ensemble de la communauté. Cette première phase a été ponctuée de quatre cycles de réunions.

Les différents sujets traités ont été :

- **Première réunion :**

Tour de table des membres du comité, méthode de travail préparation de la table rond du 25 novembre 2020, dans le cadre des journées “Climats et Impacts”, discussion générale sur la forme du livre blanc

- **Premier cycle de réunions :**

Récapitulatif des réunions de la [prospective transverse de l'INSU](#) 2020-2025

- **Second cycle de réunions :**

Récapitulatif des autres prospectives récentes - [INEE 2017](#) / [OA 2017-2022](#) / [SIC 2018-2022](#) / TS 2019

- **Troisième cycle de réunions :**

Bilan des infrastructures de recherche : carottages/forages, parc analytique, modélisation, moyens de sondages et carottages continentaux, moyens de stockage

- **Quatrième cycle de réunions :**

Organisation de la recherche aux échelles nationales et internationales (AFEQ/INQUA, PAGES/FutureEarth, CMIP/PMIP en lien avec IPCC, WCRP)

Pour chaque cycle de réunions, les membres du comité ont établi une liste de points saillants permettant de faire un état des lieux de la communauté, de s'interroger sur les difficultés rencontrées par cette dernière et d'identifier les questions devant être débattues avec l'ensemble de la communauté.

En parallèle et tout au long de ce processus, des discussions et des récoltes de données concernant les thématiques suivantes ont été organisées et sont en cours d'analyses :

- Etat des lieux, bilan et cartographie du champ couvert par le livre blanc selon les approches des différents métiers, thématiques de recherche, bilan bibliométrique ainsi que bilan sur les formations portant sur ces thématiques au sein des universités (licences et masters),
- Discussions sur les grandes questions scientifiques et les verrous associés, identification des grands enjeux au sein et entre les communautés concernées,
- Discussions sur les infrastructures associées aux thématiques de recherches, instruments/nouvelles technologies,
- Administration de la recherche : financements, recrutements, etc.

Deuxième phase : Réunions d'information nationale et régionales

La première réunion d'information nationale s'est tenue durant les journées “Climat et Impact” au cours d'une table ronde organisée sous forme de webinar le 25 novembre 2020, juste après le démarrage de la première phase de travail du comité. Une deuxième phase du travail, entre juillet et novembre 2021, a été dédiée aux réunions d'information et de discussion avec la communauté à l'échelle régionale (5 grandes zones géographiques ont été définies : NW-NE-SW-SE-Ile de France, suivant les indicatifs téléphoniques). L'objectif du comité est de venir travailler au plus proche des collègues et de favoriser les échanges dans un cadre mixte du point de vue des thématiques et des approches. Ces réunions se sont tenues sous forme de webinars en raison de la situation sanitaire. Ces réunions ont bénéficié d'un canevas de présentation générique. Ces présentations et les compte rendus des réunions sont disponibles sur le site wiki du comité (<https://livreblancpaleo.lsce.ipsl.fr/doku.php?id=info:reunions>).

Prochaines étapes

Ce rapport d'étape rassemble les principaux éléments récoltés durant les phases 1 et 2 du travail du comité. Ces éléments constituent des acquis et le socle pour approfondir les différentes questions, en étroite collaboration avec la communauté. Il accompagne un questionnaire qui servira de support de discussion pour l'élaboration du livre blanc lui-même. De nouvelles discussions sont prévues sous la forme de nouvelles réunions régionales. L'ensemble des éléments sera synthétisé, restitué et discuté avec l'ensemble de la communauté lors d'un colloque national les 11 et 12 mai 2022 (Paris en version

hybride présentiel/visio), colloque volontairement programmé en amont de la rédaction du livre blanc pour associer le plus grand nombre de collègues possible à son élaboration.

Les grandes étapes du calendrier pour les mois à venir sont donc :

- Début mars 2022 : publication du rapport d'étape et envoi d'un questionnaire à la communauté
- Début 2022 (mars-avril) : réunions régionales de travail
- 11-12 mai 2022 : colloque national (présentiel/hybride)
- Été 2022 : publication du livre blanc

2. Premières analyses du comité

Cette section rassemble les différents points saillants émanant de l'analyse des documents (prospectives, infrastructures, participation à l'international, etc..) lors des premiers cycles de réunions et des réunions régionales (section 1.3). La plupart des documents a été élaborée au cours des cinq dernières années. Ils donnent ainsi des photographies de différentes parties de la communauté concernée par le livre blanc à différents moments. La prospective la plus récente est la prospective transversale de l'INSU qui comprend de nombreuses recommandations. Cette section rassemble successivement les aspects scientifiques émanant des prospectives (section 2.1), une cartographie des différentes infrastructures venant en support aux activités (section 2.2), et une synthèse des comptes rendus des réunions régionales (section 2.3).

2.1 Points saillants ressortant des différentes prospectives

La synthèse des points saillants fait ressortir un certain nombre de constats, d'orientations scientifiques et identifie des difficultés particulières à la communauté. Ces éléments serviront de points de départ pour les discussions approfondies avec l'ensemble de la communauté.

Constats

Quelques constats émanent des premières analyses du comité suite aux premiers cycles de réunions :

1. L'analyse des différentes prospectives confirme que la communauté concernée par le livre blanc "Paleoclimats & paléoenvironnements" est très active. Elle est riche de nombreuses disciplines (physique, biologie, géologie, histoire, archéologie...) permettant l'étude d'un large spectre d'échelles de temps (de la saison à plusieurs centaines de millions d'années) et d'espace (du site d'étude à l'échelle globale du système Terre). Elle regroupe de nombreux métiers et développe de nombreuses approches multi- ou interdisciplinaires nécessaires pour comprendre l'évolution des paléoclimats et paléoenvironnements en lien avec l'évolution des écosystèmes, de la biodiversité et des sociétés humaines. Cette communauté réunit ainsi des chercheurs ayant pour objet d'étude la Terre solide et ses enveloppes fluides, les surfaces et interfaces continentales, la biodiversité, l'évolution et l'adaptation biologiques (des macromolécules aux communautés et aux sociétés), chercheurs principalement rattachés à différents domaines de l'INSU, de l'INEE ou de INSHS. Les sujets de recherche s'inscrivent de fait pleinement dans des démarches et des réflexions inter-domaines (e.g. CYBER, EC2CO, etc.). D'après notre recensement, près de 700 collègues considèrent avoir une activité en lien avec les Paléoclimats & Paléoenvironnements en France.
2. Les recherches s'appuient sur des réseaux très structurants qui relèvent de différentes infrastructures de soutien (présentées dans la Section 2.2) telles que les grands carottages, les stations polaires, les flottes nationales et internationales, RéGEF, la modélisation et des bases de données diverses. Les approches fortement multidisciplinaires, dont une partie a été initiée par le programme [ECLIPSE](#) (2000-2007), se renforcent. Des GDRs, tels que les GDR Vie, Environnement, Climat ou le GDR Rift, structurent aussi le paysage scientifique. Néanmoins, la communauté "Paléo" reste compartimentée par grandes disciplines (océanographie, atmosphère, surfaces continentales) et par périodes de temps (essentiellement pré-quaternaire ou quaternaire).
3. Cette communauté est reconnue et est fortement impliquée au niveau international pour caractériser et mieux comprendre la dynamique des paléoclimats et paléoenvironnements via l'acquisition de données (e.g. missions internationales de forages, bases de données, etc.) et la

modélisation (e.g. coordination du Paleoclimate Modeling Intercomparison Projet). Ces recherches apportent ainsi des éclairages essentiels aux synthèses internationales publiées dans les rapports du GIEC. En revanche, elles contribuent peu aux rapports de synthèse axés sur le vivant tels que les rapports de l'IPBES. Cependant, il existe des liens étroits entre les travaux des communautés impliquées dans l'étude du système climatique et ceux étudiant les impacts des changements environnementaux d'origine naturelle ou anthropique sur le vivant. En ce sens, la caractérisation des bouleversements anciens de la bio-géosphère permet de comprendre les trajectoires actuelles constatées dans les systèmes climatiques et environnementaux et les mécanismes impliqués, et apporte des éclairages sur les grands enjeux actuels liés aux objectifs du développement durable.

4. Les différents documents analysés mettent en évidence un manque d'études intégrées entre les systèmes actuels, récents (Quaternaire) et anciens (pré-Quaternaire) qui permettraient de mieux appréhender les changements futurs. Cela se traduit par exemple par la faible représentation des communautés "Paléo" dans le défi INSU 5 ("Modélisation intégrée du système Terre pour l'étude des risques environnementaux"), alors qu'un besoin de "séries longues" issues de "nouveaux capteurs" a été identifié pour pouvoir appréhender les risques dans leur globalité. Dans d'autres défis ou perspectives, l'apport spécifique de la "Paléo" est peu mentionné, alors qu'il est effectif de longue date.
5. Comme l'indiquent les conclusions des défis INSU 3 & 4 ("Enregistrement géologique des crises environnementales" et "Interactions entre crises environnementales et écosystèmes"), la communauté "Paléo" française ressent le besoin de coordination. Il existe actuellement un fort sentiment de cloisonnement. De nombreuses questions sont soulevées sur la façon de consolider les approches multidisciplinaires et favoriser les interactions entre les différents points de vue sur le climat, l'environnement, la biodiversité et les sociétés.
6. La structuration de la communauté entre différents instituts du CNRS, différents organismes, qui se reflète également dans la multiplicité des guichets de recrutement ou de financement apparaît, suivant les cas, comme une force garantissant la diversité ou une faiblesse. Des sentiments forts de perte de visibilité, de perte de vitesse scientifique, de perte de savoir-faire ou de masse critique sur certains sujets, et de reconnaissance de l'impact des travaux menés ont été relayés lors du premier cycle de réunions du comité. De la même façon, la pérennisation des métiers techniques associés aux infrastructures n'est pas assurée, avec de nombreux postes clefs assurés par des personnes en CDD.

Des questions scientifiques en évolution

Le comité a également cherché à identifier la manière dont les thématiques de recherche évoluent. Les principaux objectifs et points d'inflexion qui apparaissent dans les documents de perspectives passées et des discussions sont regroupés ci-dessous :

1. Les recherches associées aux thématiques "Paléoclimats & Paléoenvironnements" ont comme premier objectif de renseigner et comprendre le fonctionnement et les perturbations des enveloppes superficielles du système Terre. Les enregistrements des climats et environnements passés dans les archives océaniques et continentales permettent d'explorer les impacts et les rétroactions de différentes perturbations (forçages) climatiques, biologiques et géodynamiques au cours des temps géologiques.
2. Les "Paléoclimats & Paléoenvironnements" ont contribué à la prise de conscience, notamment en influençant largement les premiers travaux du GIEC, en montrant que l'activité humaine place les sociétés humaines en position de responsabilité vis-à-vis de l'évolution des conditions favorables à

la vie sur Terre. Les équipes françaises comptent parmi les fers de lance de ce mouvement mondial. L'enjeu est maintenant d'apporter de nouveaux éléments de compréhension sur le fonctionnement du système climatique et de ses interactions avec les autres composantes du système Terre. Les besoins de connaissances approfondies sont multiples et les études "Paléo" abordent de façon de plus en plus pointue les perturbations des grands cycles planétaires, notamment ceux du carbone, de l'eau et des nutriments, l'érosion de la biodiversité, ou encore la dispersion d'éléments, molécules ou isotopes artificiels et/ou concentrés par les activités humaines.

3. Les reconstitutions des trajectoires passées à différentes échelles temporelles ont ainsi la capacité d'interroger les multiples interactions à toutes les échelles de temps et d'espace. Les nouvelles directions de recherche semblent favoriser des aller-retours entre les échelles locales et planétaire, ou des approches plus systémiques des fonctionnements et des interactions à l'échelle d'un territoire. Ces approches sont essentielles pour remettre la période instrumentale dans le contexte d'un fonctionnement du système Terre avec sa propre inertie.
4. Les documents font aussi état d'une volonté de faire émerger les sujets ou résultats fortement ancrés dans les besoins de connaissance éclairant les rapports du GIEC ou de l'IPBES, ou d'être en prise plus directe pour éclairer les décisions.
5. Voici quelques premiers grands questionnements auxquels la communauté "Paléo" contribue activement et qui se recoupent entre plusieurs documents :
 - Évaluation et analyse de la résilience des écosystèmes (de l'échelle locale à l'échelle globale), de leur vulnérabilité et d'éventuels phénomènes de seuil et d'irréversibilité.
 - Définition de la notion d'état d'équilibre des systèmes naturels et de leurs temps de réponses à des perturbations environnementales, de vitesse et de temporalité/fréquence différentes, à toutes échelles de temps et d'espace.
 - Définition de différents types d'extrêmes, de leur magnitude, de leur récurrence et des périodes de transition, hors équilibre entre ces extrêmes.
 - Intégration de la complexité biologique dans l'évolution des écosystèmes et interactions avec le climat et les surfaces continentales ou plus largement la zone critique.
 - Étude des processus élémentaires physiques, géochimiques ou biologiques de fine échelle et l'établissement des règles d'intégration à grande échelle.
 - Intégration des impacts des processus géologiques et de leurs rétroactions sur le climat et l'environnement dans le passé.

Quelques verrous spécifiques identifiés

Pour répondre à ces questions, des besoins ont été identifiés et un certain nombre de verrous doivent être levés:

1. Besoin de disposer d'**observations sur le terrain** pour une meilleure compréhension des systèmes actuels et des conditions environnementales naturelles afin de mieux développer et **calibrer** les traceurs et proxies. Nécessité de définir des zones-ateliers environnementales (caractéristiques physico-chimiques et en lien avec le vivant) pouvant servir de référence pour les évolutions passées et futures.
2. Besoin de mieux comprendre l'élaboration des traceurs et des proxies, des **processus d'enregistrement puis de préservation du signal** dans les archives environnementales.
3. Besoin d'élargir la résolution spatiale et temporelle des archives paléoclimatiques et paléoenvironnementales dans les **régions insuffisamment documentées**, en particulier dans la zone intertropicale et l'océan austral. Besoin de développer davantage de campagnes d'échantillonnages ambitieuses (forages continentaux, campagnes en mer, prospections paléontologiques, etc.).

4. Besoin de **relier les études sur les analogues actuels** à celles des environnements et climats anciens (en dehors de ce qui est fait pour les approches basées sur les fonctions de transfert), en exploitant mieux les nouvelles approches (ex l'ADN ancien).
5. Besoin de définir **de nouveaux indicateurs des activités humaines** pour mieux comprendre l'évolution des sociétés humaines en lien avec les changements environnementaux et l'impact des sociétés sur l'environnement (milieux et climat), en forte interaction avec **les sciences humaines**.
6. **Besoin d'améliorer des chronomètres** absolus et relatifs : la qualité de l'interprétation des données "Paléo" dépend de la qualité de leur cadre chronologique. Les implications de la résolution des modèles d'âge sont multiples : meilleure caractérisation des flux exportés (e.g. productivité primaire, bilan d'érosion,...), identification des hiatus et de leurs durées, meilleure identification de la synchronicité des événements et des relations causes - conséquences, etc.
7. Besoin de développer de **nouvelles approches de modélisations numériques ou analogiques** permettant d'intégrer les processus élémentaires physiques, chimiques et biologiques contrôlant la dynamique des paléoclimats et paléoenvironnements aux différentes échelles de temps et d'espaces, notamment pour mieux identifier les **processus élémentaires pertinents** et leur rôle dans les mécanismes globaux.
8. Besoin de **renforcer le lien modèle - données** pour mieux contraindre les processus à la base de certains biais importants et résistants dans les modèles (i.e. bilan énergétique, sensibilité et variabilité climatique, cycle hydrologique, circulation océanique, forçages et rétroactions des calottes, végétation, sol, cycles biogéochimiques, ...).
9. Besoin d'intégrer des informations ponctuelles via des **approches statistiques** (type Intelligence Artificielle) pour obtenir des reconstructions cohérentes d'un point de vue physique ou biogéochimique qui pourront être directement comparées aux sorties de modèles du système climatique. Pour cela il est essentiel d'**harmoniser les méthodes et formats des données** (traceurs climatiques, de datation, paléo-végétation, niveau marin, etc.) archivées dans les grandes bases de données telles que DataTerra, GaïaTerra. PAGES, PANGAEA, etc.
10. Besoin de mieux caractériser les **événements extrêmes passés** et prendre en compte l'hétérogénéité des temps d'émergence de la signature anthropique selon les systèmes (tropicaux et polaires par exemple).
11. Besoin de mieux distinguer **les perturbations transitoires et les seuils d'hystérésis** pour différents systèmes ou sous-systèmes.
12. Besoin de développer des **approches couplant mathématiques, physique et calcul haute performance** pour optimiser **l'assimilation des proxys dans les modèles de système Terre**. Le renforcement des liens modèle-données passe aussi par l'intégration des traceurs géochimiques et la complexité biologique dans les modèles et par la réalisation de simulations transitoires longues.
13. Besoin de mieux intégrer la communauté des modélisateurs du climat (actuel et passé) et (i) les communautés des paléontologues, des paléobotanistes, des géologues... et (ii) les modélisateurs en biologie, écologie, et Sciences Humaines et Sociales...

2.2 Infrastructures

Les axes de recherche permettant de répondre aux questions scientifiques identifiées dans les différentes prospectives mobilisent de nombreux moyens pour les campagnes de prélèvement, les mesures, les synthèses de données, les simulations ou les comparaisons modèles-données. Nous avons regroupé ces éléments dans cette section infrastructures pour tenter d'apporter une vision d'ensemble, et d'identifier les défis à relever dans les prochaines années, qu'ils soient d'ordre scientifiques, techniques, financiers et organisationnels.

Forages continentaux

Moyens nationaux de carottages/Sondages continentaux

La France dispose d'un parc d'instruments et d'une expertise rare à l'échelle mondiale dans le domaine du carottage en domaine continental, en particulier sur les lacs. Ces moyens sont actuellement dispersés à l'échelle du territoire. La création d'une plateforme nationale (en cours de labellisation), servira de tête de pont pour le développement de nouveaux outils, de centre de ressources pour la réalisation de missions, et de coordinatrice pour la formation des personnels des unités. Cette infrastructure, appelée « carottage continental France », regroupe un parc national avec des personnels dédiés et les moyens matériels et humains présents dans les unités. Adossée à un conseil scientifique, elle sera aussi un lieu de discussion des priorités scientifiques, notamment pour les plus grosses opérations. Elle offrira la possibilité de recueillir des échantillons rares et de bonne qualité en domaine continental, mais également en domaine côtier peu profond, où les navires de la flotte océanographique française ne peuvent opérer.

International Continental Scientific Drilling Program (ICDP)

ICDP permet d'accéder à des moyens de forage continentaux internationaux. Les projets ICDP proposés par la communauté française sont essentiellement axés sur le Néogène-Quaternaire. Cette limitation à des forages peu profonds s'explique par le fait que ICDP ne couvrent que 20% du coût des forages (avec un plafond à environ 2M€). De ce fait, la communauté paléo continentale hésite à faire des demandes, sachant qu'il est très difficile d'obtenir des co-financements nationaux. Ainsi, mis à part quelques grands programmes de forages profonds réalisés sur des fonds publics dans les années 1980 (e.g. forage de Couy), l'essentiel des données provient de sociétés industrielles, donc axées sur leurs objectifs. Des pans entiers de notre sous-sol restent inexplorés. Lever les contraintes d'accès moyens ICDP serait bénéfique afin (1) d'accéder à des archives anciennes et profondes en domaine continental, (2) de créer des synergies à l'international et (3) de faire émerger des projets explorant différentes échelles de temps et d'espace, différentes spécialités (i.e. le passé pour comprendre le présent et le futur).

Carottages glaciaires

La communauté est bien structurée autour du F2G (Plateforme Française de Forage Glaciaire, <https://forage-glaciaire.osug.fr/>) labellisé INSU et du groupe Carottes de Glace France (choix de priorités de forages, animation scientifique, groupe auto-organisé et auto-financé). Les forages polaires sont réalisés en forte coordination avec l'IPEV, qui est partie prenante des grands projets, et dont l'activité est dépendante des moyens logistiques disponibles (station Concordia, moyens de transport...). La carothèque est partagée avec une gouvernance nationale/internationale selon l'origine des carottes. Les carottiers profonds sont partagés à l'international dans le cadre de grands projets communs (Europe : EPICA, Beyond EPICA etc.) à la fois très collaboratifs et très compétitifs en interne. Un lien pourrait être développé entre forages glaciaires et forages du socle rocheux sous glaciaire.

Le financement est difficile pour la jouvence de grosses infrastructures et gros équipements (chambres froides pour stockage et préparation des échantillons, chambres sans poussières, instruments «traditionnels» mais indispensables pour les mesures de base sur les carottes de glace).

Carottages/forages marins

Moyens nationaux de carottages marins

Le parc de carottiers et le savoir-faire français sont uniques au monde comme l'illustre, par exemple, le record du monde de longueur de carottage (plus de 80m) obtenu sur le navire océanographique Marion-Dufresne à l'aide du carottier CALYPSO. L'expertise, initiée par l'IPEV, s'est diversifiée avec le développement du carottage CASQ et l'implémentation du carottage long sur les navires de l'IFREMER (le Pourquoi Pas (30-40m), et l'Atalante (15m)). Cependant, la réforme du Marion-Dufresne en 2032

interpelle sur la pérennité du long carottage en France et le maintien du leadership international. Depuis 2018, les moyens de carottage, spécifiques à chaque navire, sont hébergés au sein de la TGIR Flotte Océanique Française (FOF). Les moyens de carottage en milieu côtier sont par contre plus limités, à l'interface entre moyens de carottage continentaux et hauturiers. Par ailleurs, les capacités de stockage des carottes sédimentaires arrivent à saturation dans beaucoup d'unités à l'échelle nationale (cf section carothèques).

La communauté française paléo-océanographique, fortement structurée à la fin des années 1990 autour du programme IMAGES, fait face à des difficultés croissantes liées à l'évolution des moyens de carottage, de l'accès aux navires et aux financements de l'exploitation du matériel recueilli. Le nombre de campagnes hauturières incluant du carottage est en déclin.

Lien avec IODP et ECORD

La communauté "Paléoclimats & Paléoenvironnements" émerge également dans l'axe "Climat" du programme international de forage IODP (4 axes : *Climate, Deep Life, Earth Dynamics et Geohazard*), qui est en nette augmentation dans les demandes de campagnes ces dernières années. La participation aux campagnes IODP est un investissement en temps (2 mois en mer), mais offre l'opportunité de développer des collaborations internationales. Grâce aux soutiens budgétaires du TGIR ECORD/IODP, des financements pour les analyses (e.g. financement d'analyses et, depuis 2015, de post-doctorants) et pour présenter les résultats dans des colloques internationaux sont accessibles. Il est regrettable que la participation française reste modeste par rapport à d'autres nations. Certaines lourdeurs administratives sont invoquées pour expliquer un manque de compétitivité par rapport à certains laboratoires étrangers. La diminution du soutien financier de la NSF va poser la question du financement d'IODP à moyen/long terme (i.e. nécessité de trouver des financements complémentaires).

Carothèques, lithothèques et collections de référence

On distingue trois grands types de collections associées aux paléoclimats et paléoenvironnements : les carothèques, les lithothèques et les collections paléontologiques et archéologiques de référence. A ces trois catégories correspondent des besoins spécifiques, notamment en termes de conditions de conservation et de volume de stockage.

Les nombreux entrepôts dédiés aux carottes de sédiment en France sont pour la plupart gérés par des unités de recherche sur leurs ressources propres. Une exception majeure est constituée par la carothèque gérée par IFREMER à Brest qui bénéficie de locaux et de personnel dédié. La carothèque du muséum national d'histoire naturelle (MNHN) est également bien gérée sur le long terme, notamment grâce à la mise à disposition d'une enseignante-chercheuse MNHN dédiée. La carothèque glaciaire est essentiellement localisée à Grenoble et sur la station antarctique de Concordia. Le stockage Antarctique permet une meilleure préservation des échantillons (-50°C) mais complexifie les campagnes de découpe. Les inventaires sont partagés au sein du groupe Carottes de Glace France et organisés en 3 types : "carottes projet" issues de forages récents temporairement réservées à un projet (après 2 ans, une participation aux frais de stockage est demandée), "patrimoine national" constitué de carottes partagées au sein du groupe CGF, et "patrimoine international" dont l'accès est soumis à autorisation d'un Steering Committee international. Les coûts de fonctionnement de ces stockages froids sont importants. Les lithothèques (collections de roche), moins exigeantes en termes de conditions de conservation et de volume de stockage, sont dispersées dans les unités. Le besoin d'avoir une gestion conservatoire des échantillons se fait plus pressant que ce soit pour les collections de référence ou les échantillons provenant de régions au contexte géopolitique tendu. Un rapport mandaté par l'INSU auprès de Etienne Ruellan est en cours sur l'ensemble des questions de gestion et de conservation.

Parc analytique français et réseau RÉGEF

RÉGEF (Réseau Géochimique et Expérimental Français, <https://www.regef.fr/>) est une Infrastructure de Recherche transverse, qui regroupe les moyens analytiques des laboratoires pour fournir des mesures aux programmes de recherche, aux Services Nationaux d'Observation, et à d'autres infrastructures de recherche. Le réseau regroupe des instruments de mesure, d'imagerie et d'expérimentation au sein de 135 plateformes, regroupées dans 12 sous-réseaux analytiques thématiques dont 11 intéressent potentiellement la communauté « Paléo ». Chaque sous-réseau de RÉGEF alimente des réflexions sur l'optimisation des analyses, l'organisation des moyens humains et techniques, et l'uniformisation des meilleures pratiques. Enfin, RÉGEF met en commun des savoir-faire, une gestion des données (stockage, uniformisation, distribution), et la prise en compte de l'adéquation instruments/personnels permanents.

Deux grands types de données issues des infrastructures de RÉGEF qui nourrissent les reconstructions « Paléo » se dégagent : 1) la reconstruction des conditions paléoenvironnementales par les traceurs géochimiques (les “proxies”), qu'il s'agisse d'indicateurs paléoclimatiques (températures, précipitations, biologie) ou la composition des paléatmosphères (gaz, aerosols..), 2) la datation des archives climatiques, qu'il s'agisse de roches, des glaces, de matière organique ou de biominéralisations. En particulier, certains instruments nationaux, comme les spectromètres de masse par accélérateur ARTEMIS (LMC14) et ASTER (LN2C) bénéficient d'un fonctionnement ouvert en réseau, au service de la communauté. Certaines techniques de datations comme la luminescence (OSL, IRSL) ont cependant accumulé du retard par rapport à d'autres pays. D'autres aspects analytiques, non géochimiques (ex : paléomagnétisme), sont également mises en œuvre dans quelques laboratoires français, avec une gestion totalement indépendante de RÉGEF.

Moyens de calcul dans le cadre de la modélisation climatique

Moyens calcul

La modélisation des paléoclimats fait appel à une hiérarchie de modèles, incluant des modèles de complexités intermédiaires et les modèles de circulation générale. Selon le type de modèles et de simulations, les simulations sont réalisées sur des stations de travail individuelles, les clusters de calcul des laboratoires, des méso-centres (ex ESPRI à l'IPSL), les calculateurs nationaux (GENCI) ou Européen (PRACE). Les ressources informatiques des laboratoires ou méso-centres sont fournies par les laboratoires ou les projets individuels. L'accès aux ressources de calcul nationales se fait via des demandes annuelles en réponse aux appels d'offres de GENCI (<https://www.genci.fr/fr>). Le nombre d'heures attribuées depuis 2010 par GENCI (comité CT1) suit une loi de Moore avec un doublement tous les 17,1 mois. De 2015 à 2021, la part de la paléo est passée de 1,4% à 3,9%, soit d'un coût d'environ 99k€ à 1150 k€ par an. Cette forte augmentation correspond à une montée en puissance de la modélisation des climats anciens et des simulations transitoires longues. Seulement 2 projets paléo ont bénéficié jusqu'à présent des ressources européennes PRACE et ont permis de lancer les simulations transitoires de l'Holocène et l'assimilation des données paléo pour le dernier millénaire.

Infrastructure CLIMERI-France

Les simulations s'appuyant sur le modèle de l'IPSL bénéficient des outils de simulation, monitoring, analyses, bases de données développées et mise en place à l'IPSL et de la coordination nationale offerte par l'Infrastructure de recherche CLIMERI-France (<https://climeri-france.fr/>). Au-delà des simulations et de leur diffusion, cette infrastructure participe à la définition des grandes orientations nationales vis-à-vis du calcul scientifique, du développement des modèles de climat (ou modèle système Terre) des chaînes de calcul et l'analyse des résultats (partage méthodologique ou logiciels). La prospective en cours pour les machines exascales et le déploiement de GPUs déstabilisent le paysage et constituent des verrous technologiques et scientifiques à intégrer dans les développements

prioritaires des prochaines années. De même, les questions d'archivage et de stockage des résultats des simulations sont des difficultés récurrentes ayant de multiples facettes : volume, traitement, diffusion, données pré-traitées, accès, etc.

Archivage et accessibilité des données

La place des données est critique, non seulement au niveau de leur acquisition (chronophage/coûteuse/demandant une expertise pointue et des métadonnées permettant d'en vérifier la qualité et leur signification), mais aussi au niveau de leur stockage et de leur accessibilité à différents types d'utilisateurs.

Pour les thématiques "Paléoclimats & Paléoenvironnements", les deux principales bases utilisées par les chercheurs sont le [World Data Center for Paleoclimatology](#) (NOAA) et [PANGAEA](#). Il s'agit d'entrepôts généralistes qui accueillent des données déjà publiées. [Neotoma](#) est un autre système, particulièrement prisé des paléoécologues (paléobiodiversité, notamment taxonomiques). Des bases thématiques, telles la [European Pollen Database](#) ou la [Global Paleofire Database](#), favorisent la réutilisation des données. L'identification des échantillons et les moyens mis en œuvre pour les collecter sont référencés de façon trop succincte dans ces bases et les métadonnées obligatoires ne sont pas homogènes. A l'échelle internationale, un standard est en cours de construction : [LiPD](#) (Linked Paleo Data). Ce standard favorise l'interopérabilité des données et leur réutilisation. En ce qui concerne la modélisation, la généralisation du format netcdf et la standardisation des métadonnées facilitent la diffusion. Les simulations de référence bénéficient de la base de données distribuées ESGF (Earth System Grid Federation). Il reste néanmoins de nombreuses hétérogénéités et l'attribution de DOI permettant la traçabilité n'est pas encore généralisée.

Si ces initiatives internationales permettent de valoriser et de rendre accessibles les données publiées, quel que soit le type d'archive, le besoin d'avoir un meilleur traçage numérique des collections est répertorié. Les exigences de la science ouverte imposent l'utilisation plus généralisée d'identifiants uniques internationaux ou encore la nécessaire articulation entre les métadonnées associées aux différentes phases de vie des échantillons: (i) collecte sur le terrain, (ii) stockage en entrepôt physique, (iii) rééchantillonnage (donc création d'échantillons « enfants »), (iv) préparation (physique et/ou chimique) et (v) résultats des mesures analytiques. En ce sens, le CNRS s'engage à fournir des identifiants pérennes uniques, au standard IGSN. Pour tout type d'échantillon de type échantillon stratigraphique "carotte" et bientôt pour les spéléothème, la "Cyber-carothèque nationale", issue du projet equipex CLIMCOR, permet ainsi de passer le relais du terrain à l'unité de stockage, puis au laboratoire analytique, sans perte d'information. De même, depuis 2021, un groupe de travail adossé à RéGEF s'occupe du dossier relatif au stockage des données de manière "ouverte" et pérenne, selon les principes FAIR (poste d'IR ouvert au concours par le CNRS en 2022). L'unification des méthodes permettant la mise en œuvre de labels garantissant de manière automatique la qualité des données, en incluant notamment la description des métadonnées (nature des échantillons, standards, bruit de fond analytique) est en cours. On peut aussi noter que la gestion conservatoire des données intermédiaires ayant conduit (ou non) à un résultat scientifique est aussi l'objet d'interrogations. Ce type de fonction est assurée par DataTerra et ses déclinaisons qui reprennent peu ou prou les contours des domaines de l'INSU. Cependant, la nature extrêmement variée des données "paléo" et le fait qu'elles ont la particularité de relier espace et temps au travers de modèles d'âge les rendent difficiles à intégrer dans les silos existants.

2.3. Points ressortant des réunions d'information régionales

Les premières réunions régionales ont toutes fait l'objet de relevés de discussions qui sont disponibles sur le site du comité (<https://livreblancpaleo.lsce.ipsl.fr/doku.php?id=info:reunions>). Nous avons analysé l'ensemble de ces comptes rendus (CR) afin de faire ressortir les principaux points de discussion. Nous avons cherché à respecter le contenu des CR de façon à refléter au mieux les avis récoltés sans les biaiser par une vision du comité. L'ensemble des points listés dans les CR ont tout d'abord été classés en grandes rubriques. Nous avons ensuite synthétisé les principales idées par rubrique. Les résultats de cette analyse sont présentés dans le Tableau 1. Le tableau détaillé reprenant toutes les entrées des CR est disponible auprès des membres du comité.

En première analyse, les constats et les interrogations sont cohérents avec ceux du comité. On voit aussi apparaître des points d'accord ou de désaccord autour de certaines propositions (ex : appel d'offre dédié, section dédiée...) qui demandent de l'approfondissement.

De nombreux cloisonnements sont identifiés dans cette synthèse des compte-rendus des réunions régionales. De même des vulnérabilités métiers ont été évoquées. Il manque cependant une analyse sur la façon dont ils affectent les orientations scientifiques, ou l'accès aux différents moyens, dont les financements.

TABEAU 1 : synthèse des comptes-rendus des réunions régionales respectant le vocabulaire et expressions employées lors de ces réunions.

Rubrique	Constat
Réflexions générales et question d'identité	
La communauté se pose des questions d'identité sous trois angles différents qui font référence à l'identité d'une communauté paleo vis-à-vis de l'extérieur, à ce que l'on entend comme limites temporelles (depuis quand) et types d'activités sous les mots paleoclimat et paleoenvironnement et aux questions d'identité interne entre les mots paleoclimat et paleoenvironnement.	
Objectifs ou types de questions scientifiques	
Thématiques : quelques enjeux	Quelques grands enjeux thématiques sont apparus, en soulignant l'important de l'approche fondamentale pour l'amélioration de connaissances. Ils concernent le cocktail de forçages à prendre en compte pour étudier la réponse climat/environnement à multi-échelles (avec un accent plus fort sur les processus de petite échelle et paléo-précipitations) ; le besoin de replacer les écosystèmes actuels dans une trajectoire et avoir une meilleure prise en compte de la dynamique de la biodiversité ; le renforcement d'études d'événements particuliers (ex extrêmes, instabilité calotte, événement hyperthermaux, relargage de clathrates), mais en gardant aussi une forte dynamique sur les autres aspects ou types événements.
« Observations »	La notion de retro-observations ou de retro-observatoires est mentionnée, incluant les questions fondamentales sur l'archivage du signal, sa significativité et une meilleure qualification des incertitudes, ainsi que la place des réseaux Sentinelles dans l'étude des trajectoires de différents environnements naturels et le couplage entre les observations et rétro-observations.
Aspects multi et interdisciplinaires	Il est relevé que l'approche interdisciplinaire est inhérente aux thématiques climat ou environnement, et que les nouvelles orientations demandent de renforcer les interactions permettant de mieux prendre en compte l'écologie, les sciences humaines et sociales, et la biodiversité.
Apport passé / futur	Des interrogations portent sur la façon de mieux aborder les liens entre le passé et le futur et de mieux caractériser les incertitudes des projections climatiques.
Methodologie	Il y a un accent sur de nouvelles méthodologies, que ce soit pour le développement de nouveaux proxys, de méthodes d'analyses, ou d'approches multidisciplinaires à l'échelle régionale, avec cependant des alertes sur l'équilibre à garder entre les nouvelles approches et l'utilisation de l'existant pour progresser sur les questions de changements de climat ou d'environnement. Les évolutions autour du "big data", de la modélisation et du calcul sont des sujets de préoccupation.
Lien entre communautés ou types d'approches, animation	
Quelques initiatives d'animation ou de coordination ont été mentionnées, et font ressortir un besoin d'animation ou d'appel d'offres dédiés pour la communauté. Il s'agit en particulier de la lettre Paléo éditée par Guillaume Paris, du GDR Climat-Environnement-Vie du Pré quaternaire qui essaye de structurer la communauté avec une approche modèles-données autour de questions scientifiques et du programme ECLIPSE qui a duré 8 ans avec et favorisé des projets pluridisciplinaires avec un financement adapté.	
Infrastructure, bases de données	
Les discussions montrent les gros enjeux autour des bases de données, leur interopérabilité vis à vis de la complexité et diversité des archives paleo et mentionnent des besoins spécifiques pour les thématiques paleo (ex carothèque, instrumentation pour la datation Ur/Pb par la méthode Ca-ID-Tims, OSL / ESR))	
Financement : questionnements et suggestions	
Quelques aspects soulevés	Les collègues présents soulignent l'importance des constantes de temps longues pour les développements et les analyses liées aux activités paleo, la nécessité de disposer de projets dans le long terme pour maintien de l'acquisition, de la pérennisation et du partage des données. Certains proposent d'associer en amont le financement de la science comme un complément indispensable à l'accès aux infrastructures (flotte, instrumentation nationale de carottage, plateformes, campagne IPEV, IODP, ICDP etc.). Un enjeu est également de rendre plus efficace le portage de projets pour infrastructures internationales (ICDP-IODP). Enfin, il y a un constat de lassitude face au montage de nombreux projets.
Des guichets dédiés	Plusieurs interrogations ont été formulées sur Questionnements sur la place des activités paleo dans les différents appels d'offres (nationaux, EU etc.). Les différentes réunions régionales se font échos de proposition d'avoir des appels dédiés (tous types d'appels d'offres), mais certains s'interrogent sur la valeur ajoutée et au risque de ne plus accéder aux autres appels. Les financements hors académiques sont mentionnés, ainsi que des questionnements pour l'éligibilité de nombreuses activités paleo. Des appels spécifiques dédiés sur les "échantillons oubliés ou dormants" sont souhaitables, suivant l'exemple d'autres pays qui en ont mis en place.
International	
Le principal constat est que la communauté française très active mais devrait être plus présente dans plusieurs instances (ex IINQUA) ou pour le portage de projets	
Communication/vulgarisation/formation	
Plusieurs interventions mentionnent l'intérêt qu'il y aurait à plus sensibiliser les étudiants à la diversité et la richesse des études paléo, en particulier via des cours dédiés dans le cursus. L'apprentissage à l'interdisciplinarité devrait aussi être mis en avant. Proposer des contenus pour les étudiants en médiation culturelle est vu comme une façon de faire mieux connaître les disciplines et les résultats. Avoir des actions ou travailler plus en prise avec décideurs, secteurs activités, etc. a aussi été mentionné.	
Cloisonnement, blocages relevés	
Identité	Les questions d'identité peuvent provenir de cloisonnements entre INSU et INEE et levant des interrogations sur les périmètres de certaines activités paléo, du sentiment de dilution des thématiques dans certains gros labos ou d'appels d'offres ne visant que des approches multidisciplinaires, ou plus simplement de différences entre les approches pour un sujet conjoint ou entre communautés (ex modèles, données, échelles de temps, méthodes).
Organisation/ financement	Il y a une mise en exergue de silos provenant des appels d'offres, ou de la place du paléo dans différentes sections du CNRS. Des questions ont été soulevées sur l'intérêt d'avoir une section interdisciplinaires paléo ou des financements dédiés. Il y a des craintes de perte de potentiels avec certains départs à la retraite.
Échelles de temps et d'espace	Il y a une forte aspiration à décloisonner les échelles de temps pre-quaternaire/quaternaire, Paleol/actuel, paleo/derniers millénaires, les échelles d'espace entre les approches globales, régionales et locales. Il est mentionné que la communauté des archéo n'est pas forcément suffisamment connectée à la communauté paléoclimato et vice versa

3 Questions à approfondir

L'état des lieux proposé dans la section 2 fait apparaître à la fois de grands thèmes scientifiques portés par la communauté depuis de nombreuses années et qui s'affinent au cours du temps ainsi que de nouveaux enjeux à relever. Il fait aussi apparaître des fragilités provenant de l'organisation, de l'adéquation entre les ressources humaines et les enjeux et des niveaux de financements. Cette section 3 rassemble les éléments sur lesquels le comité estime qu'il y a besoin d'approfondissements. L'objectif est que le livre blanc reflète l'ensemble des activités de recherche associées aux paléoclimats et aux paléoenvironnements, et qu'il permette d'identifier les synergies porteuses pour les 10-25 prochaines années. Les questions soulevées par le comité sont proposées comme base de discussion pour la deuxième phase du travail. Elles ont servi de support à l'élaboration du questionnaire permettant de recenser l'avis de l'ensemble de la communauté et de préparer les réunions régionales et le colloque national des 11 et 12 mai 2022.

3.1 Le périmètre et les thématiques couvertes par le livre blanc

Thématiques

Lors des différentes discussions du comité et des premières réunions régionales, de nombreuses questions ont porté sur le périmètre couvert par le livre blanc, les grandes thématiques concernées et la façon de décliner plus précisément les questions abordées et les approches méthodologiques développées en France. Ces diverses notions sont en général un peu mélangées dans les documents consultés et les principaux aspects que nous avons fait ressortir dans la section 2.

TABEAU 2 : Grandes thématiques scientifiques et problématiques ou éclairages plus spécifiques identifiés à partir des différents documents de prospectives analysés par le comité

Grandes thématiques scientifiques
• Le fonctionnement du climat, et de ses réponses à des forçages externes ou aux rétroactions internes • L'impact des processus géologiques internes et de surface, et de leurs rétroactions, sur le climat et les paléoenvironnements • Les grands cycles biogéochimiques dont celui du carbone • L'évolution des écosystèmes et intégration de la complexité biologique • Les interactions entre l'Homme et l'environnement
Problématiques ou éclairages plus spécifiques
• La caractérisation des perturbations d'origine naturelle (non anthropiques) • La caractérisation des perturbations anthropiques • L'étude des processus élémentaires (physiques, chimiques, biologiques) • Le développement et la calibration des traceurs et des proxy par approches de laboratoire ou de terrain • La compréhension des processus de construction, d'enregistrement et de préservation du signal • L'élaboration de chronomètres • Développement de modélisation ou statistiques • Les comparaisons ou intégrations modèles-données et incertitudes associées • Les intégrations d'échelles de temps ou d'espace, de données multiples ou de divers facteurs • Les vulnérabilités, résilience, seuils • Les rétroactions et temps de réponse • Les comportements ou changements abrupts ou non-linéaires • Les notions d'extrêmes, d'états d'équilibre et de tendance

Sur la base des éléments analysés dans la section 2, nous proposons une grille de lecture faisant apparaître des grands thèmes de recherche, des problématiques ou questions plus spécifiques (Tableau 2). Les réponses aux questions de la section « Thématiques » du questionnaire doivent ainsi nous permettre de savoir comment la communauté se distribue sous ces grands intitulés et, le cas échéant, ce qu'il manque et pourquoi.

Les grands thèmes de recherche correspondent à des grandes questions scientifiques. Nous en avons identifié 5.

Les problématiques et questions plus spécifiques précisent les questions sous-tendant les travaux scientifiques. Nous avons identifié 13 angles complémentaires qui, suivant les cas, font référence à des approches scientifiques ou méthodologiques. Ce panorama doit nous permettre de préciser ce qui est ou sera effectivement fait et la façon dont vont se compléter les approches de terrain, les différentes analyses d'échantillons, la modélisation et les comparaisons modèles-données.

3.1.1 Faire tomber quelques barrières scientifiques

Se projeter dans un certain nombre d'années demande de pouvoir faire émerger des parts de rêve mobilisatrices. Ces éléments de rêve scientifique ou technique n'émergent pas de façon évidente des premières analyses, ou ne sont pas considérés comme tels. Cette capacité de se projeter dans l'avenir avec une vision ambitieuse et/ou radicalement novatrice semble occultée par différents types de cloisonnements et de freins pouvant provenir d'approches scientifiques ou méthodologiques différentes.

A titre d'exemple, plusieurs types de cloisonnement scientifiques émergent dans la section 2. Certains concernent les approches par milieux ou par échelles de temps et peuvent affecter des études systémiques qui bénéficieraient d'approches complémentaires, ou des intégrations régionales. Ces cloisonnements peuvent aussi provenir d'approches différentes sur des questions similaires, comme cela a été noté entre les communautés travaillant sur les mêmes questions du point de vue du paléo, de l'actuel, ou du futur.

Pour que le livre blanc puisse agir sur ces cloisonnements scientifiques réels ou ressentis, il semble opportun de s'interroger sur i) les plus-values scientifiques à combiner différentes approches, ii) les raisons expliquant les cloisonnements de communautés et iii) les sujets ou verrous à lever pour mieux bénéficier de combinaisons d'approches différentes. Ces synergies doivent également porter des ambitions scientifiques et méthodologiques qui vont transformer la façon d'aborder les questions scientifiques dans les prochaines années.

Les sous-parties 3, 4, 8 et 9 du questionnaire ont été conçues de façon à préciser les approches scientifiques effectivement bloquées par divers cloisonnements induits par les pratiques de recherche et à laisser suffisamment d'espace pour que chacun se sente libre d'exprimer, en faisant abstraction des contraintes extérieures (financements, moyens, appels d'offres etc...), ses ambitions et parts de rêves scientifiques ou techniques. Une analyse détaillée des résultats du questionnaire sera discutée lors du colloque des 11-12 mai.

3.2 Sommes-nous bien armés pour y répondre?

Faire tomber quelques barrières structurelles

La section 2 de ce rapport fait aussi mention de difficultés pour accéder aux financements, à différents moyens ou aux recrutements qui reflètent pour partie l'inadéquation de l'organisation et des structures d'animation avec l'aspect transversal et le besoin d'intégration multidisciplinaire des

recherches. Les recherches intégrant paléoclimats et paléoenvironnements sont à l'interface entre les domaines couverts par l'INSU, l'INEE et l'INSHS. Au CNRS, les études relatives au Quaternaire sont rattachées aux sections 19, 30 et 31 et celles relatives au pré-Quaternaire aux sections 18 et 29 ; cette organisation en silos se répercute au sein de différents appels d'offres (ex. ANR ou AO internes aux instituts du CNRS). Ces constats interrogent sur la capacité à relier ou mobiliser autour de programmes structurants la communauté qui travaille de fait à toutes échelles de temps et d'espace avec des approches complémentaires et de plus en plus intégrées sur des aspects climat ou environnement. Ils interrogent également sur la façon de respecter et mener de front des agendas disciplinaires et multidisciplinaires et la façon dont les appels d'offres conditionnent les différentes collaborations ou interactions au sein de la communauté travaillant sur les questions "Paléoclimats & Paléoenvironnements".

Pour avoir une meilleure vision du paysage sur les collaborations, les financements, les recrutements, les formations, ou la présence internationale, le comité a mis en place des sous-groupes de travail ayant pour objectif d'apporter des éléments de quantification et, lorsque c'est possible, de dégager les tendances sur les 10-15 dernières années (Tableau 3).

TABEAU 3 : Sous-groupes de travail du Comité Livre Blanc Paléoclimats&Paléoenvironnements

Analyse RH/Recrutements		Organisations réunions régionales	
Qui ?	Quoi ?	Qui ?	Quoi ?
B. Turcq	IRD	P.-H. Blard / F. Arnaud	NE
C. Robin	section 18	M. Khodri / J. Jacob	IDF
F. Bassinot / Th. de Garidel-Thoron / M. Khodri	section 19	S. Bourquin / C. Robin	NW
P.-H. Blard	section 30	F. Eynaud / B. Malaizé	SW
B. Vannière	section 31	D. Barboni / B. Wilhelm	SE
C. Robin	section 36	Organisations nat./internat.	
J. Jacob	section 52	Qui ?	Quoi ?
B. Malaizé	Université	B. Chase / F. Bassinot	INQUA./AFEQ
Analyses financements		P. Braconnot	WCRP/PMIP/IPCC
Qui ?	Quoi ?	B. Wilhelm / B. Vannière	PAGES
B. Chase	ERC	Infrastructures/gds. équipements	
C. Robin	ANR	Qui ?	Quoi ?
S. Bourquin	ICDP	Th. De Garidel-Thoron / F. Bassinot	FOF
D. Barboni	INSU	P. Martinerie / A. Landais	Glacio
G. Leduc / K. Tachikawa	IODP	F. Arnault / C. Robin / S. Bourquin	ICDP/carot.conti.
D. Barboni	INEE	P. Braconnot / M. Khodri	Moyens calcul
Prospectives		P.-H. Blard / B. Turcq	RéGEF
Qui ?	Quoi ?	Analyse Bibliométrique	
J. Jacob	SIC	Qui ?	Quoi ?
B. Vannière	INEE	F. Bassinot / B. Wilhelm	contact INIST
T. de Garidel-Thoron	OA/CSOA	Formations Universitaires en lien avec la paléo	
Ensemble du groupe, par défi	INSU	Qui ?	Quoi ?
		B. Malaizé / C. Robin	sites internet des universités

Les premiers rendus des sous-groupes sont reportés dans les fiches en annexe. Les contributions au travail des sous-groupes ne se limitent pas aux membres du comité et les collègues intéressés peuvent demander à participer. Il est également possible de solliciter d'autres thèmes qui demanderaient une réflexion particulière. Les parties 5 à 7 du questionnaire doit permettre de recenser ces attentes.

Les données et la science ouverte

Quelques grands enjeux actuels autour de la traçabilité des échantillons et des données numériques sont mentionnés dans la section 2.3. La période semble assez charnière avec les orientations de la

science ouverte. Plusieurs initiatives et actions en cours ont été identifiées. Elles conditionnent les pratiques futures, certains besoins de formation, voire de nouveaux métiers.

Le livre blanc doit nous permettre de faire un état des lieux des pratiques actuelles et des nouvelles orientations et s'assurer de l'adéquation entre les nouveaux paysages qui se dessinent sur les données, la traçabilité, les référencements, l'accessibilité, et l'interopérabilité correspondent aux besoins des études "Paléoclimats & Paléoenvironnements". La communauté concernée couvrant un spectre très large des inquiétudes ont déjà été mentionnées sur le compartimentage en silos de certaines bases de données, ou sur des mises au point de nouvelles façons de travailler et accéder aux données qui peuvent ne pas être au final suffisamment génériques. La partie V du questionnaire est conçue pour identifier l'adéquation à l'évolution des pratiques, la diversité des approches en cours, les contraintes liées aux thématiques du livre blanc, et les nouveaux besoins associés au déploiement des solutions numériques. Il s'agit d'arriver à préciser les questions devant faire l'objet de discussions plus approfondies lors du colloque national des 11-12 mai 2022.

La science ouverte concerne également les publications scientifiques, ce qui explique que nous cherchons aussi à sonder la communauté sur les critères et contraintes associées pour les publications scientifiques.

3.3 L'apport des études paléoclimats et paléoenvironnements sur les questions liées aux changements climatiques/changements globaux/risques et vis à vis des porteurs d'enjeux.

Les enjeux sociétaux prennent une part de plus en plus importante dans les questionnements scientifiques. Ils interpellent la communauté sur de nombreux sujets et peuvent diviser sur l'équilibre à garder entre des aspects amont et l'obtention de résultats directement exploitables. De nombreux collègues estiment également que la « Paléo » n'est pas assez prise en compte alors qu'elle apporte une profondeur temporelle et des mises en situation hors du contexte actuel pouvant être pertinentes pour la prise de décision. Le type de réflexion et le niveau d'engagement pour les activités de recherche doivent certainement être gradués suivant le type d'interface science - société considéré.

Dans ce cadre, les rapports du GIEC constituent une interface science - politique dans laquelle la « Paléo » trouve toute sa place, principalement dans les rapports du Groupe 1 (bases physiques). Il semble néanmoins qu'une meilleure couverture pourrait être faite, en particulier pour les questions régionales, l'identification ou la particularisation de la perturbation d'origine anthropique et certaines approches permettant de mieux informer sur les impacts des changements climatiques ou les notions de risques. Ces dernières reçoivent une attention de plus en plus importante dès que l'on s'intéresse au lien entre climat-environnement et sociétés. Ainsi, l'ensemble des thématiques couvertes est vite large. Le questionnaire réserve enfin des questions spécifiques (sous-partie 10) qui doivent aider à définir l'implication de la communauté « Paléoclimats & Paléoenvironnements » française vis-à-vis de ces enjeux, et les orientations originales qui pourraient être proposées pour amener des résultats scientifiques plus pertinents sur certains sujets.

Au-delà de la visibilité des travaux "Paléo" cristallisés dans les rapports du GIEC, il existe de nouvelles opportunités d'interactions entre la communauté paléo et la société civile à l'échelle des territoires. Elles se concrétisent peu par des projets de recherche ou des demandes d'expertise. En général, les questions concernent les changements globaux pour intégrer différents facteurs de pression anthropique et aborder, par exemple, des questions de paléopollutions (qui, depuis quand ? quel était le fond géochimique avant la pollution ?), d'héritages (l'actuel est conditionné par le passé, résilience et remédiation des systèmes, risques, vulnérabilité...). Une partie de la communauté se saisit de ces opportunités, qui peuvent aussi être vues comme des opportunités de financement. Néanmoins dans

de nombreux cas les notions de risques liés à la pollution, au climat (sécheresses, inondations, tempêtes), aux aléas sismiques ou au volcanisme pourraient bénéficier plus largement des connaissances acquises dans le passé, qu'il soit récent ou très ancien.

Pour tous ces sujets concernant la façon dont la communauté entrevoit les liens avec la société et les supports à l'aide à la décision, le comité souhaite mesurer l'implication de la communauté. Se pose également plus largement, la façon dont ce type d'étude alimente la réflexion scientifique et contribue à orienter les recherches dans les prochaines années. L'analyse des réponses permettra d'identifier la façon d'aborder ces points dans le livre blanc.

4 Rêvons ensemble l'avenir

Les recherches “Paléoclimats & Paléoenvironnements” ont permis des avancées majeures sur la compréhension du système climatique et de l'évolution des milieux, avec des conséquences directes sur la prise de conscience des changements environnementaux par la société. Ce rapport d'étape confirme les forces de la communauté : elle est nombreuse, diversifiée, produit une forte activité, est reconnue à l'international et propose un renouvellement constant des questionnements. Cependant, le sentiment d'une partie de la communauté est celui d'un manque de considération de ces activités qui s'exprime par exemple dans les recrutements ou les guichets de financement. Le comité livre blanc a mis en place des groupes de travail pour arriver à faire la part des choses entre le “ressenti” et les difficultés réelles de la communauté. Quelles sont les spécificités de la communauté “Paléo” sur ces difficultés remontées ?

Les premières analyses font apparaître un grand potentiel et des pistes de réflexion permettant d'allier les ambitions scientifiques avec les grands moyens de type infrastructures de recherche ou de laboratoire. Plusieurs aspects ont encore besoin d'être étayés ou consolidés. De manière un peu provocatrice, les documents prospectifs et ce qui ressort des points 1 à 13 mentionnés dans la section 2.1 apparaissent au premier abord **relativement conventionnel et s'inscrivent dans la continuité des prospectives précédentes**. Elles n'amènent pas de nouvelles possibilités ou innovations transcendantes sur la façon d'aborder les questions scientifiques, susceptibles de transformer durablement la paléo.

Le livre blanc doit nous permettre d'identifier les bifurcations engagées, les vulnérabilités de la communauté, mais aussi les grandes idées qui transformeront le paysage scientifique, méthodologique et technique. Il s'agit de se projeter collectivement dans des grandes questions qui justifieront des nouvelles structurations et de nouveaux moyens pour les 10, 20, 25 ans à venir. Le questionnaire devrait aider à franchir un pas supplémentaire en ce sens si l'ensemble de la communauté concernée par le livre blanc s'en saisit. Plusieurs sections du questionnaire doivent permettre une meilleure vision et de s'interroger sur les grands agendas, qu'ils soient disciplinaires ou multidisciplinaires.

Une des priorités pour les nouvelles réunions régionales est aussi de faire émerger ces grands enjeux et nouvelles opportunités. Le colloque national des 11-12 mai à Paris traitera de l'ensemble des sujets figurant sur la feuille de route du comité. Il est prévu en amont de l'écriture du livre blanc pour garantir que le processus reste ouvert et prend bien en compte tous les avis.

5 Annexe 1 : fiches bilan d'étape des sous-groupes du comité

Cette annexe rassemble les fiches présentant l'activité des groupes de travail du comité.

Groupe de travail « Recrutements »

Membres du groupe : Bruno Turcq, Cécile Robin, Franck Bassinot, Thibault de Garidel-Thoron, Jérémy Jacob, Myriam Khodri, Pierre-Henri Blard

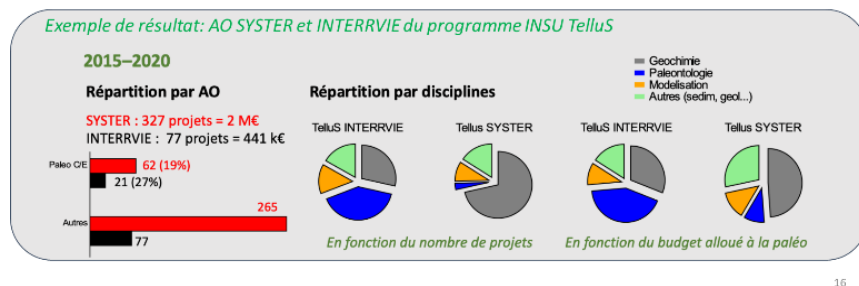
Objectifs	Faire un bilan des effectifs (chercheurs et ITs) et de leur répartition par thématique, genre, grade, tranche d'âge pour : - les sections CNRS (18, 19, 30, 31, 52, autre?), - les sections CNU (35/36, ?...), - l'IRD, l'IPGP, le MNHN, etc
Méthode	● Archives des trois derniers mandats (environ 15 dernières années) ● Évolution temporelle (prise de fonction et départ en retraite) des effectifs totaux et par tranche d'âge des paléo. Représentativité de la thématique Paléo par rapport aux autres thématiques d'une même section - Evolution temporelle du ratio CR/DR et distribution par tranche d'âge au sein de chaque section ● Evolution temporelle des effectifs et tranches d'âges par thématique paléo par section ● Evolution temporelle des effectifs et tranche d'âge par approche méthodologique par section
Travail en cours	● Contacts pris auprès des sections/administrations concernées (retour plutôt positif) ● Eléments disponibles : population de la section 36 du CNU - bilan des recrutements de la section 18 du CNRS - recrutements et rapport IRD - bilan des recrutements de la section 30 au cours des 5 dernières années ● Eléments en cours d'acquisition
Difficultés	● Avoir accès à des informations complémentaires entre autres sur les thématiques propres à chaque EC/C, aux distributions d'âge ● Nomenclatures des disciplines variables selon les sections/commissions
Premiers éléments de synthèse	● La Paléo : une vraie task force ! (calculs du ratio nbre de PALEO / nbre de géoscientifiques total en cours)

Groupe de travail “Formation”	
Membres du groupe : Bruno Malaizé & Cécile Robin	
Objectifs	Faire une cartographie nationale des formations (licences et masters) impliquant la communauté paléo
Méthode	- Synthèse à partir des sites internet des universités du territoire national et questionnaire d'enquête envoyé aux porteurs de master et licence - S'appuie sur les prospectives TS (pour les masters) et sur le bilan national de la revue 'Géologues' pour le portail d'entrée licence 'Géosciences'
Travail en cours	enquête encore en cours
Difficultés	Dans quelle limite peut-on considérer qu'une formation mène à la recherche en Paléo ?
Premiers éléments de synthèse	- Des formations qui souvent ne s'intéressent qu'à une échelle de temps de la Paleo (Actuel, Quaternaire, Deeptime) - Une large répartition nationale - Des formations parfois spécialisées sur une interface (atmosphère, océan, surfaces continentales, zone critique, lithosphère) - Des formations à visée fondamentales ou à visée appliquée

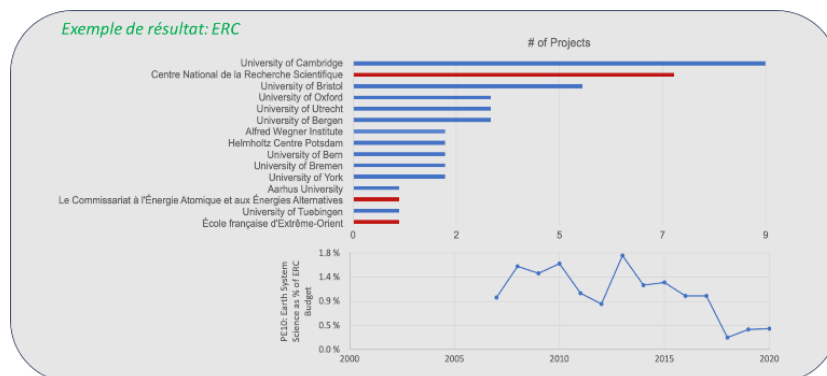
Groupe de travail « Financements »	
Membres du groupe : Brian Chase, Cécile Robin, Sylvie Bourquin, Doris Barboni	
Objectifs	Mettre en regard le soutien financier trouvé par la communauté Paléoclimats et Paléoenvironnements avec l'évolution des sources de financement sur les dernières années Identifier les possibles difficultés de la communauté à pérenniser ses activités scientifiques faute de financements récurrents
Méthode	Recensement des projets auprès des différents organismes ou agences de financement ● Nombre/ budget /discipline des projets financés par les AO au niveau national : INSU (SYSTER (2017-2020), INTERVIE (2017-2020), LEFE (2015-2020), INEE, ANR Investissement d'avenir 2011-2018, ANR CE01, Belmont ● Nombre/ budget /discipline des projets financés par les AO au niveau international : ERC (depuis 2006), ICDP, IODP (2003-2020)
Travail en cours	● Bilan part Paleo dans AO National ● Bilan part Paleo International (ERC, ICDP, IODP) ● Extraire les données Paleo Fichier AO Europe H2020 INSU (cf LEAR-bilan-INSU, projet dont CNRS est bénéficiaire uniquement, depuis 2016) ● Extraction de l'ensemble des projets PALEO financés pour ANR Blancs et JCJC ● Extraction des projets PALEO des différents AO Investissement d'avenir (MOGPA etc....)
Difficultés	● Pas de bilan pour projets INEE mais données à disposition ● Pas de synthèse disponible par domaine / thématique pour les AO Europe H2020 INSU ● Pas de bilan AO Europe autres que Fichier AO Europe CNRS-INSU (depuis 2016), donc rien pour les porteurs INEE, Univ. , EPST ou éventuellement EPIC ● Tous ces bilans ne couvrent pas la même période de temps, et seront à homogénéiser selon les données fournies
Premiers éléments de synthèse	● Paleo: 19% des projets SYSTER et 27% des projets INTERRVIE ● IODP (cf pdf) : part Climat évolue de 24% (2003-2012) à 40% (2013-2020), participation modeste des chercheurs français en tant que Co-Chiefs

- ICDP (cf pdf) : à la différence d'IODP :
 - seuls 20% du coût du forage (avec max env. 2M€) n'est financé, donc les petits projets sont mieux financés que les plus chers
 - aucun financement pour la recherche sur les données acquises, ni de support RH (par ex pour des post-doc)
- hésitation de la communauté à faire des demandes, qui sont actuellement essentiellement sur des forages Néogène-Quaternaire (peu profonds)

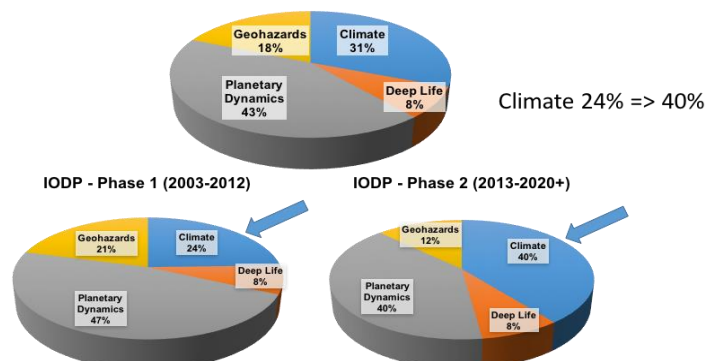
Figures



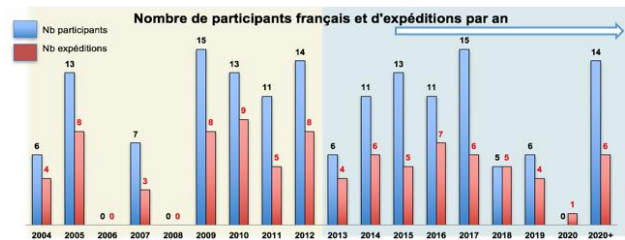
16



Thématiques - Expéditions IODP (2003-2020+)

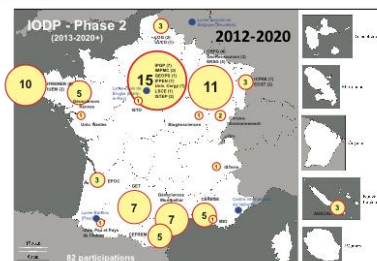
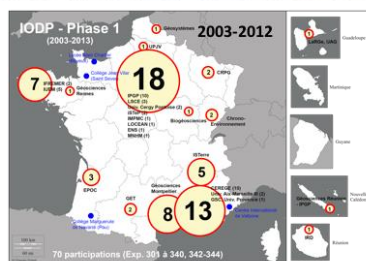


2/8



Evolution de participation française entre phase 1 et 2

Financement post-doc IODP depuis 2015



4/8

Groupe de travail « International »	
Membres du groupe : Boris Vannière, Bruno Wilhelm, Brian Chase	
Objectifs	Recenser l'activité de la communauté française dans les très grands réseaux internationaux de recherche en paléoclimatologie et paléoenvironnement
Méthode	Il existe plusieurs programmes ou grands projets internationaux portant ou incluant les thématiques paléo : PAGES, INQUA, Future Earth, WCRP, CMIP/PMIP, Neotoma, EPD, APD, IODP, GPD/IPN... En premier lieu nous avons choisi d'analyser la participation française dans le projet tri-décennal PAGES (Past Global Changes - depuis 1991) et l'association professionnelle presque centenaire INQUA (International Quaternary Association - depuis 1928), qui sont les deux plus grands réseaux internationaux : plus d'un millier de participants et une cinquantaine au moins de pays représentés. L'implication de la communauté française a été recherché dans : - la participation aux congrès organisé par PAGES (OSM) et l'INQUA ; - les thématiques "paléo" portées par la communauté française ; - la participation à la gouvernance de ces réseaux internationaux ; - et dans le pilotage de la valorisation scientifique promue par ces réseaux.
Travail en cours	PAGES (https://pastglobalchanges.org) ❖ Il y a actuellement 201 (soit 4%) scientifiques français•es inscrit•es comme membres de PAGES pour un peu plus de 5000 scientifiques issus de 125 pays. ❖ Les thématiques où les français sont les plus présents sont les suivantes : paléoclimat, paléofeux, paléohydrologie, interglaciaire, océan, mousson, isotopes, activité volcanique, dynamique de glace, pliocène, poussières, transfert de sols et sédiments, dynamique forestière, couverture du sol ❖ 9% (5^e pays derrière UK, USA, Allemagne et Espagne) de participant•es français•es au PAGES Open Science Meeting à Zaragosse (Espagne) en 2017 (10% des animateurs de sessions et 10% des communications orales) ❖ 6% (5^e pays derrière Inde, Allemagne, UK, USA) de participant•es français•es au PAGES Open Science Meeting à Goa (Inde) en 2013 (7% des communications et posters) ❖ 1% de participant•es français•es au PAGES Open Science Meeting à Corvallis (USA) en 2009 (3% des communications et posters) ❖ 10 Français membres du comité de pilotage de PAGES sur 30 ans (6 depuis 2000) sur 106 membres au total (76 depuis 2000) ❖ 9 numéros de PAGES Magazine sur 73 ont été co-édité par 9 français sur un total de 116 éditeurs ❖ 12 français impliqués dans le pilotage de 12 groupes de travail et projets labellisés par PAGES sur un total de plus de 120 leaders et 32 groupes de travail et 14 projets associés

	INQUA (https://inqua.org/) ❖ Il y a actuellement 35 (soit 2.8%) scientifiques français•es inscrit•es comme membres de INQUA pour un peu plus de 1270 scientifiques issus de 86 pays. ❖ La participation française se répartit de manière relativement équilibrée entre les différentes commissions thématiques : “Coastal & Marine Processes”, “Humans & Biosphere”, “Palaeoclimates”, “Stratigraphy & Chronology” and “Terrestrial Processes, Deposits & History”. ❖ Actuellement, 5 scientifiques français•es font partie de la structure organisationnelle d'INQUA et de ses commissions, dont le vice-président de l'INQUA. ❖ 20 scientifiques français•es sont engagé•es dans des projets de recherche en cours soutenus par INQUA sur la période 2019-2023.																																																		
Difficultés	Trouver les bons indicateurs et mesurer les efforts vis à vis des moyens alloués Rapporter les données au nombre de chercheurs par pays pour savoir par exemple si notre participation est meilleure ou moins bonne que d'autres pays proportionnellement à la taille de la communauté “paléo” de chaque pays.																																																		
Premiers éléments de synthèse	La communauté française est plutôt bien présente et impliquée à tous les niveaux, de la participation (~4-5% des participants) aux rôles de direction et de décision (~8-10% des leaders) au sein de ces réseaux internationaux. Elle reste cependant un peu en retrait des communautés anglaise, italienne et allemande par exemple, que l'on peut supposer comparables en termes de taille, et pourraient engager plus de moyens humains et financiers dans ces réseaux internationaux. La participation française est davantage due à la motivation des individus qu'à une véritable politique de représentation impulsée par les organismes de recherche.																																																		
Figures	INQUA nombre d'adhésions par pays (# >=10) <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pays</th> <th>Nombre d'adhésions</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>France</td><td>35</td></tr> <tr><td>India</td><td>147</td></tr> <tr><td>USA</td><td>120</td></tr> <tr><td>Germany</td><td>76</td></tr> <tr><td>Italy</td><td>103</td></tr> <tr><td>Australia</td><td>48</td></tr> <tr><td>Spain</td><td>43</td></tr> <tr><td>Russian Federation</td><td>41</td></tr> <tr><td>China</td><td>36</td></tr> <tr><td>UK</td><td>13</td></tr> <tr><td>South Africa</td><td>11</td></tr> <tr><td>Greece</td><td>12</td></tr> <tr><td>Argentina</td><td>13</td></tr> <tr><td>Finland</td><td>13</td></tr> <tr><td>Turkey</td><td>14</td></tr> <tr><td>Japan</td><td>14</td></tr> <tr><td>Belgium</td><td>15</td></tr> <tr><td>Sweden</td><td>17</td></tr> <tr><td>Israel</td><td>17</td></tr> <tr><td>South Korea</td><td>18</td></tr> <tr><td>The Netherlands</td><td>19</td></tr> <tr><td>Canada</td><td>20</td></tr> <tr><td>Poland</td><td>21</td></tr> <tr><td>Nigeria</td><td>23</td></tr> </tbody> </table>	Pays	Nombre d'adhésions	France	35	India	147	USA	120	Germany	76	Italy	103	Australia	48	Spain	43	Russian Federation	41	China	36	UK	13	South Africa	11	Greece	12	Argentina	13	Finland	13	Turkey	14	Japan	14	Belgium	15	Sweden	17	Israel	17	South Korea	18	The Netherlands	19	Canada	20	Poland	21	Nigeria	23
Pays	Nombre d'adhésions																																																		
France	35																																																		
India	147																																																		
USA	120																																																		
Germany	76																																																		
Italy	103																																																		
Australia	48																																																		
Spain	43																																																		
Russian Federation	41																																																		
China	36																																																		
UK	13																																																		
South Africa	11																																																		
Greece	12																																																		
Argentina	13																																																		
Finland	13																																																		
Turkey	14																																																		
Japan	14																																																		
Belgium	15																																																		
Sweden	17																																																		
Israel	17																																																		
South Korea	18																																																		
The Netherlands	19																																																		
Canada	20																																																		
Poland	21																																																		
Nigeria	23																																																		

Groupe de travail “Bibliométrie”	
Membres du groupe : Franck Bassinot et Bruno Wilhelm	
Objectifs	Une étude bibliométrique du corpus de publications « paléoclimat et paléoenvironnement » vise à : ● recenser les chercheurs et les instituts/laboratoires impliqués en France ● cartographier les collaborations nationales, notamment inter-instituts (INSU, INSHS, INEE) ● cartographier les collaborations internationales ● identifier les thématiques, outils, périodes de temps étudiées et les zones d'études principales ● apprécier l'importance de la communauté française sur certain(e)s des thématiques / outils / périodes ● faire le point sur les financements / financeurs / infrastructures de recherche
Méthode	Cette étude est réalisée en collaboration avec l'INIST et questionne la base de données Web of Science (WoS) sur la période 2000-2020. Une fois que le corpus sera validé (vérification de la complétude des publications), l'étude détaillée des items associés (auteurs, affiliations, mots-clés, etc.) pourra démarrer pour répondre aux objectifs mentionnés ci-dessus.
Travail en cours	Le travail en cours porte sur la mise en place et l'amélioration de requêtes (interrogation de WoS à partir de mots-clés à identifier) pour obtenir un corpus de publications représentatif des thématiques paléoclimat et paléoenvironnement. A partir d'un premier corpus, un travail est en cours pour identifier les périodes de temps et les zones géographiques sur lesquelles travaillent la communauté française.
Difficultés	● Certaines publications peuvent être absentes du WoS ce qui pourrait biaiser les analyses faites sur cette seule base de données. Cependant, travailler sur plusieurs bases de données nécessite un travail important de dédoublonnage, de reformatage pour rendre les données comparables, etc. Une analyse est donc en cours pour estimer la complétude du corpus de publications identifiées. ● Parmi les publications identifiées, environ 5500 n'ont pas de mots-clés (par ex. toute la série des journaux Nature et Science), compliquant l'analyse. Nous réfléchissons donc aujourd'hui à une alternative aux mots-clés de la publication pour identifier les zones d'études, les thématiques et les outils abordés dans ces publications.
Premiers éléments de synthèse	• Sur un total de 247000 publications « paléoclimat et paléoenvironnement », 20300 publications sont co-signées par des auteurs français (22000 auteurs). • L'étude préliminaire des mots-clés de ces publications montre i) qu'elles couvrent à part égale la période Quaternaire et la période pré-Quaternaire (Fig. 1) et ii) que l'essentiel des zones d'études se trouvent

	en Europe, puis au second ordre en Afrique et Asie ou concernant les mers et océans (Fig. 2).																						
Figures (1 à 2 optionnel)	A pie chart showing the distribution of publication keywords by time period. The chart is divided into two segments: 'Pré-quaternaire' (orange) representing 48.3% and 'Quaternaire' (blue) representing 51.7%. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Période</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Pré-quaternaire</td> <td>48,3%</td> </tr> <tr> <td>Quaternaire</td> <td>51,7%</td> </tr> </tbody> </table> Fig. 1. Distribution par grandes périodes de temps identifiées dans les mots-clés des publications. Ce résultat est provisoire, en particulier parce que près d'un quart des publications n'est pas compris dans cette analyse faute de mots-clés associés. A pie chart showing the distribution of publication keywords by region. The chart is divided into seven segments: Europe (blue, 37.5%), Asia (orange, 14.4%), Africa (grey, 19.4%), Poles (light orange, 2.8%), Ocean (light blue, 14.5%), South America (green, 6.9%), and Central America (yellow, 2.0%). <table border="1"> <thead> <tr> <th>Région</th> <th>Pourcentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Europe</td> <td>37,5%</td> </tr> <tr> <td>Asia</td> <td>14,4%</td> </tr> <tr> <td>Africa</td> <td>19,4%</td> </tr> <tr> <td>Poles</td> <td>2,8%</td> </tr> <tr> <td>Ocean</td> <td>14,5%</td> </tr> <tr> <td>South America</td> <td>6,9%</td> </tr> <tr> <td>Central America</td> <td>2,0%</td> </tr> </tbody> </table> Fig. 2. Distribution par grandes régions des zones d'études identifiées dans les mots-clés des publications. Ce résultat est provisoire, en particulier parce que près d'un quart des publications n'est pas compris dans cette analyse faute de mots-clés associés.	Période	Pourcentage	Pré-quaternaire	48,3%	Quaternaire	51,7%	Région	Pourcentage	Europe	37,5%	Asia	14,4%	Africa	19,4%	Poles	2,8%	Ocean	14,5%	South America	6,9%	Central America	2,0%
Période	Pourcentage																						
Pré-quaternaire	48,3%																						
Quaternaire	51,7%																						
Région	Pourcentage																						
Europe	37,5%																						
Asia	14,4%																						
Africa	19,4%																						
Poles	2,8%																						
Ocean	14,5%																						
South America	6,9%																						
Central America	2,0%																						

6 Annexe 2 : questionnaire

Questionnaire en support à la préparation du livre blanc

“ Paléoclimat & Paléoenvironnement ”

Par ce questionnaire, nous cherchons à approfondir les questions en lien avec l'ensemble des personnes concernées. Nous vous encourageons à lire le rapport d'étape du comité avant de répondre aux questions, de façon à ce que vous nous apportiez des précisions sur les points déjà relevés ou que vous nous fassiez part d'éventuels oublis.

En particulier, vos réponses doivent nous permettre de préciser les enjeux scientifiques, qu'ils soient disciplinaires ou multidisciplinaires, et de bien cerner l'évolution qui se dessine concrètement pour les 5-15 prochaines années. Vos réponses alimenteront les réunions régionales et la réunion nationale des 11-12 mai 2022.

Nous vous invitons à répondre à titre individuel et à en discuter largement dans vos réunions d'équipe ou autre groupes de travail constitués. N'hésitez pas à nous fournir en plus des réponses collectives, en le précisant dans l'entête du questionnaire.

Le questionnaire est organisé en sous-sections. Bien le renseigner demande un peu de temps de préparation puis de remplissage. Aussi, nous vous conseillons dans un premier temps de prendre connaissance des questions posées, de préparer les réponses, puis de les intégrer.

Merci de diffuser dans les laboratoires et de solliciter vos collègues pour qu'ils répondent. La réussite du livre blanc dépendra en bonne partie de la participation de tous.

Un grand merci par avance pour votre investissement !

Le questionnaire est structuré en 5 grandes rubriques organisées en 13 sous-rubriques :

- (1) Vous,
- (2) Thématiques,
- (3) Moyens,
- (4) Nouveaux enjeux,
- (5) Bases de données et science ouverte.

Répondre à l'ensemble des questions nécessite entre 45 min et 1h.

Table des matières

I.	Vous.....	37
II.	Thématiques.....	37
	1. Définitions générales.....	37
	2. Identification des grandes défis scientifiques “Paléoclimats et Paléoenvironnements”	37
	3. Vos activités en lien avec les thématiques couvertes par le livre blanc	37
	4. Approches multidisciplinaires	39
III.	Les moyens	39
	5. Groupes de travail mis en place par le comité livre blanc	39
	6. Appels d'offres.....	40
	7. Adéquation entre les formations et les besoins	40
IV.	Nouveaux enjeux.....	40
	8. Changement de paradigme et nouvelles possibilités.....	40
	9. Questions ouvertes pour les “observations”, la modélisation ou simulation et les infrastructures	41
	10. Liens avec les questions de société	42
V.	Bases de données et science ouverte	43
	11. Données : vos pratiques actuelles.....	43
	12. Données : les enjeux pour le futur	44
	13. Publications	45

I. Vous

Le questionnaire peut être renseigné de manière anonyme (dans ce cas mettez un X à la question suivante) mais nous avons besoin de quelques informations pour le dépouillement.

- Nom / Prénom (ou nom du groupe de travail constitué + effectif) / Activité / Catégorie de personnel (Réponse courte)

Zone Géographique

Cette réponse nous permettra de traiter les réponses au questionnaire par grandes zones géographiques en respectant votre éventuel anonymat.

- Dans quelle zone géographique (au sens indicatif téléphonique) vous situez-vous ?
 - Zone 1 (Île-de-France)
 - Zone 2 (région nord-ouest)
 - Zone 3 (région nord-est)
 - Zone 4 (région sud-est)
 - Zone 5 (région sud-ouest)

II. Thématiques

1. Définitions générales

- Que représente pour vous le terme "Paléo" ? (Réponse longue)
- La Paléo relève-t-elle, selon vous, d'une activité/communauté qui peut se définir par des pratiques communes ? (oui/non)
- Si oui, lesquelles ? (Réponse courte)
- Quelle est, pour vous, la période de temps couverte par les activités "paléo" ? (Réponse courte)

2. Identification des grandes défis scientifiques "Paléoclimats et Paléoenvironnements"

Nous avons identifié des grands défis qui émanent de différentes prospectives dans le rapport d'étape (cf section 2).

- En avons-nous oublié ? (oui/non)
- Si oui, veuillez préciser (Réponse courte)

3. Vos activités en lien avec les thématiques couvertes par le livre blanc

- Vous retrouvez-vous dans l'analyse "macro" et les éléments du rapport d'étape du comité (section 2) ? (oui/non)
- Si vous avez répondu non à la question précédente, pourquoi ?

Répondre aux questions ci-dessous par rapport à vos propres activités scientifiques

- Sur quel(s) thème(s) aimeriez-vous travailler dans les 5 à 10 ans à venir ? Classez par ordre de priorité (1 prioritaire, 2 moins prioritaire, etc...)

- Le fonctionnement du climat, et de ses réponses à des forçages externes ou aux rétroactions internes
- L'impact des processus géologiques internes et de surface, et de leurs rétroactions, sur le climat et les paléoenvironnements
- Les grands cycles biogéochimiques, dont celui du carbone
- L'évolution des écosystèmes et intégration de la complexité biologique
- Les interactions entre l'Homme et l'environnement
- Quelles sont, pour vous, les problématiques ou éclairages scientifiques plus spécifiques associés à vos défis ? Classez par ordre de spécificité (1 spécifique, 2 moins spécifique, etc...)
- La caractérisation des perturbations d'origine naturelle (non anthropiques)
- La caractérisation des perturbations anthropiques
- L'étude des processus élémentaires (physiques, chimiques, biologiques)
- Le développement et la calibration des traceurs et des proxy par approches de laboratoire ou de terrain
- La compréhension des processus de construction, d'enregistrement et de préservation du signal
- L'élaboration de chronomètres
- Développement de modélisation ou statistiques
- Les comparaisons ou intégrations modèles-données et incertitudes associées
- Les intégrations d'échelles de temps ou d'espace, de données multiples ou de divers facteurs
- Les vulnérabilités, résilience, seuils
- Les rétroactions et temps de réponse
- Les comportements ou changement abrupts ou non-linéaires
- Les notions d'extrêmes, d'états d'équilibre et de tendance
- S'il n'y avait pas de contraintes budgétaires, quels aspects souhaiteriez-vous développer et comment ? (Réponse courte)
- Quels développements méthodologiques seraient nécessaires à la réussite de votre recherche ? (Réponse courte)
- De quels types de synergie auriez-vous besoin ?
 - Collaborations au sein de la communauté Paléo elle-même
 - Collaborations vers des communautés autres que Paléo
 - Chantiers communs
 - Autre
- Souhaitez-vous préciser ? (Réponse courte)

Le constat fait apparaître un besoin de décloisonnement entre les études du pré-Quaternaire et du Quaternaire

- Etes vous concerné(e)s par cette question ? (oui/non)
- Si oui, pour quels aspects ? (Réponse courte)
- Quelles questions et approches scientifiques et méthodologiques en bénéficieraient ? (réponse courte)

Le constat fait apparaître différents types d'interrogations sur les relations entre les études paléo et actuelles. Nous cherchons à identifier plus clairement les questions et nouveaux enjeux

- Voyez-vous une plus-value à combiner données actuelles (par ex. instrumentales) et paléo ? (oui/non)
- Si oui, laquelle/lesquelles ? (Réponse courte)
- Collaborez-vous avec des communautés qui travaillent sur la période actuelle ? (oui/non)
- Si oui, lesquelles ? (Réponse courte)
- Si non, le souhaiteriez-vous ? (oui/non)
- Identifiez-vous des verrous (scientifiques, méthodologiques, politiques, etc.) à la collaboration plus étroite des communautés œuvrant sur le paléo et sur les systèmes actuels ? (oui/non)
- Si oui, avez-vous des propositions pour lever ces verrous ? (Réponse courte)

4. Approches multidisciplinaires

Le rapport fait état que les questions “Paléoclimat & Paléoenvironnement” sont par nature multidisciplinaires. Il semble néanmoins important d’arriver à préciser certaines interactions et complémentarités. Merci de nous aider à bien les identifier dans les questions suivantes.

- Pour répondre à quelles questions scientifiques a-t-on besoin de consolider et de développer les approches croisées entre communautés paléo et Sciences Humaines et Sociales (SHS) ? (Réponse longue)
- Pour répondre à quelles questions scientifiques a-t-on besoin de consolider et de développer les approches croisées entre communautés paléo et biologie ? (Réponse longue)
- Voyez-vous des rapprochements disciplinaires autres que SHS et biologie à renforcer ? (oui/non/pas d'opinion)
- Si oui, avec quelles disciplines et pour quelles questions ? (Réponse longue)

III. Les moyens

Cette partie fait écho à la section 3.2 du rapport d'étape ("Sommes-nous bien armés")

5. Groupes de travail mis en place par le comité livre blanc

Les sous-groupes mis en place par le comité (voir section 3.2 du rapport d'étape) ont pour vocation d'apporter un éclairage quantitatif sur les sujets proposés.

Il s'agit de :

- *Analyse bibliométrique*
- *RH/recrutements*
- *Financements*
- *Participation aux instances internationales*
- *Calcul haute performance*

- Identifiez-vous des manques dans les objectifs des sous-groupes ? (oui/non)
- Si oui, lesquels ? (Réponse courte)
- Souhaitez-vous participer activement au travail d'un sous-groupe ? (oui/non)
- Si oui, lequel ? (Réponse courte)

- Voyez-vous un autre sujet (mono ou pluridisciplinaire) qui mériterait de mettre en place un sous-groupe approprié ? (oui/non)
- Si oui, lequel ? (Réponse courte)

6. Appels d'offres

La plupart des questions sur les financements et ressources humaines seront traitées dans les sous-groupes. Des propositions ont également été faites lors des premières réunions régionales. Pour approfondir nous vous proposons de vous interroger et de répondre aux questions suivantes :

- Les appels d'offres ont-ils contribué à orienter vos travaux scientifiques ? (oui/non)
- Si oui :
 - Dans vos thématiques ? (oui/non)
 - Vers d'autres thématiques que vos thématiques initiales ? (oui/non)
- Précisez (Réponse courte)
- Privilégiez-vous des réponses à des appels d'offres émanant de (oui/non) :
 - Laboratoire
 - OSU
 - Zone Atelier
 - Régions
 - CNRS (LEFE, EC2CO, Intervie...)
 - CNRS (MITI)
 - Autres organismes de recherche
 - ANR
 - Europe (ERC)
 - Europe (Horizon Europe)
 - Europe (JPI)
 - International (Belmont)
- Avons-nous omis des appels d'offres ? Si oui, lesquels ? (réponse courte)
- Précisez vos réponses en explicitant les raisons qui vous amènent à préférer un appel d'offres plutôt qu'un autre (réponse longue)

7. Adéquation entre les formations et les besoins

- Rencontrez-vous des difficultés de vivier de recrutement par rapport à vos thématiques ? (oui/non)
- Précisez votre réponse (Réponse courte)
- Identifiez-vous des besoins de nouvelles formations et métiers pour appréhender les nouveaux enjeux ? (oui/non)
- Précisez votre réponse (Réponse courte)
- Identifiez-vous des vulnérabilités dans les métiers associés à "Paléoclimat & Paléoenvironnement" (Réponse longue)

IV. Nouveaux enjeux

8. Changement de paradigme et nouvelles possibilités

- Des changements de paradigmes, de concepts ou des nouvelles possibilités ont-ils guidé ou orienté vos recherches dernièrement ? (oui/non)

- Si oui, lesquels ? (Réponse courte)
- Vos méthodes de travail ont-elles évolué ces dernières années ? (oui/non)
- Si oui, lesquelles et pourquoi ? (Réponse longue)

Le constat montre de grands enjeux dans les transferts d'échelles d'espace (entre le local, régional ou global).

- Avez-vous un intérêt à travailler à des échelles intermédiaires (ex régionales) ? (oui/non)
- Si oui, pourquoi ?
 - Echelle propre à vos enregistrements, simulations ou questionnements
 - Echelle permettant l'intégration multi-proxies
 - Echelle permettant l'intégration multi-facteurs de changement
 - Echelle permettant d'étudier les liens climat-environnement
 - Autre
- Précisez sur quel sujet particulièrement (Réponse courte)

De même, la façon d'aborder la variabilité temporelle a beaucoup évolué ces dernières années (ex, variabilité saisonnière, interannuelle, séculaire, millénaire, ...)

- Travaillez vous sur ces variabilités (oui/non)
- Si oui, d'un point de vue :
 - du climat
 - de l'environnement
 - des interactions entre les deux
- Précisez les échelles de variabilité que vous étudiez (Réponse courte)
- Vous intéressez- vous aux interactions entre les différents types de variabilité? (oui/non)

Si oui :

- Sur quel(s) sujet(s) plus particulièrement? (Réponse courte)
- Avec quelle(s) méthodologie(s)? (Réponse courte)

De nouvelles possibilités sont associées aux développements de méthodes statistiques et numériques (ex reconnaissance image,... ou autres méthodes d'apprentissage)

- Vous sentez-vous concerné(e) par ces nouvelles méthodes ou concepts ? (oui/non)
- Si oui précisez pour quelles applications (mots clefs mais en précisant les "objets") (Réponse longue)

9. Questions ouvertes pour les "observations", la modélisation ou simulation et les infrastructures

(1) Les nouveau enjeux pour les observations et les simulations

- Avez-vous des questions particulières à faire ressortir pour les observations qui ne sont pas identifiées dans le rapport d'étape du comité (nouveaux enjeux) ? (Réponse courte)
- Avez-vous des grands défis ou rêves (observation ou modélisation) qui ne sont pas identifiés dans le rapport d'étape? (Réponse courte)

(2) Les comparaisons modèles-données sont identifiées comme une force de la communauté française.

- Quels sont les points bloquants actuellement pour rendre ces comparaisons plus systématiques (choix multiple) ?
 - L'accès aux données
 - L'accès aux simulations
 - Le niveau de formation
 - Le contenu des modèles
 - les synthèses de données
 - la prise en compte des nombreuses sources d'incertitudes
 - la formulation des questions scientifiques adaptées
 - Autre

(3) Les infrastructures.

- Utilisez-vous de façon optimale les ressources offertes par les infrastructures (section 2.2) ? (oui/non)
- Précisez votre réponse (Réponse courte)
- Les infrastructures répondent-elles bien à vos besoins et à vos attentes ? (oui/non)
- Commentez (Réponse courte)
- Avez-vous des inquiétudes pour l'avenir des moyens, supports et organisation de ces infrastructures ? (oui/non)
- Précisez (Réponse courte)
- Est-ce que l'organisation au sein des laboratoires / OSU vous semble pertinente en soutien à la recherche en paléo ? (oui/non/sans opinion)
- Quelles seraient les pistes pour améliorer l'organisation ? (Réponse courte)

10. Liens avec les questions de société

Les résultats des recherches "Paleoclimat & Paléoenvironnement" ne semblent pas suffisamment pris en compte dans les rapports du GIEC, les questions liées au changement global ou les études de risques. Nous cherchons à identifier les leviers permettant d'améliorer cette situation, les directions de recherches les plus pertinentes et s'il y a adhésion ou non de la communauté "Paleoclimat & Paléoenvironnement".

- Pensez-vous que les résultats des recherches Paleoclimat & Paléoenvironnement soient suffisamment relayés dans le grand public et les décideurs (y compris locaux/régionaux) ? (oui/non/pas d'opinion)
- Développez (Réponse longue)
- Avez-vous réfléchi à des actions pour rendre ces résultats plus visibles ? (Réponse longue)
- Pensez-vous que les résultats des recherches Paléoclimat & Paléoenvironnement soient suffisamment relayés dans les rapports du GIEC ? (oui/non/pas d'opinion)
- Si "non", quelles sont les problématiques manquantes pour lesquelles l'approche paléo permettrait d'obtenir des gains de connaissance pour ces rapports ? (Réponse longue)

- Pensez-vous qu'il faille dédier une section du livre blanc aux directions de recherches permettant de mieux répondre aux types de questions traitées dans les rapports du GIEC ? (oui/non/pas d'opinion)
- Si oui, quels seraient les questions et types d'approches pour lesquels la communauté française pourrait avoir un apport original ? (Réponse longue)
- Pensez-vous que la communauté "Paleoclimats & Paléoenvironnements" devrait s'organiser et identifier des axes de recherche traitant des changements globaux ? (oui/non)
- Si oui, quels seraient les questions et types d'approches pour lesquels la communauté française pourrait avoir un apport original ? (Réponse longue)
- Pensez-vous que les questions ou les méthodes utilisées par la communauté "Paleoclimat & Paléoenvironnement" sont reconnues pour les études de risques ? (oui/non/pas d'opinion)
- Précisez (Réponse courte)
- Développez-vous ou envisagez-vous de développer des approches pertinentes pour les études de risques ? (oui/non)
- Si oui, précisez (Réponse courte)
- Menez-vous des actions ou projets impliquant la paléo avec des porteurs d'enjeux (collectivités, syndicats, chambres consulaires, opérateurs publics et privés, élus...) ? (oui/non)
- Si oui, précisez (Réponse courte)
- Souhaiteriez-vous que ces divers éclairages vis-à-vis des questions de société fassent l'objet de points spécifiques dans l'agenda de la réunion nationale des 11 et 12 mai 2022 ? (oui/non/sans opinion)

V. Bases de données et science ouverte

11. Données : vos pratiques actuelles

- Êtes-vous organisés à l'échelle de votre équipe ou d'un groupe pour gérer vos données ?
 - Données de prélèvements (carottes, stalagmites)
 - Données sur les échantillons pour analyses
 - Résultats d'analyse (géochimiques, taxonomiques ou autre, à préciser)
 - Résultats des traitements (i.e. reconstruction climat ou environnement)
 - Simulations
 - Autre
- Précisez en quelques mots (Réponse longue)
- Mettez-vous en place des protocoles ou démarches pour partager les données ? (oui/non)
- Si oui (oui/non) :
 - Bases de données internationales génériques
 - Bases de données internationales thématiques
 - Bases de données nationales (une des bases de DataTerra)
 - Bases de données nationales (type CLIMERI ou CMIP)
 - Autre
- Si autre, laquelle/lesquelles ? (Réponse courte)

12. Données : les enjeux pour le futur

De nombreuses remarques ont été faites sur la spécificité des données paléoclimatiques et la façon de pouvoir intégrer les données dans des bases génériques.

- Quelles sont les difficultés majeures que vous identifiez pour vous intégrer dans la démarche de science ouverte par rapport aux données (et leur mise à disposition dans les bases de données) ? (Réponse longue)
- La plupart des reconstitutions climatiques font appel à des approches multi-traceurs. Participez-vous à ce type de démarche ? (oui/non)
- Si oui : (1) laquelle ? (Réponse longue)
- Si oui : (2) comment sont gérés sur le long terme les résultats de ces reconstitutions et les données ayant servi à les produire ? (Réponse longue)

L'accès aux, et l'utilisation des, données paléoenvironnementales et paléoclimatiques est un point devant retenir l'attention.

- Avez-vous facilement accès aux données dont vous avez besoin dans les bases de données ? (oui/non/pas d'opinion)
- Où se situent vos difficultés ?
 - La navigation dans les bases de données
 - Les formats des bases de données
 - La visualisation rapide des données
 - Les volumes de données à gérer
 - L'accès aux incertitudes
 - Autre
- Si "autre", précisez (Réponse courte)

La section "2.2 Archivage et accessibilité des données" du rapport d'étape fait état de différentes initiatives autour de la gestion des données

- Êtes-vous impliqué dans l'une d'elles (ou plusieurs) ? (oui/non)
- Souhaitez-vous vous impliquer ? (oui/non)
- Si oui, sur quels aspects ? (Réponse courte)

La science ouverte fait partie de la nouvelle réglementation. Cela se traduit par la démarche qualité FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).

- Quel est votre sentiment sur le sujet ?
 - Ok, pas de soucis
 - Contre
 - Pour, mais il y a des contraintes d'organisation
- Précisez (réponse courte)
- Avez-vous des aspirations particulières sur ces aspects ? (oui/non/pas d'opinion)
- Si oui, êtes-vous en train de mettre en place des initiatives pour les réaliser ? (Réponse longue)

13. Publications

La démarche science ouverte s'étend aux publications scientifiques.

- Suivez-vous ces recommandations pour le choix des journaux? (oui/non)
- Précisez votre réponse (Réponse courte)
- Voyez-vous des limitations par rapport à ce que vous acceptez de mettre à disposition pour ces publications (données, logiciels,...) ? (oui/non)
- Précisez votre réponse (Réponse courte)
- Déclarez-vous vos articles dans HAL ? (oui/non)
- Si non, pourquoi ? (Réponse courte)