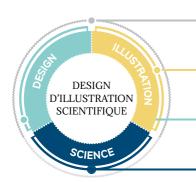


17, rue Corneille 31 100 Toulouse 06 79 25 00 15 dis@laurinemoreau.com laurinemoreau.com 28 ans

Laurine Moreau

FORMATION



 Design
 d'Illustration
 Scientifique
 en
 Diplôme

 supérieur
 des
 Arts
 Appliqués
 (DSAA DIS),

 à l'ESAIG Estienne. Paris - 2011 à 2013

Illustration en Formation complémentaire d'Initiative locale (FCIL),

à Corvisart, Paris - 2010 à 2011

Arts et Design en Classe préparatoire à l'École normale supérieure de Cachan (CPGE ENS),

à Toulouse - 2008 à 2010

Science, obtention avec mention du baccalauréat scientifique option Arts plastiques, à Toulouse - 2008

EXPÉRIENCE PROFESSIONNELLE

2017 à 2019 - Designer de communication, Graphiste et Maquettiste freelance spécialisée dans la communication scientifique, environnementale, associative et institutionnelle : mise en page de documents, charte graphique, recherche et réalisation iconographique (photos, schémas, illustrations...), stratégie de communication, écriture, vulgarisation, aide à la rédaction, conseil.

2015 à 2017 - Chargée de communication, Graphiste et Webmaster à la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité : communication, stratégie print / web, mise en page de documents, graphisme, création d'images et schémas, retouche photos, administration de sites web, newsletters, Google AdWords, bannières, kakémonos, aide à la rédaction.

2014 à 2015 - Designer d'Illustration Scientifique freelance et Graphiste : illustrations (scientifiques ou non), vulgarisation, création de sites web, cartes de visite, dépliants, livres.

2013 - Designer pour l'Unité mixte de Recherche en Biologie moléculaire et Immunologie parasitaires et fongiques : communication, illustration, édition et rédaction scientifique. (8 mois)

2012 - Designer pour Lysogène, société de biotechnologie spécialisée en thérapie génique : communication, illustrations, posters, film et module interactif. (3 mois)

COMPÉTENCES

Edition, mise en page, maquette, InDesign, identité et charte graphique, recherche iconographique, retouche photos, création d'illustrations et de schémas, illustrations scientifiques, illustrations traditionnelles et digitales, Photoshop, Illustrator...

Communication, stratégie de communication, **écriture**, vulgarisation, soutien à la rédaction, synthèse et restitutions de connaissances scientifiques ou autres, **conseil**...

Design de **sites web**, WordPress, Jomla, webmaster, html, css, newsletters, réseaux sociaux, marketing digital, AdWords, montage vidéos, Adobe Première, Word, Excel, **anglais** (TOEIC: 975)...

Recommandations

Jean-François Silvain

Président de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité

Laurine Moreau est une graphiste talentueuse qui sait faire preuve d'originalité et d'innovation dans l'approche des sujets qu'elle a à traiter. Très impliquée, elle est extrêmement attentive à la qualité du travail qu'elle fournit et ne ménage pas son temps pour y parvenir. Elle maîtrise remarquablement bien les outils techniques de son domaine. Les documents qu'elle a produits ont été très appréciés des lecteurs et décideurs.

Aurélie Delavaud

Responsable de pôle à la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité Super graphiste qui travaille vite et bien! Laurine a toujours su comprendre nos besoins et y répondre en faisant des propositions attrayantes de montage photos, de mise en page, de posters et de brochures. La forme est au service du fond et les réalisations sont très soignées.

Valentine Vidal

Responsable Marketing de Sennheiser Très bonne prestation. Travail de qualité, excellente communication. Ouverte aux critiques et prête à se remettre en question pour correspondre aux demandes du client tout en apportant un conseil d'expert. Je recommande ++!

Alain Bouaziz

Artiste plasticien, Commissaire d'exposition, Critique d'art, Design graphique, Professeur Compétente, dynamique, ouverte, autonome et attentive... je recommande Laurine aux professionnels exigeants et créatifs.

Gian Laurens

Chercheur en sciences sociales, Ingénieur, Écrivain, Formateur J'ai rencontré Laurine Moreau lors de la parution d'une brochure scientifique qui m'avait particulièrement convaincu grâce à son attractivité (présentation, lisibilité, couleurs, illustrations). Un travail que je savais préalablement austère devenait ainsi appétissant, et c'était Laurine qui avait su réaliser cette transformation. [...] Le très bon travail de Laurine a permis que plusieurs éditeurs soient rapidement séduits par mon manuel, me mettant dans la position aussi rare que très enviable de l'embarras du choix. Des compétences techniques sûres, beaucoup de rigueur et aussi un sens tactique certain.



«LA VIE, QUELLE ENTREPRISE!» *

Ce titre de l'ouvrage co-écrit par Jacques Weber et Robert Barbault, éminents spécialistes en économie et en écologie, résume à lui seul notre enjeu : la vie. Transmettre une terre en bonne santé aux générations futures est la mission à laquelle œuvrent, chaque jour, des milliers de chercheurs. Ils travaillent ainsi à donner les clés d'une préservation du vivant, d'une reconquête de la qualité de notre environnement et d'une utilisation durable des ressources naturelles. La mission originale de la FRB est de développer la synengie entre la recherche française sur la biodiversité et les enjeux des acteurs de la société.

La biodiversité c'est le « tissu vivant de la planète », dans toute sa diversité et sous toutes ses formes, de la bactérie à la baleine, de l'individu à l'éconystème et au paysage. C'est elle qui nous nourrit, qui nous habille, qui nous permet de respirer et de vivre. Nous sommes partie intégrale et partie prenante de cette vie, nous y contribuous, nous en profitons, nous l'influençons.

Cest une certitude, les activités humaines et la biodiversité sont liées. Comment, jusqu'à quel point, quelles en sont les conséquences pour notre devenir ? Autant de questions cruciales pour notre futur et celui de nos enfants. Pour y répondre, nous avons besoin de développer les connaissances et de les partager.

COMPRENDRE ET PRENDRE EN COMPTE LA BIODIVERSITÉ SONT ESSENTIELS POUR MAINTENIR LE VIVANT SOUS TOUTES SES FORMES.

Cest la mission de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) qui met en relation les travaux et les résultats de la recherche française sur la biodiversité avec les besoins de la société. La FRB permet en particulier un dialogue entre les scientifiques et les acteurs autour des grands enjeux de la biodiversité.

* Jacques Weber et Robert Barbault, 2010.

LA FRB A BESOIN DE VOUS POUR QUATRE MISSIONS ESSENTIELLES



Comprendre les modifications de la biodiversité;

Optimiser l'exploitation des données scientifiques;

Développer les scénarios du futur de la biodiversité;

Accroître les liens positifs entre biodiversité et activités humaines.

EN VOUS ALLIANT À NOUS :

· vous serez au plus proche des dernières avancées scientifiques

auxquelles votre nom sera associé:

· vous rejoindrez un réseau de partenaires

publics et privés de premier plan.

La FRB inscrit son action dans une communauté scientifique française et internationale très riche et active, au premier rang de laquelle figurent ses membres fondateurs. Pour répondre aux objectifs que les acteurs de la science et de l'action publique et privée se sont donnés pour 2020, elle a développé des outils spécifiques, des méthodes originales et des projets pluridisciplinaires, à dimension internationale. (plus d'information dans les fiches complémentaires)

LA FRB VOUS OUVRE SES PORTES

EN CHOISISSANT UN PROJET DE RECHERCHE particulier parmi nos programmes, vous vous attachez à une thématique correspondant à vos préoccupations, à votre champ d'action ou à votre image.

EN SOUTENANT UN PROGRAMME DE LA FRB comme ECOSCOPE (mettant en réseau les observatoires de la biodiversité en France), ou comme la Base de Données (recensant plus de 5 000 chercheurs sur la biodiversité), ou comme les groupes de travail du CESAB (premier Centre de synthèse et d'analyse de la biodiversité en Europe), la FRB vous ouvre l'accès aux résultats de la recherche dans le domaine de la biodiversité.

EN CO-CONSTRUISANT UN PROGRAMME DE RECHERCHE AVEC LA FRB, vous investirez dans un domaine essentiel pour vos activités présentes et futures.

EN DEVENANT MEMBRE FONDATEUR DE LA FRB, vous siégerez au Conseil d'administration avec les huit organismes fondateurs et le groupe LVMH. Vous participerez ainsi directement à la stratégie de la Fondation, pour plusieurs années.

DEVENIR PARTENAIRE DE LA FRB, C'EST:

- assumer sa responsabilité et illustrer son engagement dans l'éco-développement;
- · participer au progrès des connaissances et au partage des savoirs ;
 - · investir sur un capital irremplaçable;
 - sauvegarder une source de production de biens et de services indispensables;
- contribuer réellement à donner les clés d'une préservation, d'une valorisation et d'une utilisation durable de la biodiversité.



LA FRB, UN VIVIER ET UN CATALYSEUR DE PROJETS

31 PARTENAIRES PUBLICS et PRIVÉS





STRUCTURES mobilisées au sein du CONSEIL d'ORIENTATION STRATÉGIQUE

‡4500

ACTEURS FRANÇAIS de la RECHERCHE identifiés et recencés. ainsi que 1700 ÉTRANGERS





PROJETS de RECHERCHE, ÉTUDES et EXPERTISE soutenus DEPUIS 2008

±100 SCIENTIFIQUES mobilisés pour le pilotage DES ACTIONS



MILLIONS D'EUROS INVESTIS

dans les PROGRAMMES de RECHERCHE initiés par la FRE



NS D'EUROS INVESTIS

CEUX QUI ACCOMPAGNENT LA FRB

MEMBRES **FONDATEURS**

- . Svivie Benard (LVMH -Directrice de l'environnement)
- . Jean-Marc Bournigal (IRSTEA -Président)
- · Régis Cardoville (MNHN)
- · Etienne Hainzelin (CIRAD -Conseiller du Président)
- . François Jacq (JFREMER -
- Président-directeur général) . Jean-Paul Moatti (IRD -
- Président-directeur général) . Jean-François Soussana (INRA)
- Directeur Scientifique) · Stéphanie Thiebault (CNRS -

D'ADMINISTRAT

Directrice INEE) · Catherine Truffert (BRGM -Directrice de la recherche)

PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

- · Jean-François Silvain (Président de la FRB)
- · Danièle Herin

REPRÉSENTANTS **DES ENSEIGNANTS** CHERCHEURS

BUREAU DU COS

2015-2017

· Daniel Baurngarten (Séché

Environnement), Président

de l'UICN), Vice-président

· Michel Métais (Comité français

DES 5 COLLÈGES

· Allain Bougmin-Dubourg

(Collège protection de

(Collège actions écono-

miques et industrielles)

avec le grand publici

Nirmala Scon-Massin

· Céline Liret (Collège activités

socio-politiques et relations

(Colège gestion des espaces,

des milieux et des espèces)

· Stéphane Patin (Collège

gestion des ressources

génétiques domestiques et sauvages apparentées)

la nature) · Jean-François Lesigne

- · Flora Pelegrin · Anne-Marie Le Bastard
- **OSBERVATEURS**
- · Ministères chargés de la Recherche, de l'Ecologie, de l'Agriculture et des Outre-mers

- · François Sarrazin (UPMC), Président du CS
- · Schustien Barot (IRD), Vice-Président
- · Nadir Alvarez (Univ. Lausanne)
- · Martine Antona (CIRAD)
- · Thierry Bourgoin (MNHN) · Denis Couvet (MNHN)
- · Philippe Cury (IRD)
- · Vincent Devictor (CNRS) · Isabelle Doussan (INRA)
- · Francis Garrido (BRGM)

- · Philippe Gros (Ifremer) · Jean-François Guégan (IRD)
- Sandra Lavorel (CNRS)
- · François Lefèvre (INRA) · Philippe Le Prestre (Univ. Laval)
- · Isabelle Arpin (IRSTEA)
- · Jean-Louis Morel (ENSAIA) · Jean-Louis Pham (IRD)
- · Christophe Thébaud (Univ. Toulouse)
- · Sophie Thévenon (CIRAD)

MEMBRES DU CS

PRÉSIDENCE,

Jean-François Silvain, directeur de recherche à l'IRD, a été élu Président de la FRB le 24 avril 2014. après en avoir été Président du Conseil scientifique de 2008 à 2013. Pendant cette période il a participé à de nombreux. comités et activités de la FRB. et en particulier aux appels à projets portés par la Fondation. Il a coordonné la Prospective pour la recherche française en biodiversité, publiée en 2009, et a été membre du Conseil scientifique et d'orientation du CESAB.

Jean-François Silvain a aussi été directeur de l'unité Diversité, Ecologie et Evolution des Insectes Tropicaux (DEHT) de l'IRD, associée au laboratoire Evolution, Génomes et Spéciation (LEGS) du CNRS, à GiFsur-Yvette. Dunité DEEIT développe des recherches en partenariat principalement en Afrique tropicale et en Amérique du Sud. Elle s'intéresse aux réponses des insectes tropicaux aux changements globaux, qu'il s'agisse de modifications anthropiques directes des milieux tropicaux, ou des conséquences indirectes des activités humaines.

Ses travaux de recherche et publications, portent sur la diversité, l'écologie et la biogéographie des insectes phytophages. Il s'intéresse aussi à l'étude des interactions évolutives entre ces insectes et leurs plantes-hôtes, à la génétique des populations et à la phylogéographie de différentes espèces, autochtones ou envahissantes, et plus généralement à l'étude des mécanismes de spéciation chez les insectes phytophages.

Jean-François Silvain a été Président de la Société Française de Systématique,

Jean-François Silvain a eu de nombreuses activités dans le champ de l'évaluation de la recherche pour l'Agence nationale de la Recherche et ses programmes, notamment «6ème Extinction» en 2009, dont il a assuré la présidence du comité d'évaluation, et BioAdapt en 2011/2012.

Il est aussi membre du Conseil scientifique du Patrimoine Naturel et de la Biodiversité (CSPNB), placé auprès de la ministre chargée de l'écologie, ainsi que de plusieurs autres conseils scientifiques.

195, rue Saint-Jacques - 75005 Paris www.fondationbiodiversite.fr twitter: @FRBiodiv

Directeur de publication : Pierre-Edouard Guillain Rédaction : FAIRCOM International Conception graphique: Laurine Moreau



2. OPTIMISER L'EXPLOITATION DES DONNÉES SCIENTIFIQUES

En parallèle de la recherche de nouvelles informations, la FRB s'attache à la structuration, à l'analyse et à la synthèse des données existantes, afin de les réceptioner dans le cadre de recherches innovantes. Elle vise également à rassembler les observatoires pour renforcer la visibilité, harmoniser les autres de la complexité destre de la complexité de la complexité de la complexité de la com pratiques et favoriser les liens entre producteurs et utilisateurs de données.

Meur conserver les desmés - Favor ser le velorisation des données existantes éparses et non structurées - Metre au point un fiction « vient » des chevileum par discipline – inconneger et facilier le parage des dennées.

DES ACTIONS À SOUTENIR

Le thésaurus biodiversité, un vocabulaire par-

tagé entre les chercheurs. 15 000 € PAR AN



de collections de données

Des outils conjoints utiles aux différents chescheurs des groupes de trannil du Centre de Synthèse et d'Analyse sur la Biodisersité (CESAR)

20000€ PAR AN



Le portail des données de la plate forme de coordination des observasoires de recherche sur la biodiners de e morramme ESR ECOSCODE

Canmuaire des acteurs de la recherche

20 000 € FAR AN

60 000 € SUR TROIS ANS

3. DÉVELOPPER LES SCÉNARIOS DU FUTUR DE LA BIODIVERSITÉ

La FRB soutient les projets de recherche qui, à partir des don-nées et de modéles, proposere des scénarios des futurs possibles de la biodiversité, dans tous les milieux et à toutes les échelles.

Mudéliuer l'Impact des changements sur le fenctionneuxet des écospolimes et sur les sociétés hamaines incidification des ocians, freguenceilon des éconjulmes, politation, déflocatacion...) - Développer des solution intégrant es than de developpement des societés hometies.

DES ACTIONS À SOUTENIR



Un collegat de promotion de la démarche de scéssario en computa-son avec d'autres méthodes de recherche.

50 000 € LE COLLOQU





Desampels à projets « seémanio du futur de la biodiversité », par exemple sur l'Océanie.

250 000 E PAR PROJET

Des bourses de master pour dévelop-per les méthodes de modélisation. 3000 € PAR SOURSE



4. INTÉGRER AU MIEUX LA BIODIVERSITÉ DANS LES ACTIVITÉS HUMAINES

La biodiversité mieux comprise peut faire découvrir de nouvelles ressources, garantir darablement la sécurité alimentaire ou inspirer de nouveaux modèles de production à l'exemple de l'agro-écologie. La ERB soutient les actions visant à faire de la biodiversité un moteur d'innovation permettant de mieux utiliser a offere les resputement lieufises de nouve divinier. ci gérer les ressources limitées de notre planète.

Mempher et intégret les caleurs de la Nochterstef dans les activers framaires « Repenser les stratégies de construction en function des besoint et des commissances - Décrier et sentenir des projets ilenequate -Definir les agins qui mobileces Remano.

DES ACTIONS À SOUTENIR

Un appel à projets + innovations = avec : to proces explorancies pour encourager les chercheurs à s'engager sur des pistes non defrichées

40 000€ PAR PROJET

developper price à la biodiferiale de nouvelles individes de clusives innovations reportant la seuse possigles de certaines régions du mende, aux criteux économiques et sociates actuels apporter des séctason apreproblèmes du braconnage apporter des séctason apreproblèmes du braconnage.





to projets de recherche pour par exemple. Un appel à projets stratégie de conservation, pour

250000 CUMPPEL À PROJETS



1. COMPRENDRE LA BIODIVERSITÉ ET L'IMPACT DE L'ACTIVITÉ HUMAINE SUR CELLE-CI

La première mission de la FRB est de comprendre la manière dont la biodiversité réagit aux changements globaux et aux pressions générées directement ou indirectement par les activités humaines.

Decument l'Au de la biodiornité - Diction, quantifier lougher les option-Expliciter les desumantes de la biodiornité bereiter a televation in present- later in present freque autorique. Compresde la résent de la badomai. Les presents - Déray les auts primitaire d'austinement pélique et français.

DES ACTIONS À SOUTENIR

mie mortelle. Quelles mesures.

50 000 € PAR ACTION

Quarte appels à peojets de recherche du Centre de Synthèse et d'Analises sur la Biodiverniet (U.SAR) pour resutiliser et faire la synthèse de données et concepts seitanes, que lope soit le demaine de la biodiverniet concerné. Pyenier 60000 CAN REVAIR centre de recherche de ce type en Europe, le CESAB recoir Joseph noo-chercheurs par an, de France et du monde entier

160 000 € SUR 4 ANS ET PAR PROJET



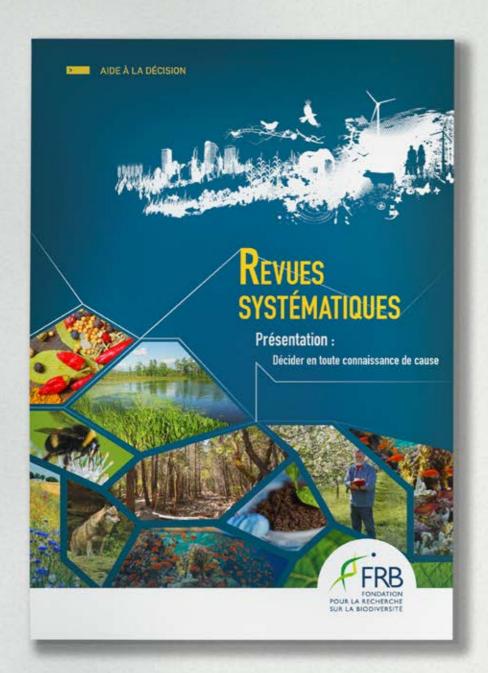
Un fends pour une action de diagnostic d'argence. Par exemple, nous savons que les salamandres européennes sont menacies par une épidé-

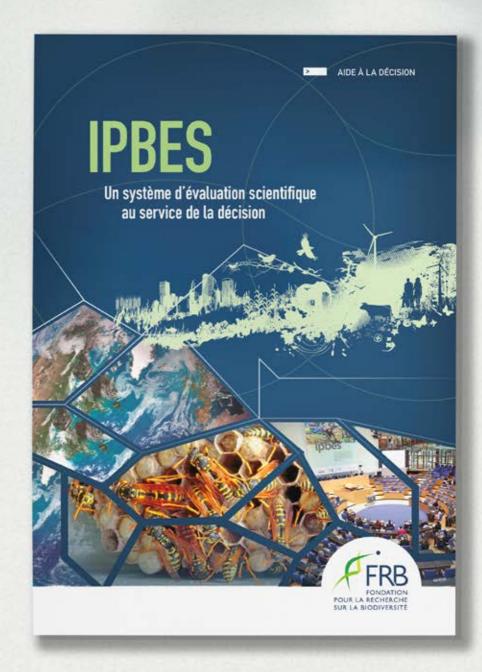
Des publications pour expliance les enjeux autour de la biodiversité, tels que le climat, l'évoution, les sols, l'adorration 10 000 € PAR DOCUMENT

maladie qui les ravage? Quet Des bourses de master dans les sciences du diagnostic basé sur le rinque? Vivant pour encourager de jeunes chercheurs.

3 000 € PAR BOURSE







LES REVUES SYSTÉMATIO ES ÉVALUATIONS CRITIQUES POUR ENVIRONNEMENTALE Face à l'abondance d'informations, parfois contradictoires. comment faire le tri? Sur quelles connaissances faire reposer sa décision ? Quelles solutions appliquer efficacement selon les circonstances ? Comment sortir des guerelles d'experts et des conflits d'intérêt ? Une revue systématique est une synthèse de connaissances réalisée en suivant des étapes prédéfinies. Elle va tout d'abord mettre en lumière les lacunes de connaissances et la disparité des résultats et des méthodes. Elle cherchera surtout à identifier les savoirs les plus robustes (strong evidence). Les décideurs prendront alors connaissance des contraintes et des risques qui accompagnent l'action. La variabilité des résultats est habituelle dans toute recherche sur l'environnement. Elle peut être due au hasard, refléter la diversité de la réalité ou provenir de l'influence malheureuse de biais liés à la collecte des données, à des problèmes d'analyse ou d'interprétation des résultats. Une revue systématique consiste Les revues systématiques tentent de faire la part des choses à collecter le maximum de entre ces différentes influences pour dire aux décideurs connaissances, en réponse à une dans quelles conditions on s'attend à tel ou tel niveau de question structurée, puis à en résultat et avec quel niveau de confiance. réaliser une évaluation critique Grâce à cette synthèse critique, les personnes concernées et une synthèse afin que son vont pouvoir comprendre l'état des connaissances et peser utilisateur puisse se faire une idée les avantages et les risques de différentes options. Leur de l'état des savoirs et décider en décision finale sera ainsi argumentée quelque soit le risque toute connaissance de cause. qu'elle fait prendre.

L'EMERGENCE DES REVUES SYSTÉMATIQUES

« Je ne pouvais pas continuer à prendre des décisions sans savoir si je ne faisais pas davantage de mal que de bien. »

Archie Cochrane

Les revues systématiques sont nées de la volonté du Dr Archie Cochrane de soigner au mieux les enfants dans son hôpital d'Oxford. Face à la profusion de publications médicales, Archie Cochrane eut l'idée de mettre en place une méthode pour évaluer et synthétiser les savoirs disponibles à un moment donné, afin de les mettre à disposition des médecins et des familles.

Après une conférence fondatrice en 1972, vingt ans de travail ont permis d'aboutir à la création de la Collaboration Cochrane en 1993.

Les revues systématiques incluant des méta-analyses ont ainsi amené à produire des conclusions sur l'efficacité de traitements et de pratiques médicales, alors que les résultats des études considérés de manière individuelle étaient parfois peu probants ou controversés.

> Deux autres Collaborations ont ensuite vu le jour. Elles partagent la même méthodologie et garantissent que cette dernière soit bien suivie tout en apportant soutien aux équipes dans la valorisation de leur travail. Elles couvrent différentes disciplines qui présentent des spécificités quant aux données et protocoles de recherche utilisés.

DE VERITABLES ENQUÊTES SCIENTIFIQUES

Le concept des Revues Systématiques s'apparente à celui d'une enquête visant à accumuler les éléments de preuves en faveur ou en défaveur d'une hypothèse. Les enquêteurs (l'équipe projet) réunissent un maximum de faits sur la question (recherche bibliographique méthodique). Ils cherchent aussi les documents cachés ou peu accessibles pour prendre en compte les résultats obtenus avec des méthodes rigoureuses mais pourtant non-significatifs et rarement publiés (minimisation des biais de publication). Ils évaluent à l'aide de critères explicites et réutilisables la confiance à apporter à chaque élément de preuve (examen des possibles biais méthodologiques inhérents à chaque étude). Certains résultats peuvent être contradictoires ; il s'agit alors de déterminer la raison de ces différences pour mieux comprendre ce qui a conduit à chaque résultat et nuancer ainsi les possibles choix d'action.

Au cœur des conclusions sont placés

les éléments de preuve les plus robustes. Ceux-ci permettent parfois, grâce aux métaanalyses, d'obtenir des résultats statistiques nouveaux (synthèse quantitative).

Le reste des connaissances n'est pas pour autant oublié. Il fait aussi l'objet d'une synthèse (synthèse narrative) pour savoir si ces connaissances vont dans le même sens que la synthèse quantitative, ou si elles apportent des éléments nouveaux de compréhension. La synthèse narrative peut être au cœur du rapport final si des analyses quantitatives ne sont pas possibles. Ainsi aucune connaissance n'est négligée.

L'ensemble des éléments recueillis et leur analyse permet aux enquêteurs d'apporter une « conclusion argumentée » (formulation des conclusions) et de rédiger le rapport final (revue systématique ou la cartographie systématique) qui pourra être mis à jour quand de nouvelles études seront disponibles.

DES ORGANISATIONS À BUT NON LUCRATIFS CRÈES DANS LE BUT DE RÉALISER ET DE MÉDIATISER LES REVUES SYSTÉMATIQUES

> Cochrane Collaboration (1993). Le centre français est situé à l'Hotel Dieu à Paris (2001)

BUIENGES HIMAINES ET SOGIALES Campbell Collaboration (2000)

Evidence (2008). Le centre français est à la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (2016)



Pour qu'une revue soit considérée comme systématique. elle doit réunir les éléments suivants :

LA REVUE SYSTEMATIQUE PASSÉE AU RAYON X

PROBLÉMATIQUE / DEMANDE INITIALE

Le ou les commanditaires exprime(nt) leur besoin de mieux comprendre l'état des connaissances afin d'appuver leurs décisions.

QUESTION INITIALE

La question de la revue est structurée à partir d'éléments qui vont permettre d'organiser la recherche bibliographique. Celle-ci inclut les savoirs scientifiques. pratiques et technique - la littérature grise.

PROTOCOLE

Le protocole présente la question posée, le périmètre de la revue, les outils utilisés. les critères de recherche et de sélection des articles, les critères d'évaluation des connaissances. Il est soumis à relecture et publié dans un journal à comité de lecture.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE STRUCTURÉE

La recherche bibliographique vise à obtenir le maximum de documents pertinents pour répondre à la question, grâce à une méthode systématique et reproductible.

ANALYSE DESCRIPTIVE

Chaque étude est rapportée dans un tableau qui permet d'obtenir une description du contenu de l'étude et de réaliser des statistiques descriptives. Ce tableau constitue la base d'une cartographie systématique.

EVALUATION CRITIQUE

L'évaluation critique des connaissances repose sur des critères explicites de méthodologie. Ils permettent de valoriser les résultats les moins biaisés sans négliger les autres études. Les résultats sont ainsi accompagnés d'un niveau de confiance qui est pris en compte dans la synthèse finale.

SYNTHESE QUANTITATIVE ET NARRATIVE

Les articles les plus robustes constituent le coeur de la synthèse. Si les données le permettent, des méta-analyses expliqueront la diversité des résultats (synthèse quantitative). Les articles moins robustes sont ensuite ajoutés (synthèse narrative) pour compléter les explications et mieux comprendre dans quelle(s) circonstance(s) on obtient tel ou tel résultat.

FORMULATION DES CONCLUSIONS

La synthèse pointe les lacunes avérées de connaissances. les convergences et divergences des résultats - avec leurs niveaux de confiance méthodologique respectifs - et souligne les limites de l'exercice. La conclusion inclut des recommandations pour la recherche, la gestion et la gouvernance.

LES REGLES DE BONNE CONDUITE DE L'ENQUÊTEUR

Afin d'obtenir les conclusions les plus complètes et objectives possibles, les revues systématiques reprennent des principes fondamentaux de la démarche scientifique :

LA REPLICABILITE : S'assurer que le travail de synthèse puisse être reproduit et évalué

Traçabilité de la recherche bibliographique et reproductibilité des étapes du tri et de l'analyse critique des documents, transparence des critères.

L'INDEPENDANCE DE L'EQUIPE

PROJET: Protéger l'équipe d'influences internes ou externes pouvant biaiser les conclusions de la revue

Publication du protocole de la revue, attention portée aux conflits d'intérêts ou la provenance des connaissances, forte exigence sur la transparence et l'explicitation du travail réalisé. Il n'est pas obligatoire que l'équipe projet soit constituée de spécialistes, mais ces derniers seront consultés, en particulier pour l'identification des biais.

LA MINIMISATION DES BIAIS :

Faire attention aux erreurs liées à la sélection ou au contenu des articles

Structuration de la recherche bibliographique, prise en compte des forces et faiblesses méthodologiques de chaque résultat pour nuancer les conclusions de la synthèse.

LA TRANSPARENCE: S'assurer que le lecteur puisse avoir accès à toutes les informations liées aux choix et méthodes de la revue systématique

Publication des critères de cadrage, de tri et d'évaluation de la robustesse des résultats scientifiques, consultation des pairs et des parties prenantes, attention portée aux conflits d'intérêts.

LA CLARTE: S'assurer que le lecteur puisse comprendre les conclusions de la revue mais aussi comment l'équipe y est arrivée, afin de pouvoir les expliciter à un tiers si besoin

Livrables accessibles à tous, rédigés en ayant à l'esprit un lectorat varié et nonexpert. Si possible, inclusion des connaissances techniques, traditionnelles et la littérature grise. Des consultations d'experts et de parties prenantes peuvent être associées à la conduite d'une revue systématique, lors de la préparation du projet, de la relecture du protocole ou de la revue finale et au cours de la collecte des connaissances, afin de s'assurer de la possibilité d'appliquer les conclusions.



LE ROLE DE LA FRBA

La FRB promeut la réalisation de revues et cartographies systématiques pour valoriser les résultats de la recherche, décider d'agir et négocier avec l'appui de la recherche. Nous assistons les commanditaires dans la préparation de leur projet, en particulier dans les phases d'élaboration de la question, de cadrage (scoping), de rédaction du cahier des charges, du lancement de l'appel à expertise. puis dans la diffusion des résultats. De par notre rôle de Centre français de la Collaboration for Environmental Evidence, nous assurons aussi la formation des équipes projets si nécessaire, et nous accompagnons les équipes pour assurer que les règles des revues et cartographies soient comprises et suivies. Notre Centre de synthèse et d'analyse sur la biodiversité (www.cesab.fr) vient appuyer cet engagement en offrant un lieu et des ressources pour des équipes de recherches axées sur la ré-analyse de données.

COMMENT SE FORMER ?

La FRB organise des ateliers « découverte » sur une demi à une journée entière en fonction des besoins ainsi que des « ateliers spécialisés » par exemple sur les thématiques des méta-analyses, de la recherche bibliographique ou de l'analyse critique des connaissances.

COMMENT PARTICIPER ?

Il est possible de rejoindre le Centre français en tant qu'expert afin de contribuer à des relectures par les pairs, des groupes de travail pour le développement du Centre, l'organisation de congrès et de manifestations scientifiques, le montage des appels à projet, etc.

OUI CONTACTER?

Centre français: Barbara Livoreil (barbara.livoreil@fondationbiodiversite.fr 01.80.05.89.54)

CEE international: Andrew Pullin, Bangor, UK (a.s.pullin@bangor. ac.uk)

CLIMAT ET BIODIVERSITÉ



JOURNÉES FRB

« LES SCÉNARIOS DE LA BIODIVERSITÉ À L'HEURE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE »



Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Paris 5e

En partenariat avec :







L'IMPLICATION DE LA FRB ET DE L'IDDRI DANS CE TYPE DE PLATEFORME

LA FRB, MOTEUR DE LA MOBILISATION DE L'EXPERTISE FRANÇAISE POUR L'IPBES

La mobilisation nationale des acteurs de la biodiversité est un enjeu essentiel, tant pour le succès de l'IPBES que pour le rayonnement de la recherche et de l'expertise française.

La Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité assure le secrétariat scientifique du Comité français pour l'IPBES, chargé de la mobilisation de l'expertise, de l'appui aux acteurs français et de la circulation de l'information scientifique.

Cet organe tripartite, créé en 2013, est composé de représentants des organismes de recherche (AllEnvi), des ministères concernés (Affaires étrangères; Recherche; Environnement; Outre-mer) et des porteurs d'enjeux de la biodiversité (dont les représentants du Conseil d'Orientation Stratégique de la FRB et du Comité de suivi de la Stratégie nationale pour la biodiversité). Il a pour fonction de préparer les principales échéances de

l'IPBES et de définir les positions portées par la France, en appui au point focal IPBES situé au Ministère des Affaires étrangères.

Le Secrétariat scientifique du Comité français pour l'IPBES assure un soutien aux experts français participant aux travaux de l'IPBES. Il a aussi pour mission de valoriser la recherche française à l'international et de relayer les productions de la plateforme au niveau national. Ainsi au cours de l'été 2016, le Secrétariat a publié de manière anticipée la traduction du Résumé à l'intention des décideurs de l'évaluation des pollinisateurs, afin d'informer les débats sur le projet de loi sur la reconquête de la biodiversité, de la natureet des paysages.

LES ACTEURS FRANÇAIS SE MOBILISENT POUR LES POLLINISATEURS

A l'occasion de la sortie de l'évaluation mondiale sur l'état de la polinisation de l'IPBES, le Conseil d'orientation stratégique de la FRB a identifié les initiatives françaises qui favorisent les pollinisateurs.

Le 26 février 2016, à Kuala Lumpur, l'IPBES a livré son premier rapport d'évaluation mondiale de l'état de la pollinisation. Ce rapport écrit par 77 experts de différentes disciplines et de différents pays démontre l'importance de la pollinisation pour la sécurité alimentaire mondiale, souligne les graves dangers d'extinction qui pèsent sur les pollinisateurs et présente un ensemble de leviers d'action possibles assorti d'une évaluation de leur faisabilité.

A la sortie de ce rapport, la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité a sollicité les membres de son Conseil d'orientation stratégique (COS), composé d'acteurs socio-économiques, pour identifier les initiatives françaises qui favorisent les pollinisateurs et réduisent les pressions auxquelles ils sont exposés.

De l'amélioration des pratiques apicoles à la restauration des habitats naturels en passant par la diminution des produits phytosanitaires, le COS de la FRB a recensé près de 250 actions nationales.



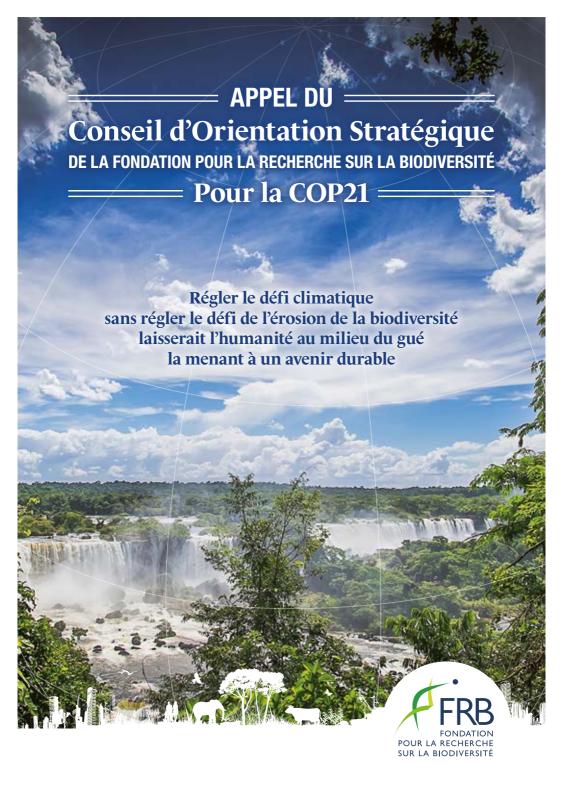
L'IDDRI

L'Iddri entretient depuis son origine un dialogue avec les acteurs des plateformes intergouvernementales d'interface entre science et politique, et a été directement impliqué dans les premières étapes de la mise en place de l'IPBES, dont il est l'une des organisations observatrices. Sur ces sujets, l'Iddri cherche à souligner que les instances intergouvernementales n'ont pas seulement un rôle d'alerte sur les enjeux environnementaux, mais doivent à présent mettre plus fortement l'accent sur les travaux de recherche s'intéressant directement à la mise en œuvre des décisions environnementales. L'analyse du rôle et de l'influence potentielle de l'IPBES fait notamment l'objet d'un focus particulier, et est mise en regard d'autres interfaces science-politique, parmi lesquelles le GIEC ou le panel d'experts de haut niveau sur la sécurité alimentaire.

Pour en savoir plus, retrouvez les publications de l'Iddri liées à ces problématiques :

- Treyer, S. et al. (2012). Powerful International Science-Policy Interfaces for Sustainable Development, Policy Brief 06/12
- Billé R. et al. (2012). Valuation without action? On the use of economic valuations of ecosystem services. Policy Brief 07/12
- Rankovic A. et al. (2016). IPBES after Kuala Lumpur: Assessing knowledge on underlying causes of biodiversity loss is needed, Policy Brief 05/16
- Magnan A. *et al.* (2016). Implications of the Paris Agreement for the ocean, Nature Climate Change.





Les scientifiques nous le disent clairement : les enjeux de la biodiversité sont liés à ceux du climat et le maintien, comme la restauration, de la biodiversité contribueront à réduire l'émission des gaz à effet de serre, à en atténuer les effets et aideront nos sociétés à s'adapter. Le Conseil d'orientation stratégique (COS) de la FRB invite donc les négociateurs représentant les parties de la Convention des Nations unies sur le changement climatique à prendre en compte la biodiversité, son fonctionnement et sa dynamique, dans les négociations sur le climat. L'ambition de limiter le réchauffement climatique doit aller de pair avec celle de réduire les atteintes à la biodiversité et à ses services dont l'humanité bénéficie.

La biodiversité joue un rôle essentiel dans la dynamique du climat. Le stockage du carbone, sur les continents comme en mer, dépend essentiellement de l'activité du monde vivant qui permet notamment ce stockage sous des formes variées : carbone organique, précipitations de carbonates... L'évapotranspiration des forêts et des autres milieux naturels joue un rôle essentiel dans le cycle de l'eau et influe donc sur le régime des précipitations. Cette diversité du vivant contribue aussi à une certaine résilience du système climatique. A contrario, les atteintes à la biodiversité, en modifiant le fonctionnement des écosystèmes, peuvent avoir une incidence sur les climats locaux, régionaux ou continentaux et contribuer au changement climatique et aux perturbations des services écosystémiques.

Le changement climatique est un des principaux facteurs qui, aujourd'hui, affecte la biodiversité sous toutes ses formes. Il est donc essentiel que des mesures fortes soient prises pour limiter les émissions des gaz à effet de serre et donc les effets actuels et futurs du réchauffement climatique en tenant compte des travaux du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Le changement climatique n'est cependant pas la seule pression qui s'exerce sur la biodiversité. Les changements d'usages des terres, la fragmentation des habitats, la surexploitation des ressources, les pollutions, ou la multiplication des espèces exotiques envahissantes, représentent, en fonction de leur intensité ou des zones dans lesquelles ces pressions se développent, des menaces majeures sur la biodiversité. L'ensemble de ces pressions met aussi en péril plusieurs des services écosystémiques dont l'humanité bénéficie, avec des impacts directs sur le bien-être et le développement des sociétés humaines.



Le Conseil d'orientation stratégique rassemble plus de 170 acteurs (entreprises, syndicats, ONG, collectivités territoriales, etc) porteurs d'enjeux de la biodiversité. Il a pour objectif d'assurer le lien entre la société et le monde de la recherche.

La Fondation pour la recherche sur la biodiversité est une plateforme entre les différents acteurs scientifiques (via le Conseil scientifique) et les acteurs de la société (via le COS) sur la biodiversité. Elle a été créée en 2008, à la suite du Grenelle de l'environnement, avec le soutien des Ministères de la Recherche et de l'Écologie et de huit établissements publics de recherche, rejoints en 2014 par LVMH. Susciter l'innovation, promouvoir des projets scientifiques en lien avec la société et développer études, synthèses et expertises sont autant d'actions au coeur de son dispositif.

Pour en savoir plus: www.fondationbiodiversite.fr et www.fondationbiodiversite.fr/COS

Consécutivement, le Conseil d'orientation stratégique de la FRB considère que :

Il est essentiel que, parmi les solutions qui seront proposées, une attention toute particulière soit portée à la connaissance et la réduction des pressions s'exerçant sur la biodiversité afin d'adopter des stratégies de gestion et de protection de la biodiversité efficientes.

En particulier, les activités humaines doivent permettre de conserver les capacités adaptatives du vivant, en évitant notamment la fragmentation des milieux naturels et en portant une attention particulière à la préservation de la diversité génétique, sauvage, comme cultivée. Les objectifs de la Convention sur le changement climatique doivent rejoindre ceux de la Convention sur la diversité biologique et ceux de la Convention sur la lutte contre la désertification, qui toutes trois trouvent leur origine commune lors du Sommet de la Terre à Rio en 1992.

Les solutions élaborées, pour qu'elles soient durables, doivent s'appuyer sur la biodiversité et favoriser son évolution.

Afin d'atténuer les effets du changement climatique ou faciliter l'adaptation des sociétés humaines, une partie des solutions est à trouver dans le monde du vivant. Celui-ci est le fruit de processus évolutifs et adaptatifs qui se sont déroulés sur des centaines de millions d'années et ont favorisé des innovations dont l'humanité a la capacité de tirer parti à condition d'en comprendre les mécanismes, d'en estimer les limites et de les valoriser de manière durable et équitable. Face au changement climatique, des solutions inspirées de la nature sont aujourd'hui envisageables. Des développements économiques significatifs sont ici possibles.

Il est essentiel de développer des recherches qui croisent les enjeux du climat et de la biodiversité pour proposer des stratégies d'actions éclairées et faire évoluer les pratiques.

En particulier, la définition des stratégies et des moyens pour favoriser l'adaptation des écosystèmes est un enjeu majeur pour de nombreux gestionnaires d'espaces. Par ailleurs, les scénarii du futur de la biodiversité que les acteurs devront appréhender doivent prendre en compte les scénarii de changement climatique et ceux relatifs au devenir des systèmes socio-économiques.

Les démarches de scénarisation des futurs de la biodiversité doivent être encouragées par les États dans leur politique de recherche en veillant à la participation des parties prenantes à ces exercices.

Ces scénarii doivent être pris en compte lors de l'élaboration des plans d'adaptation au changement climatique mis en œuvre par les États, les autorités locales ou les entreprises pour tenir compte notamment des changements prévisibles des services écosystémiques dont dépendent les sociétés humaines. Pour être pertinents, les scénarii doivent intégrer les résultats des travaux de recherche sur les mécanismes de réponse et d'adaptation mis en œuvre par le vivant.

Une large part des financements, des actions incitatives destinées à lutter contre le réchauffement climatique ou à favoriser l'adaptation à celui-ci, doit aller à la recherche, au développement et à la mise en œuvre de solutions qui, en plus de leur effet sur le climat, soutiennent et renforcent la biodiversité et sa résilience.

Toutes les actions visant à réduire les gaz à effets de serre, favoriser le stockage du carbone et permettre l'adaptation des sociétés humaines, devront être analysées en fonction des impacts potentiels qu'elles pourraient avoir sur la biodiversité, de manière à ce que de tels impacts soient évités, réduits et, en dernier recours, compensés. Compte-tenu de l'état encore lacunaire des connaissances, cette évaluation doit être accompagnée de programmes nationaux et internationaux de surveillance des milieux. À ce titre, le COS de la FRB considère qu'une part des financements qui seront mobilisés pour lutter contre le réchauffement climatique doit être dédiée à l'évaluation de l'incidence des solutions sur la biodiversité, au suivi des écosystèmes et au renforcement des compétences pour l'évaluation des impacts, notamment en s'appuyant sur les recommandations et les initiatives de la Convention sur la diversité biologique.

Enfin, à l'instar de la FRB et de ses partenaires qui ont suscité au niveau français des rencontres entre les experts du GIEC et de l'IPBES (Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques), les gouvernements et les acteurs de la recherche doivent mobiliser leur communauté scientifique pour que les travaux menés sur le climat et la biodiversité puissent se compléter pour offrir aux décideurs les clés de compréhension nécessaires à leurs actions. C'est pourquoi le COS de la FRB considère que :

Les États parties doivent s'engager à assurer la mise en œuvre du programme de travail de l'IPBES d'ici 2020 dans son intégralité en apportant le budget nécessaire à cette plateforme, dont seulement la moitié est actuellement assurée.

Les États parties doivent aussi assurer la participation des experts en toute indépendance aux évaluations et autres livrables de ce programmes de travail. En particulier, compte-tenu du rôle essentiel des océans pour le climat et la biodiversité, la réalisation d'une évaluation de l'IPBES sur les océans est essentielle. Parallèlement, les États parties des deux conventions sur le changement climatique et sur la diversité biologique doivent appeler à l'émergence d'un programme commun de travail des plateformes GIEC et IPBES pour apporter aux décideurs des scénarii qui prennent pleinement en compte les effets croisés du climat et de la biodiversité.

Les membres du Bureau du COS:

Daniel Baumgarten, Président Michel Métais, Vice-président

Les représentants titulaires des 5 collèges du COS 2015-2017 :

Allain Bougrain-Dubourg, Collège protection de la nature

Jean-François Lesigne, Collège actions économiques et industrielles

Céline Liret, Collège activités sociopolitiques et relations avec le grand public Stéphane Patin, Collège gestion des ressources génétiques domestiques et sauvages apparentées **Nirmala Séon-Massin,** Collège gestion des espaces, des milieux et des espèces



istoire : Confronté au défi de soigner au mieux des prématurés, et faisant face à la profusion des publications médicales et des savoir-faire de ses confrères, le docteur Archie Cochrane a cherché une méthode permettant d'évaluer les résultats et de les synthétiser afin de les mettre a disposition des médecins et des familles. Après 20 ans de travail, il crée la Collaboration Cochrane en 1972. réseau dorénavant international. Couplées

au développement des méta-analyses, les revues systématiques ont permis d'obtenir des résultats innovants sur l'efficacité de traitements et de pratiques médicales quand les résultats d'études individuelles n'étaient pas probants voire controversés, en ré-analysant les données déjà collectées et en tenant compte de la rigueur des protocoles de recherche pour chaque résultat publié.

1972

Création de la Cochrane Collaboration (médecine)

www.cochrane.org

2000

Création de la Campbell Collaboration (sciences humaines & sociales)

www.campbellcollaboration.org

2008

Création de la Collaboration for Environmental Evidence (environnement)

www.environmentalevidence.org

La FRB héberge le Centre français de la Collaboration for Environmental Evidence

QU'EST CE QU'UN BIAIS ?

exemple, on peut privilégier la syn-thèse d'études qui vont dans le sens

ou mener des expériences sur un

Pour qu'une revue soit systématique, il faut :

- Une question initiale, composée d'éléments qui vont permettre de structurer la recherche bibliographique.
- Un protocole, publié et soumis à relecture, afin d'obtenir des avis sur la question posée, le périmètre de la revue, les outils utilisés, les critères de recherche et de sélection des articles, les critères d'évaluation des connaissances, et cela avant de fournir les résultats et les conclusions, publiées dans un second temps.
- Une recherche bibliographique structurée, visant à obtenir le maximum de documents pertinents pour répondre à la question, cela grâce à une méthode systématique et reproductible.
- Une recherche bibliographique structurée, visant à obtenir le maximum de documents pertinents pour répondre à la question, cela grâce à une méthode systématique et reproductible,
- Une évaluation critique des connaissances qui entrent dans les conclusions de la revue, à l'aide de critères explicites et transparents. Ceci permet d'assortir les résultats d'un niveau de confiance et de précautions sur les limites d'application des conclusions.
- Une analyse quantitative (méta-analyses, si possible) et qualitative (narrative) des connaissances afin de prendre en compte la diversité des contextes, des méthodes, des résultats, qui peuvent être présentés sous forme de Cartographie Systématique.

Si possible l'inclusion des connaissances techniques, traditionnelles et la littérature grise. Des consultations d'experts et de parties prenantes peuvent être associées à la conduite d'une revue systématique, lors de la préparation du projet, de la relecture du protocole ou de la revue finale, et au cours de la collecte des connaissances.

- Des conclusions pour les décideurs, les gestionnaires, les chercheurs, portant sur la robustesse des faits avérés, la précision des lacunes de connaissance et des biais, la mise en lumière des besoins de renforcements méthodologiques.
 - La traçabilité de toutes les étapes et l'archivage des données afin de faciliter
 - Des livrables accessibles à tous rédigés en avant à l'esprit un lectorat varié

Formulation de la QUESTION et scooping **PROTOCOLE** (peer-review + open consult) LES ÉTAPES 3 D'UNE REVUE **SYSTÉMATIQUE** COLLECTE svstématique des connaissances + TRI **EXTRACTION** des nformations et données 5 SYSTÉMATIQUE

Problème .

stats SYNTHÈSE Chaque étape narrative d'une revue systémasystématique tique permet de poser la question de la rigueur, la transparence des décisions, et les choix à faire au vu des ressources disponibles. Les ateliers de formation visent à présenter les différentes méthodes mises en œuvre pour réduire les risques de biais à toutes les étapes de la revue.

Recommandations /

limitations

REVUE

SYSTÉMATIQUE

(peer-review +

open consult)

MÉTA-

ANALYSE

& autres

a FRB, centre français de la CEE (Collaboration for Environnemental Evidence) depuis l'été 2016. Interface science-politique-

société, la FRB promeut les revues systématiques pour valoriser les résultats de la recherche afin d'appuyer la décision à tous les niveaux.

La Fondation participe au montage d'appels à projet de revues systématiques tels que ceux de CIL&B -ITTECOP - FRB (transports), la revue systématique du CIRAD en sylviculture tropicale (autres

exemples sur le site).

COMMENT SE FORMER?

COMMENT PARTICIPER?

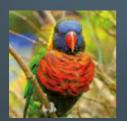
relectures par les pairs, des groupes de













Les acteurs français se mobilisent pour les pollinisateurs



Plus de 250 initiatives en faveur des pollinisateurs mises en regard de l'Évaluation de l'IPBES



vise la mise en œuvre des directives Habitats Faune Flore et Oiseaux, cadrant la désignation des sites Natura 2000. Ces sites ont pour objectif de préserver la diversité biologique, y compris les pollinisateurs et leurs ressources pour le butinage et la nidification, et de valoriser le patrimoine naturel des territoires, y compris les pratiques traditionnelles et la gestion concertée dont l'IPBES fait mention. Il y a plus de 1700 sites terrestres français dans le réseau, sur les 5500 sites comptabilisés dans l'ensemble de l'Union européenne.

Les politiques agricoles ont elles aussi évolué ces dernières années afin d'intégrer la préservation de l'environnement et de la biodiversité. Ainsi, au niveau européen, dans le cadre de la politique agricole commune, l'attribution des aides aux agriculteurs est en partie conditionnées par la bonne gestion et les bonnes pratiques agricoles, telles que le maintien d'au moins 5% des surfaces arables en tant que surfaces d'intérêt écologique. D'autres mesures favorisent directement la prise en compte de la biodiversité et des pollinisateurs, parmi lesquelles les mesures agro-environnementales et climatiques (par exemple les mesures COUVER 07 : création et entretien d'un couvert d'intérêt floristique et faunistique; HERBE 07: maintien de la richesse floristique d'une prairie permanente : PHYTO 02 : absence de traitement herbicide), les mesures pour la conversion et le maintien de l'agriculture biologique ou les aides en faveur

de l'agroforesterie. Au niveau national, le ministère chargé de l'Agriculture a lancé en 2012 le projet agro-écologique visant à concilier les performances économique et environnementales, afin que les systèmes de production soient favorables à l'environnement et à la biodiversité. Pour cela, un plan d'action global couvrant les différents domaines a été défini et des programmes d'action mis en place, dont certains contribuent directement à appuyer les pratiques agricoles favorables aux pollinisateurs comme par exemple le plan Écophyto, le plan Ambition bio et le plan de développement du l'agroforesterie. Le plan de développement durable de l'apiculture (2013) est, quant à lui, consacré aux questions touchant aux abeilles mellifères (abeilles domestiques), telles que les questions d'hygiène ou de régulation du commerce de reines.

L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (EFESE) contribue à la sensibilisation sur l'importance de la protection des pollinisateurs. En effet, ces derniers participent à la reproduction de 72 % des cultures destinées à l'alimentation humaine en France. Ainsi, la valeur du service écosystémique de pollinisation est estimée entre 2,3 et 5,3 milliards d'euros pour l'année 2010. Les pollinisateurs contribuent ainsi jusqu'à 12 % à la valeur marchande des cultures destinées à l'alimentation humaine.



BILAN DES RÉPONSES DE CERTAINS ACTEURS SOCIO-ÉCONOMIQUES DU COS DE LA FRB

es exemples détaillés ci-dessous sont issus des réponses de 27 membres du COS (liste page 21), associations, établissements publics, entreprises, syndicats et collectivités territoriales, impliqués dans la préservation de la biodiversité. Ils présentent plus de 250 actions mises en œuvre en France métropolitaine, en Martinique et en Nouvelle-Calédonie. Les liens internet disponibles pour une partie de ces initiatives ont été listés et sont accessibles en ligne (voir www.storify.com/FRBiodiv/actions-pollinisateurs). Ce panorama constitue un recensement des actions par les acteurs eux-mêmes et ne préjuge pas d'une évaluation de leur efficacité par la FRB.

Les mesures phares françaises concernent la gestion des risques immédiats pesant sur les pollinisateurs et l'intensification écologique de l'agriculture par la promotion des services écosystémiques, préservant ainsi les services de pollinisation. De nombreuses activités visent également à éduquer et sensibiliser sur la question des pollinisateurs, aussi bien sauvages que domestiques.

Les pages suivantes proposent une synthèse des leviers d'action et initiatives du COS présentés à partir de la page 12. Elle s'articule autour de 3 points : (i) pratiques agricoles, (ii) infrastructures écologiques et engagement des citoyens et (iii) débuts de réponses aux défis et pistes pour combler les lacunes concernant les pollinisateurs.

VERS DES PRATIQUES AGRICOLES PLUS FAVORABLES AUX POLLINISATEURS

Les **prairies** font l'objet de nombreuses actions visant à favoriser les pollinisateurs, comme le maintien de prairies permanentes ou de fauches étalées dans le temps, et l'utilisation de mélanges de plantes privilégiées par les pollinisateurs sauvages. Ces pratiques sont promues dans le cadre de la politique agricole commune par des mesures agro-environnementales et climatiques, et, au niveau national, avec par exemple le Concours général agricole des prairies fleuries pour les prairies permanentes animé par la Fédération des parcs naturels régionaux de France et parcs nationaux de France qui récompense les exploitants pour leurs bonnes pratiques, ou encore les Prairies de Noé, initiative pour les prairies semées de l'association éponyme. Le secteur privé n'est pas en reste, avec, par exemple, le prix du Copa-Cogeca remis pour la première fois en 2015 pour récompenser les pratiques respectueuses des pollinisateurs et les partenaires techniques et financiers au Concours général agricole des prairies fleuries.

Des chartes et labels sont mis en place pour reconnaître l'implication des exploitants, comme la Charte LU'Harmony qui couvre 31 000 ha en zones de grande culture (s'appliquant aux agriculteurs et meuniers fournissant la célèbre biscuiterie française), le signe de qualité Certiphyto et le label Bee Friendly pour la viticulture, les fruits et légumes et les produits laitiers.

Il existe également des incitations fiscales, les exploitants obtenant un abattement du niveau de la redevance des conventions agricoles sur les domaines du conservatoire du littoral si leurs pratiques favorisent les pollinisateurs : limitation des intrants de pesticides, interdiction d'épandage aérien de produits phytosanitaires, périodes de traitement limitant l'exposition des pollinisateurs...

Le plan gouvernemental Écophyto, initié en 2008 et renforcé depuis, préconise de **diminuer le recours aux produits phytosanitaires** et d'en faire un usage limité. Au vu des résultats obtenus, un deuxième plan a été initié en 2015. En matière de semences, le plan qualité poussière mis en place par les entreprises semencières en France, est une démarche de certification visant à maitriser le risque d'émission de poussières de produits phytosanitaires lors du semis. Les entreprises sont auditées par l'organisme certificateur GNIS-SOC. La même approche a été développée au niveau européen, avec l'ESTA (European Seed Treatment



EXPLOITER LES POSSIBILITÉS IMMÉDIATES

SOUTENIR LA CERTIFICATION DES PRODUITS ET DES APPROCHES AXÉES SUR LES MOYENS D'EXISTENCE



La certification améliore les moyens d'existence des apiculteurs et des autres gestionnaires de pollinisateurs, mais aucune évaluation formelle n'a étudié si la certification améliore la situation des pollinisateurs ou les résultats de la pollinisation pour les plantes (établi mais incomplet)

Les approches axées sur les moyens d'existence sont définies ici comme les mécanismes qui soutiennent l'utilisation directe des pollinisateurs et de la pollinisation par les hommes. Les activités apicoles sont importantes pour les économies traditionnelles et de marché, et sont des exemples pour lesquels les investissements des gouvernements en recherche et diffusion peuvent être très efficaces. Par exemple, obtenir une certification biologique fait le lien entre les consommateurs prêts à payer pour un produit à forte valeur et le renforcement des organisations sociales et

des connaissances traditionnelles qui conduisent à l'amélioration des revenus des apiculteurs. Renforcer l'apiculture est en général une stratégie clé pour développer les moyens d'existence en milieu rural. Les outils de la FAO sur la diversification soulignent cette approche et aident à faire une analyse de marché, développer les équipements, les standards, la certification, le marketing, les produits, l'emballage et comment entretenir les relations et la confiance par la chaîne d'approvisionnement.

Section 5.4.6.1 du rapport



Mise en place sur la plate-forme BeeManage grâce à l'application Beelog (gestion de colonies d'abeilles et traçabilité) d'un système de notation comparatif en continu sur les bonnes pratiques apicoles et sur la qualité induite sur les produits issus de l'exploitation (Maksika)



· Production de miel de bruyère local et durable, précieux et donc source de plus hauts revenus pour les apiculteurs, dans le cadre du projet Abeilles et landes de Sologne (CNPF)

.....



Concurrence alimentaire abeilles domestiques/pollinisateurs sauvages prise en compte dans la marque commerciale Esprit parc national pour le miel et autres produits de la ruche (PNF)

• Label Parc naturel régional de la Martinique (MA)

PROMOUVOIR L'AGRICULTURE SANS LABOUR



Résultats contrastés pour les effets sur les abeilles nichant dans le sol et les rendements globaux (non résolu)



L'agriculture sans labour associée à l'utilisation de cultures de couverture peut améliorer les populations d'abeilles nichant dans les sols, étant donné que de nombreuses espèces placent leur couvain à moins de 30cm sous la surface, mais il y a peu de preuves à l'appui. Une étude a montré une

.....

augmentation d'abeilles des citrouilles, mais pas des autres espèces d'abeilles, sur des exploitations sans labours aux Etats-Unis, mais une autre étude n'a pas observé cet effet.

Section 6.4.1.1.5 du rapport



 Promotion de labours limités et moins profonds (LU; JD)



Développement du semis sous couvert végétal sur la Grande Terre, mené par le Centre de recherche et d'expérimentation agronomique de Nouvelle-Calédonie

ADAPTER L'AGRICULTURE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES



L'efficacité pour sécuriser la pollinisation dans le contexte des changements climatiques n'a pas été testée mais variera probablement de manière significative selon les régions



Les stratégies d'adaptation possibles au niveau de la ferme comprennent la gestion de la communauté des divers pollinisateurs, les changements de diversité des cultures, le rythme de semis et les cultures ou cultivars pour assurer la pollinisation dans les zones où les populations de pollinisateurs et la diversité des pollinisateurs sont réduits. Il y a des preuves que la biodiversité peut stabiliser la pollinisation face aux changements environnementaux. Un haut niveau de biodiversité peut assurer la synchronie de la phénologie plante-pollinisateur et donc les fonctions de pollinisation.

Une plus grande diversité des cultures peut également diminuer la vulnérabilité des cultures à la variabilité du climat, différentes cultures répondant différemment aux changements climatiques. L'efficacité des efforts d'adaptation variera probablement de manière significative entre régions et au sein des régions, selon la localisation géographique, la vulnérabilité aux événements climatiques extrêmes actuels, le niveau de diversification économique et de richesse et les capacités institutionnelles.

Section 6.4.1.1.12 du rapport



- Recherche variétale (GNIS)
- Techniques d'amélioration de la gestion de l'eau et utilisation de variétés tolérantes à la sécheresse en Nouvelle-Calédonie
- Travaux pour l'amélioration du comportement des espèces
- végétales vis-à-vis des stress biotiques et abiotiques (UFS)

 Services écosystémiques rendus par les arbres par l'agro-
- foresteric (PUR)
- Recueil sur les actions des partenaires agricoles pour la COP 21 (FNSEA)



ENCOURAGER LES EXPLOITANTS AGRICOLES À DÉVELOPPER DES FORMES COLLABORATIVES AUX FINS DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE / FAIRE PARTICIPER LES COMMUNAUTÉS (GESTION PARTICIPATIVE)



 \rightarrow

Potentiel pour améliorer la pollinisation et promouvoir la conservation de la pollinisation, mais aucune preuve n'est disponible à ce jour (non concluant)

La conservation des services écosystémiques en zone agricole ne peut être efficace sur le long terme que si elle bénéficie d'un soutien actif des communautés d'agriculteurs. Les réponses requises ne doivent pas conduire seulement à des changements de comportement sur le court terme mais également établir ou ré-établir des normes de groupe produisant des changements durables. Les connaissances sur la conservation des services écosystémiques doivent être générées au sein de la communauté d'agriculteurs pour avoir une légitimité sociale de leur point de vue, plutôt qu'être imposées par des personnes extérieures. L'engagement et la responsabilisation des communautés pour la gestion des pollinisateurs dans les secteurs agricoles et forestiers est une approche générale pour atteindre ce but, mais elle n'a pas encore été étudiée. Les dialogues participatifs pluri-acteurs sont utiles pour comprendre les différents points de vue et répondre aux différents besoins, et confèrent de nombreux bénéfices à la mise en œuvre des politiques (ex : décisions de meilleure qualité et plus légitimes, meilleur respect des règles). Il est important de tenir compte des vues et préoccupations des agriculteurs, et de les engager dans les processus de changement, car ils seront vraisemblablement affectés directement par les

lois, politiques et changements des mesures incitatives. Encourager les agriculteurs à collaborer pour la gestion des paysages est une approche qui a été testée à travers les mesures agro-environnementales dans plusieurs pays européens. Cela peut générer des bénéfices environnementaux, sociaux et économiques, bien qu'il n'y ait pas d'expérience spécifique sur les pollinisateurs et la pollinisation. Les chances de succès sont plus élevées lorsqu'il y a une conscience partagée d'un problème commun entre les différents gestionnaires du territoire, et lorsque les mesures sont flexibles et peuvent être adaptées en fonction des enjeux locaux. L'interdiction de certains comportements ou les codes volontaires de bonne conduite sont des mécanismes sociaux importants qui protègent et améliorent la présence des pollinisateurs dans les communautés locales. Des agriculteurs suédois par exemple reconnaissent l'importance des bourdons pour la pollinisation des jardins et les productions de leurs champs et leur accordent donc une protection, en limitant par exemple la coupe d'arbres fleurissant tôt au printemps lorsque les autres plantes productrices de pollen et de nectar sont rares.

Section 6.4.1.4 du rapport



- Cartographie des productions de semences potagères (GNIS)
- Conventions ou baux avec des éleveurs pour la gestion écologique des sites (CEN-P)
- Charte de coexistence producteurs de semences / agriculteurs bio / apiculteurs (GNIS)
- Charte de bonnes pratiques agricoles et apicoles en pollinisation pour la production de semences oléagi-



- Schéma régional de cohérence écologique et schéma d'aménagement régional (MA)
- Participation aux commissions d'aménagement foncier pour la préservation des corri-

- neuses entre agriculteurs multiplicateurs et apiculteurs professionnels (GNIS ; UFS)
- Promotion dans la charte Prairies de Noé pour la restauration des milieux (Noé)
- Actions pour le développement de milieux favorables aux insectes pollinisateurs sauvages en collaboration avec les partenaires: FCEN, FPNR, RNF, FNC, CNE (RTE)
- Participation aux débats de la FNSEA (CELRL)

dors écologiques (FNC)

 Groupements de droit particulier local et politique agricole de Nouvelle-Calédonie



RÉPONSES ET ADAPTATIONS AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

QUELS ENJEUX POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ?

OCTOBRE 2015



PRÉAMBULE

importance des questions liées à l'adaptation a été soulignée par le Conseil scientifique de la FRB dans sa prospective pour la recherche française sur la biodiversité (Silvain et al., 2009). Il a notamment mis en avant la question de l'adaptation à des pas de temps courts, au regard de changements environnementaux très rapides.

L'enjeu résulte de la nécessité de mieux comprendre de l'échelle des individus à celle des espèces et communautés, jusqu'aux écosystèmes et socio-écosytèmes – les conséquences des changements globaux, dans un objectif d'anticipation des états futurs de la biodiversité. En effet, les organismes vivants et les groupes d'organismes (v compris les sociétés humaines) s'adaptent en permanence aux changements environnementaux, en modifiant leur comportement et leur utilisation de l'environnement, en se déplaçant, mais aussi à travers des réponses génétiques ou phénotypiques. L'adaptation au sens large constitue donc une des principales boîtes noires sur le chemin d'une modélisation de la dynamique de la biodiversité et du développement de scénarios sur le devenir de celle-ci. D'une certaine manière, l'adaptation peut être percue comme une marge de manœuvre non aisément quantifiable, mais vraisemblablement importante, des différents composants de la biodiversité face aux forcages climatiques et anthropiques.

La justification d'une réflexion autour du thème de l'adaptation réside ainsi d'abord dans l'identification de problématiques et axes de recherche prioritaires – et partagés. Une des difficultés qui se posent en matière de réflexion autour du thème de l'adaptation est que ce terme peut avoir des acceptions différentes selon les communautés scientifiques. Le groupe de travail a donc été confronté au défi de faire dialoguer des acteurs qui, tout en utilisant un vocabulaire proche ou identique, peuvent avoir des visions relativement différentes des processus adaptatifs. L'objectif général était de surmonter ces divergences pour définir des approches intégrées, multi échelles et ambitieuses, de l'étude des processus adaptatifs, sans négliger l'identification des verrous de connaissance majeurs qui peuvent freiner l'avancée de la science.

L'objectif initial du groupe de travail était de produire une prospective de recherche sur l'adaptation aux changements globaux à différentes échelles, de l'organisme à la société. Au cours de nos travaux, il s'est cependant avéré que la notion d'adaptation était trop restrictive, dans la mesure où elle ne concernait que les réponses aux changements considérées comme positives d'un point de vue adaptatif. La qualification d'une réponse adaptative étant elle-même problématique et renvoyant à un faisceau d'autres concepts, tels que la flexibilité, la résilience, la capacité d'adaptation, la vulnérabilité, la transformabilité, etc. (voir ci-contre), nous avons finalement décidé d'élargir les enjeux de ce texte aux réponses aux changements globaux, qu'elles soient ou non considérées comme adaptatives.



Les rizières de Chine, comme les milieux humides d'Europe, sont menacés par la dissémination rapide de l'écrevisse de Louisiane, Procambarus clarkii, une espèce capable de s'adapter à de très nombreux milieux et de bouleverser les écosystèmes locaux. Écrevisse, Duloup; Rizière, Jialiang Gao.

DÉFINITIONS > FLEXIBILITÉ

En physique, la flexibilité est la propriété d'un matériau souple pouvant être courbé ou plié sans se rompre. La notion fait l'objet d'une littérature abondante en sciences économiques et de gestion où elle désigne la capacité d'une organisation à s'adapter à l'évolution de la demande ou d'un environnement institutionnel changeant, à faire face à une situation d'incertitude. Sans faire l'objet d'une théorisation aussi poussée, elle est utilisée également en écologie – la «flexibilité écologique » désignant la capacité d'une espèce à s'adapter à des situations environnementales diverses – et dans les autres sciences sociales comme la psychologie (la faculté d'ajuster ses comportements en fonction des situations) et la sociologie où elle renvoie, dans une acception proche de la résilience, à la capacité d'un groupe social à faire face à des changements de nature politique ou économique par exemple.

> ADAPTATION ······

L'adaptation est un concept principalement issu des sciences du vivant (il est au cœur de la théorie de l'évolution par sélection naturelle) qui désigne soit un processus évolutif – l'ajustement des fonctions biologiques d'un être vivant avec les conditions extérieures - soit l'état résultant de ce processus. Le concept a fait l'objet de transpositions à d'autres disciplines comme en sociologie, notamment dans le cadre de la sociologie systémique et complexe initiée par Edgar Morin (Taché, 2003). Sa parenté avec les théories évolutives lui conférant de notre point de vue implicitement un sens positif masquant les possibilités de « mal adaptation » (c'est-àdire, le fait d'évoluer vers un état peu ou non adapté à l'environnement ou vers une adaptation qui, par rétroaction, entraînerait des conséquences négatives sur la durabilité des systèmes), nous lui préférons dans cet ouvrage le terme plus neutre de « réponse ».

Capacités des individus, des populations et des sociétés à répondre à un changement de leur environnement par des évolutions (plastiques, génétiques, d'organisation, de localisation, techniques, etc.) réduisant les effets négatifs de ce changement, voire tirant avantage de ses effets bénéfiques (Lande & Arnold, 1983; Houle, 1992; Kirkpatrick, 2009; Walsh & Blows, 2009; Smith et al., 2003; de Perthuis, 2010). En biologie évolutive, cette capacité d'adaptation (ou vitesse attendue de la réponse adaptative) a historiquement été mesurée par l'héritabilité, c'est-à-dire la part génétique de la variance des traits phénotypiques dans une population. Dans le domaine des sciences humaines et sociales, cette notion s'est principalement développée dans le cadre de la recherche sur les effets du changement climatique et se rapproche donc de la résilience sociologique; il s'agit toutefois selon Galopin (2006) d'un concept plus vaste que la résilience qui renvoie davantage à des propriétés systémiques.

> RÉSILIENCE ·····

La résilience désigne en physique, la capacité d'un matériau à retrouver sa forme initiale après une déformation n'avant pas dépassé les limites de sa flexibilité ou l'énergie nécessaire pour provoquer sa rupture. Initialement appropriée par la psychologie où elle est utilisée pour la première fois par John Bowlby en 1969 pour qualifier « les personnes qui ne se laissent pas abattre », la notion passe ensuite dans le domaine de l'écologie, où deux visions s'opposent. La définition la plus « traditionnelle »

repose sur l'idée d'un système en équilibre stable ; la résilience est alors mesurée comme le temps de retour à l'état d'équilibre (Pimm, 1984). Une acception plus contemporaine, mais déjà formulée dans les travaux précurseurs de Holling (1973), s'articule au contraire autour de l'idée d'équilibres pluriels : les écosystèmes y sont approchés comme des entités en état d'instabilité permanente, dans lesquelles le retour vers un état antérieur n'est qu'exceptionnel. Dans cette ligne, la résilience peut

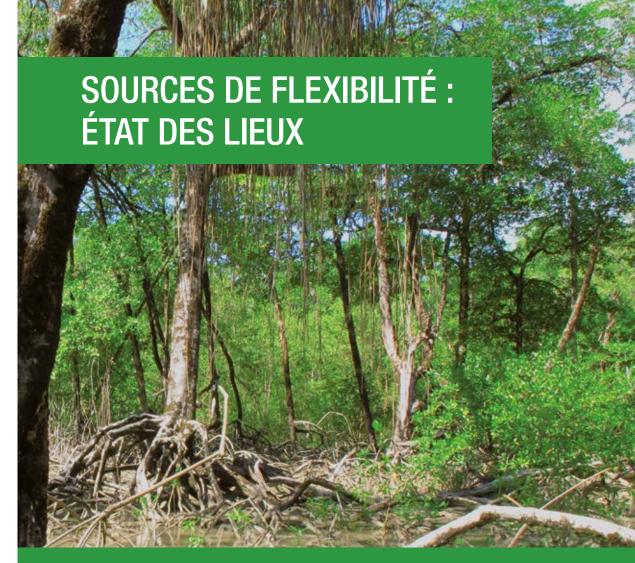
tant de nouvelles cultures ou activités pour gérer l'incertitude climatique, ré-organisant leur territoire et ré-arrangeant leurs institutions face aux impératifs des politiques publiques, ou encore innovant pour saisir de nouvelles opportunités du marché. Ainsi les acteurs locaux ajustent leurs pratiques et élaborent des stratégies qui visent à maintenir leur socio-écosystème dans un contexte changeant.

Il existe des **interactions** entre chacun de ces niveaux de flexibilité. Les capacités de plasticité phénotypique sont par exemple en général génétiquement variables au sein des espèces (Crispo et al., 2010), et la plasticité phénotypique affecte elle-même la probabilité d'adaptation génétique à un changement environnemental (Chevin & Lande, 2010). La diversité spécifique dans un écosystème pourrait inhiber les réponses adaptatives au sein des espèces (de Mazancourt et al., 2008). Les réponses des compartiments de la biodiversité aux changements globaux peuvent affecter les mutations des sociétés et de leurs pratiques, ce qui en retour affecte la dynamique de la biodiversité à différentes échelles (Gillon, 2000). Notre but est d'attirer l'attention sur la nécessité de mieux comprendre la nature, la dynamique et les interactions entre ces sources de flexibilité pour anticiper les devenirs possibles de la biodiversité et de ses services au cours du XXIème siècle. Nous mettons en avant les verrous scientifiques à lever et les perspectives à poursuivre pour mieux incorporer ces dynamiques dans les scénarios de biodiversité. Dans le contexte de la construction de scénarios de biodiversité pour le XXIème siècle, l'enjeu est par ailleurs de comprendre le poids relatif et les interactions entre ces différentes réponses sur des pas de temps (à l'échelle du siècle) qui sont à la fois courts d'un point de vue évolutif, et longs pour de nombreux processus d'ajustement plastique des phénotypes et des pratiques qui réagissent à des variations fines de l'environnement. L'articulation entre pas de temps (de quelques semaines à plusieurs années voire centaine d'années ou plusieurs générations) et échelles spatiales (de la parcelle des agronomes au territoire / écosystème des géographes et écologues à la région des climatologues par exemple) est un des enjeux majeurs de l'interdisciplinarité. L'articulation des réponses aux différentes échelles spatiales (par exemple migration à l'échelle globale, recomposition des communautés à l'échelle locale) doit également être étudiée dans la perspective de ces scénarios. Les notions de crise (par exemple Barnosky et al., 2011) et de transition (Tapia, 2001; Hopkins, 2008) permettent par ailleurs de tracer des parallèles entre les réponses des systèmes biologiques et des sociétés confrontées à un changement sévère de leur environnement et constitue un fil rouge pour cette synthèse.

Pour chacune de ces grandes réponses, notre objectif est de réaliser un bref état des connaissances, d'identifier d'une part une liste de verrous à la connaissance, et d'autre part des perspectives de recherches pour les lever et enfin d'incorporer ces dynamiques dans les scénarios de biodiversité.

Mangroves amazoniennes en Guyane, Christophe Proisy, IRD.

La mangrove est un écosystème spécifique ayant développé des capacités d'adaptation à des conditions extrêmement sélectives. Les forêts de mangrove se développent dans la zone des marées en Guyane et constituent un écosystème fragile, menacé par les activités humaines. La mangrove, forêt amphibie des côtes envasées tropicales, est aujourd'hui très menacée. La pression anthropique et le changement climatique détruisent annuellement I à 2 % de sa surface. Ici, les pieds de Rhizophora mangle, espèce de palétuvier, résitant bien à l'érosion et qui contribue à la stabilisation du front érosif.



et état des lieux est structuré par les cinq grands mécanismes de flexibilité des socio-écosystèmes identifiés dans l'introduction : la plasticité phénotypique, l'évolution génétique, la migration, les réarrangements de communautés et la dynamique des stratégies, des savoirs et des pratiques autour des usages de la biodiversité. Ces mécanismes se déclinent à différentes échelles d'organisation de la biodiversité, mais interagissent entre eux. La méthodologie adoptée pour cette synthèse est de partir d'un nombre réduit de cas d'études

documentés illustrant comment chacune de ces sources de flexibilité altère la réponse de la biodiversité aux changements globaux, et comment celles-ci interagissent. Ces exemples illustrent aussi comment ces mécanismes de flexibilité peuvent atténuer les conséquences néfastes des changements globaux sur la biodiversité et ses services, mais aussi parfois les aggraver, rendant les relations entre flexibilité et adaptation complexes. Ces cas d'études sont remis dans un contexte plus large de recherches sur le rôle de chaque source de flexibilité.

1. PLASTICITÉ PHÉNOTYPIQUE

Coordinateur : Hendrik Davi

a plasticité phénotypique d'un caractère est la capacité pour des organismes de même génotype à exprimer différents phénotypes pour ce caractère en fonction de l'environnement. La plasticité phénotypique d'un trait peut être quantifiée par la norme de réaction du trait, à génotype constant, en réponse à des variations biotiques ou abiotiques externes à l'organisme. La plasticité est donc une propriété d'un trait en réponse à un facteur externe donné, et non une caractéristique d'un individu. La plasticité peut être adaptative si la variation du trait en question accroît la valeur sélective de l'individu (Nicotra et al., 2010), mal-adaptative si elle la diminue (Ghalambor et al., 2007) ou neutre si elle ne la modifie pas. Enfin, la réponse de l'organisme est plus ou moins passive, cette distinction diffère du caractère adaptatif ou non. En effet, de nombreuses modifications d'un trait relié à la croissance peuvent être une simple conséquence des variations du niveau de ressources (van Kleunen & Fischer, 2005). Si on prend un exemple en écophysiologie végétale, une hausse de la teneur en CO2 entraîne mécaniquement une hausse de la photosynthèse car il y a ainsi plus de CO2 au niveau des sites de carboxylation, mais elle conduit aussi à une fermeture active des stomates (le CO2 agissant comme une hormone au niveau des chambres sous stomatiques) entraînant une hausse de l'efficience de l'utilisation de l'eau. La plasticité est un processus central dans les processus d'adaptation des organismes à court et long termes (Nicotra et al., 2010), particulièrement important pour les organismes sessiles comme les plantes qui ne peuvent se déplacer à tout moment dans leur cycle de vie pour échapper à de nouvelles conditions (van Kleunen & Fischer, 2005; Bradshaw, 2006 - voir exemples 1.3 et 1.4). Mais il est souvent difficile de démontrer la nature clairement adaptative des cas de plasticité (van Kleunen & Fischer, 2005 - voir exemple 1.1 pour un exemple de plasticité adaptative).

La plasticité est un mécanisme majeur de flexibilité par rapport aux changements environnementaux qui n'est pas suffisamment pris en compte (Chevin *et al.*, 2010). Des individus et espèces qui présentent une forte plasticité pour certains traits (donc plus « généralistes ») ont probablement une plus grande chance de survie quand le milieu change du fait de la fragmentation des paysages (Futuyma & Moreno, 1988) ou d'évènements climatiques extrêmes. Mais c'est un mécanisme qui comporte aussi des limites (Jump & Penuelas, 2005 ; Valladares et al., 2007). D'abord, la plasticité a théoriquement un coût sinon les organismes spécialisés dans un environnement n'auraient aucun avantage (Dewitt & Wilson, 1998), mais si ce coût a largement été étudié grâce aux modèles mathématiques, les preuves empiriques sont rares (Huey & Hertz, 1984 ; van Kleunen & Fischer, 2005). De plus, la plasticité ne permet ni de s'adapter à des conditions extrêmes sortant des gammes habituelles ou quand l'environnement est trop hétérogène (Valladares et al., 2007), ni de faire face à une accumulation de stress qui affaiblissent l'individu. Enfin la réponse à un facteur environnemental comme la température interagit avec de nombreux autres facteurs (sécheresse, gel) et avec la communauté biotique dans lequel vit l'individu ce qui tend à tamponner la valeur adaptative d'une réponse plastique (Valladares et al., 2007).

La quantification de la plasticité passe par de nombreuses méthodes et indicateurs (Valladares et al., 2006). Le plus simple est de mesurer les variations phénotypiques de certains traits adaptatifs d'un même individu au cours du temps (coefficient de variation, pente de la norme de réaction), mais l'effet de l'environnement peut alors être confondu avec des effets ontogéniques comme le vieillissement de l'individu (Coleman et al., 1994) ou avec des modifications tendancielles de la communauté biotique dans laquelle il est inséré. En dispositif contrôlé (dispositifs de descendance), on peut aussi calculer quelle est la part de la variation des phénotypes qui est due à la génétique et celle due à la plasticité phénotypique en réponse aux facteurs environnementaux. Enfin en conditions naturelles, des données sur les pédigrés ou une assignation probabiliste des parentés sur la base de génotypages permettent d'opérer le même travail (voir exemple 1.1).

EXEMPLE 1.1

> PLASTICITÉ ET RÉPONSE ÉVOLUTIVE DE LA PHÉNOLOGIE DES MÉSANGES FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

····· Auteur : Anne Charmantier

Chez les oiseaux, la date de reproduction est un déterminant majeur du succès reproduc-

teur, et donc de la survie de l'espèce. Plusieurs études récentes ont montré que les populations d'oiseaux peuvent répondre aux changements climatiques actuels en modifiant leurs dates de reproduction, mais, souvent, l'ampleur de la réponse n'est pas suffisante pour permettre une adaptation au changement environnemental (Visser, 2008). Les exemples les plus fréquemment illustrés sont l'avancée de la date de ponte (Visser et al., 2003; Husby et al., 2010) ou bien celle des comportements de migration (Hüppop & Hüppop, 2003; Van Buskirk et al., 2012). Cependant, il n'est pas aisé de tester si ces changements de comportements en réponse aux changements de l'environnement proviennent d'une plasticité phénotypique ou bien sont la conséquence d'une micro-évolution à déterminisme génétique et donc en règle général, ces deux processus n'ont pas été distingués. Une revue récente montre que sur 14 études de la phénologie de la reproduction fondées sur des données de suivi individuel, trois seulement ont testé un processus de réponse évolutive au changement climatique, sans résultat positif, alors que toutes montrent une réponse plastique individuelle (Charmantier & Gienapp, 2014). L'étude de l'héritabilité des normes de réaction en populations naturelles n'en est qu'à ses débuts (Stearns, 1989; DeWitt & Scheiner, 2004) mais c'est une approche très prometteuse pour comprendre l'adaptation des populations naturelles à l'hétérogénéité de l'environnement et leur réponse au changement.

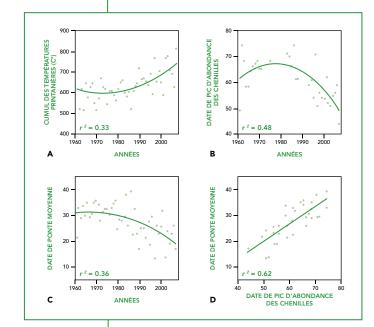


Figure 1.1. A: Température printanière au cours du temps (mesurée par la somme des températures maximales entre le 1er mars et le 25 avril.) B : Dates annuelles de pic d'abondance des chenilles. C : Dates de ponte moyenne des mésanges charbonnières Parus major à Wytham, Angleterre entre 1961 et 2007. D: Relation étroite entre la date moyenne de ponte des mésanges et la date de pic d'abondance des chenilles. Les r2 indiquent la proportion de la variance expliquée par les modèles de régression et les courbes représentent les meilleurs modèles statistiques linéaires ou quadratiques 10. D'après Charmantier et al., 2008.

Des relevés individuels sur 47 années (1961-2007) dans une population de mésange charbonnière (*Parus major*) étudiée à Oxford depuis 1947, ont montré que sur une durée d'un demisiècle, les mésanges ont avancé leurs dates de ponte en moyenne de 14 jours (Charmantier *et al.*, 2008 – figure I.I, C). Les données sur l'abondance de nourriture dans la forêt ont

permis de montrer par ailleurs que ces 14 jours correspondent à l'avancement de la présence des chenilles dans les bois (figure I.I, B), la principale nourriture apportée aux poussins au nid. Ainsi, malgré un réchauffement important de leur environnement au cours des dernières décennies (figure I.I, A) et un « avancement » du printemps, les mésanges ont su,

en moyenne, avancer leurs dates de reproduction pour rester synchrones avec l'abondance de nourriture et assurer la croissance de leurs oisillons (figure I.I, D). Grâce à l'identification individuelle par baguage des mésanges charbonnières, cette étude portant sur près de 10 000 évènements de reproduction a mis en évidence que cette adaptation est le fait d'ajuste-

ments individuels (Charmantier et al., 2008). Chaque femelle a donc la capacité de changer sa date de ponte d'une année sur l'autre, en fonction de son environnement (température, luminosité, pluviométrie, longueur du jour, phénologie des arbres... – Visser, 2008 ; Bourgault et al., 2010) anticipant ainsi la date de disponibilité de la nourriture.

····· Variation interindividuelle et sélection de la plasticité ······

La population étudiée présente peu de variation de la plasticité dans la réponse aux changements annuels de température (Charmantier et al., 2008). Ces résultats contrastent avec ceux obtenus avec des femelles de la même espèce dans une population néerlandaise où la plasticité est fortement variable et sous sélection

directionnelle (Husby et al., 2010; Nussey et al., 2005). Cependant, une héritabilité de la plasticité (interaction génotype x environnement) n'a pas pu être montrée dans les deux populations de mésanges (Husby et al., 2010), laissant supposer que le potentiel évolutif de la plasticité reste faible.

····· Croissance et décroissance en réponse à l'ajustement des dates de reproduction

Cette adaptation du comportement a permis à la population de mésanges un ajustement en temps réel aux augmentations importantes de température et, par là même, de conserver une très bonne croissance, les effectifs de mésanges ayant d'ailleurs doublé dans l'intervalle de cette étude (Charmantier et al., 2008). Ces résultats contrastent avec ceux issus d'une étude néerlandaise des mésanges charbonnières. Aux Pays Bas, la plasticité très variable entre les femelles ne permet pas un ajustement

global, ce qui conduit à une décroissance de la population. L'origine de ces différences dans l'adaptabilité du comportement pourrait résider dans les indices environnementaux (tels que la température) qu'utilisent les mésanges pour synchroniser leur reproduction avec leur environnement. Ce cadre d'étude met le doigt sur la difficulté de généraliser des résultats sur le potentiel adaptatif, même au sein d'une même espèce, et la nécessité de conduire des études comparatives.





Nid de mésange charbonnière, Anne Charmantier,

Définir la part respective de la plasticité et de l'évolution génétique dans l'adaptation des populations aux changements globaux est donc un enjeu essentiel (Potvin & Tousignant, 1996 ; Gienapp et al., 2008 ; Merilä & Hendry, 2014). Un des attendus est que l'importance relative de ces deux mécanismes dépend de l'amplitude des variations environnementales subies durant la vie d'un organisme par rapport à l'amplitude de ces variations entre plusieurs générations. Par exemple, comme les variations climatiques intra-annuelles (au sein d'une journée ou bien entre saisons) sont d'une ampleur supérieure aux variations interannuelles auxquels sont soumis les différentes générations d'organismes longévives (mammifères, arbres), on s'attend donc à ce que la plasticité soit un méca-

nisme d'adaptation plus important pour ces derniers. C'est ce que montre l'exemple I.I, la réponse de la phénologie des mésanges étudiées à Oxford depuis 1947 est de façon prépondérante due à de la plasticité. Cette plasticité est aussi très importante en anthropologie comme le montre l'exemple I.2. L'organisme humain s'est adapté à une alternance d'abondance et de restrictions alimentaires par une flexibilité dans le stockage des réserves. Actuellement, cette plasticité est mal adaptative, jouant un rôle clé en santé humaine (notamment impliquée dans les problèmes d'obésité), du fait de l'évolution des pratiques alimentaires et du changement dans le régime de variation des conditions environnementales affectant les sociétés humaines.

EXEMPLE 1.2 > COMPORTEMENTS ALIMENTAIRES ET PLASTICITÉ DU CORPS HUMAIN

Auteur : Françoise Rovillé-Sausse

···· Constat ····

Historiquement, les sociétés qui nous ont précédés étaient caractérisées par l'absence de choix alimentaire réel : les produits alimentaires étaient disponibles seulement en quantités limitées, leur production était saisonnière et pendant une partie de l'année on consommait des réserves qui devaient durer jusqu'à la prochaine récolte. L'organisme humain s'est adapté à cette alternance d'abondance et de restrictions en stockant des réserves énergétiques sous forme de graisses durant les périodes productives et en puisant dans ces réserves pendant les saisons de pénurie.

Les progrès de l'agronomie (amélioration des espèces, amélioration des techniques de

culture), l'acclimatation et la culture des produits alimentaires originaires du Nouveau Monde (maïs, haricots, pomme de terre, tomate...) contribuent à augmenter la disponibilité alimentaire. Il est alors possible de constituer des stocks et de réduire les effets des fluctuations climatiques. On est passé d'une économie de subsistance à une industrie agroalimentaire qui procure, dans les pays riches, mais aussi dans les pays en transition économique, une nourriture abondante et régulière. Mais la biologie n'évolue pas aussi vite que la culture et notre civilisation révèle aujourd'hui un décalage entre le substrat biologique et un mode de vie récent auquel nous ne serions pas encore adaptés.

····· La plasticité du corps humain. ······

Les progrès des moyens de transports, des moyens de conservation et l'augmentation du niveau de vie ont amené une situation unique dans l'histoire alimentaire de l'humanité : la possibilité d'un choix quotidien et pratiquement illimité d'aliments pour une grande partie de la population humaine. Les facteurs actuellement essentiels ne sont plus une augmentation supplémentaire de l'abondance, ni l'apparition d'aliments nouveaux, mais l'adaptation de notre comportement alimentaire à cette nouvelle situation d'abondance. L'obé-

sité progresse partout dans le monde de façon épidémique. Les complications de santé qui y sont liées (diabète de type 2, maladies cardio-vasculaires associées, cancer) pourraient, pour la première fois dans l'histoire, amener à une espérance de vie de nos enfants plus faible de plusieurs années que celle de leurs parents. Même si l'augmentation du nombre de personnes obèses depuis deux décennies comporte des causes sociétales bien identifiées (sédentarité, « malbouffe »...), l'hérédité joue un rôle important dans la détermination du

[◀] Mésange charbonnière, Philippe Perret.

Cet exemple illustre d'abord le fait que les mutations par duplication de gènes et celles qui modifient l'expression des gènes par modification de la région régulatrice jouent un rôle de tout premier ordre. Si l'on sait depuis longtemps que des évènements de duplication de tout ou partie des génomes ont été massifs au cours de l'évolution, permettant l'acquisition de nouvelles fonctions, les nouvelles technologies autour de l'ADN et de l'ARN, séquençage massif et puces, nous révèlent que les duplications de courtes régions du génome sont omniprésentes à l'état polymorphe dans les populations naturelles. Parallèlement, l'usage de ces techniques nouvelles a révélé l'ampleur des variations de l'expression génique. Le défi est de déterminer la part génétique de ces variations. Les cas formellement démontrés d'adaptation via une mutation qui modifie l'expression génique sont encore peu nombreux (Bersaglieri et al., 2004; Chang et al., 2010), mais le potentiel des mutations d'expression pour l'adaptation apparaît important (Lasky et al., 2014).

L'exemple du moustique illustre aussi les contraintes et les limites de l'adaptation par évolution génétique. Il faut d'abord qu'une mutation salvatrice existe dans la population concernée, soit qu'elle soit apparue localement, soit qu'elle ait été introduite par migration. Ensuite, les mutations ont en général un coût pour l'organisme, en termes de capacité démographique (survie, fertilité, vitesse de croissance...). Dans le cas du moustique, le coût initial était important ; ce n'est que progressivement, avec l'apparition et la sélection de nouvelles mutations, qu'il s'est trouvé réduit. À ces contraintes génétiques, s'ajoutent un certain nombre de contraintes démographiques : l'adaptation dans un environnement nouveau et défavorable



Comme la plupart des moustiques, Aedes aegypti semble développer rapidement des résistances aux insectisites, Muhammad Mahdi Karim

est une course entre déclin démographique et évolution génétique; un variant génétique favorable permettant de persister dans ces conditions nouvelles doit atteindre une forte fréquence avant que la population ne s'éteigne. On parle alors de sauvetage évolutif. La simple existence de variants génétiques adaptés aux conditions nouvelles n'est pas suffisante pour assurer le maintien de la population. Des informations démographiques (taille de la population, vitesse du déclin ou du changement environnemental, traits de vie des organismes) doivent être combinées avec des informations génétiques pour se prononcer sur le potentiel d'adaptation d'une population dans le contexte de stress environnementaux forts (Gomulkiewicz & Houle, 2009). Ce n'est donc pas un hasard si de tels cas de sauvetage évolutif dans le contexte des changements globaux sont surtout observés pour des organismes avec de très grands effectifs, des temps de génération courts et une forte fécondité.

Toutes choses égales par ailleurs, différents modèles démo-génétiques prédisent que plus l'effectif d'une population est élevée, plus sa diversité génétique est grande et plus son potentiel adaptatif est important (car plus grande est la probabilité d'existence et de sélection d'un variant qui permettra à ses porteurs de s'adapter). Les résultats de travaux empiriques, utilisant des populations expérimentales soumises à un changement brutal de leur environnement, sont en accord avec ces prédictions [cf. drosophiles soumises à un stress thermique (Willi & Hofmann, 2009), levures soumises à un stress salin (Bell & Gonzalez, 2009), vers de farine dont on change la ressource (Agashe et al., 2011). Pour ces mêmes raisons, le rôle potentiel de l'évolution génétique spontanée (par exemple en comparaison avec la plasticité phénotypique) dans l'adaptation de populations de petites tailles, appauvries génétiquement et menacées par différentes pressions anthropiques, ou pour des organismes longévifs, est sujette à débat (Gienapp et al., 2008).

Un défi majeur est donc de préserver au mieux la source de flexibilité que constitue la variation génétique des espèces dans un contexte de changements globaux qui tendent à déplacer, fragmenter ou réduire leur aire de répartition. Les méthodes de « gestion dynamique » (GD) récemment développées pour la conservation in situ des ressources génétique des espèces cultivées ouvrent des pistes. Elles s'appuient sur la conservation d'un grand nombre de populations, réparties sur une large gamme d'environnements contrastés pour maximiser la diversité des pressions sélectives locales. Le programme de GD appliqué au blé tendre (voir exemple 2.2) montre l'efficacité de ce dispositif comme support d'évolution génétique rapide des populations, ainsi que pour conserver la diversité génétique à l'échelle globale, notamment pour la résistance aux maladies et pour des traits d'histoire de vie majeurs. Il illustre aussi les limites de la méthode, liées en particulier aux conditions de culture, et au nombre ou choix de sites.

EXEMPLE 2.2 > UN EXEMPLE DE SYSTÈMES D'ÉVOLUTION GÉNÉTIQUE GÉRÉS PAR L'HOMME : LA GESTION DYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE OU À LA FERME

···· Auteur : Isabelle Goldringer

Alors que pendant longtemps, la conservation des ressources génétiques des espèces cultivées était cantonnée à la conservation ex situ, en banques de graines ou collections, la Conférence de Leipzig (1996) a permis l'adoption par la FAO du Plan d'Action Mondial pour la conservation et l'utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture, qui définit comme activité prioritaire: « Soutenir la gestion et l'amélioration à la ferme des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture ». L'évènement est notable, il reconnaît que la diversité agricole naît et est entretenue par les pratiques de culture et de gestion des multiples agriculteurs qui cultivent des variétés locales, les sélectionnent et en échangent les semences. Dans ces systèmes, en contraste avec la conservation statique, la gestion des ressources génétiques cultivées est qualifiée de dynamique (GD), et les objectifs sont de conserver un réservoir de variabilité génétique plutôt que certains allèles spécifiques à un locus, ou bien certains cultivars génétiquement fixés. Le principe est de maintenir le contexte dans lequel les forces évolutives peuvent agir sur des populations cultivées génétiquement diverses afin qu'elles s'adaptent aux changements des conditions climatiques, à l'évolution des maladies et des pratiques agricoles. Afin de tester l'intérêt de cette approche, un programme de GD de populations de blé tendre (Triticum aestivum L.) en stations expérimentales a démarré à l'INRA en 1984 (Henry et al., 1991 - figure 2.2).

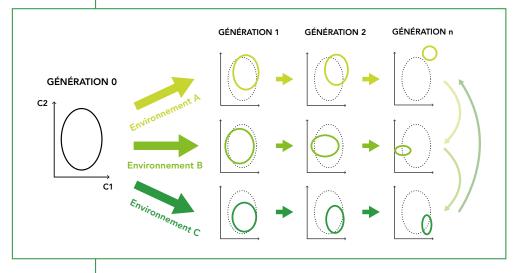


Figure 2.2. Des populations, chacune issue de croisements entre de nombreux parents (16 à 62) et donc très hétérogènes génétiquement, ont été distribuées dans des sites contrastés en France. Les populations comprenant 5 000 à 10 000 individus ont ensuite été cultivées en isolement chaque année dans chaque site avec deux conditions de culture. Les cercles représentent la distribution de la variabilité génétique pour deux caractères CI et C2: en noir pour la variabilité initiale, en couleur (nuances de vert) pour l'évolution attendue de cette variabilité au cours du temps dans chaque environnement. Les flèches à droite sur Génération n représentent des migrations éventuelles entre les populations qui permettraient de renouveler leur potentiel évolutif, mais durant l'expérimentation (qui a duré 25 générations pour certaines populations), aucune migration volontaire n'a été réalisée entre les populations. D'après Henry et al., 1991.

Nile, Chikungunya, Paludisme...). Les techniques actuelles reposant sur l'épandage du Bacille de Thuringe Bti, même si elles constituent un progrès par rapport aux pesticides chimiques traditionnels, ne sont pas tout à fait ciblées et éliminent d'autres espèces, notamment une grande partie des diptères, et portent ainsi atteinte à l'ensemble de l'écosystème. Le recours plus fréquent au Bti pourrait entraîner l'apparition rapide de nouvelles résistances et inciter, notamment en cas de crise, à autoriser l'utilisation de molécules plus puissantes et encore moins ciblées, donc encore plus préjudiciables. C'est pourquoi il importe de développer la recherche sur la lutte biologique, voire sur la mise au point d'insecticides biodégradables ciblant spécifiquement les moustiques.

2. La ressource en eau, qui risque de diminuer globalement (selon les modèles climatiques, la pluviométrie sur l'hexagone devrait diminuer et les épisodes pluvieux se concentrer sur l'hiver, au moment où la végétation et les sols seront moins en mesure de retenir l'eau), correspond au secteur qui devrait subir les tensions les plus fortes : la généralisation des contraintes réglementaires, tarifaires et

techniques incitera les utilisateurs à augmenter les prélèvements d'eau en été sur les zones marginales mal surveillées (petits pompages en rivière, puits). Cela conduira les acteurs à chercher à renégocier à la baisse les débits réservés des rivières ou les normes de température de rejet des eaux de refroidissement. Cette démarche est déjà engagée puisque le PNACC prévoit d'« intégrer la dimension changement climatique dans le cadre des indicateurs de suivi de la Directive cadre sur l'eau afin que l'effet des rejets thermiques puisse être isolé de celui du réchauffement global ». Ceci vise explicitement à découpler les rejets d'eaux chaudes par les industries (notamment la production d'électricité) et le réchauffement des rivières imputable au changement climatique. Or, si les objectifs globaux ne sont pas calés sur les exigences écologiques des espèces aquatiques, certaines ressources en eau dont les débits seront déjà affectés par la baisse de la pluviométrie estivale, verront leurs écosystèmes aquatiques soumis à la triple pression d'eaux encore plus chaudes, donc encore plus appauvries en oxygène et ayant dissout davantage de toxiques piégés dans les sédiments.

Enfin, d'un point de vue méthodologique, appréhender les réponses des sociétés aux changements globaux implique d'analyser les « boucles de rétroaction » entre systèmes écologiques et sociaux. Toutefois, les exemples exposés ici (cas notamment des paysans-pêcheurs de la Casamance et des horticulteurs du Vanuatu) soulignent l'intérêt de concevoir une alternative au modèle linéaire (ou cyclique) qui met l'accent sur les ruptures, les crises et les discontinuités et ne conçoit l'innovation que comme un processus exogène (imposé de l'extérieur) aux effets nécessairement déstructurant. Une approche alternative pourrait être celle du modèle en spirales ou en boucles successives, plus apte à mettre en évidence les articulations et à prendre en compte les processus endogènes émanant des sociétés (gestion des changements, réappropriations). Trois types d'articulations peuvent alors être envisagés : l'articulation entre le temps court et le temps long des sociétés, l'articulation des différentes échelles spatiales (du local au global) et enfin, l'articulation de la reproduction sociale et du changement (comment le nouveau se fond dans l'ancien).

> ments globaux à différentes échelles, éclaire en creux les mangues et les domaines à explorer. Le groupe de travail s'est attaché à identifier des axes de

recherche à promouvoir dans les années à venir. Cette analyse est structurée de façon transversale autour de

- 1) Comprendre les processus de l'adaptation,
- 2) Etudier le couplage entre ces sources de flexibilité,
- 3) Proposer des indicateurs du potentiel d'adaptation,
- 4) Intégrer ces sources de flexibilité dans les scénarios de biodiversité.



Ouragan Dennis, juillet 2005. NASA. >

De catégorie 4, avec des vents allant jusqu'à 230 km/h, il établit plusieurs records, notament celui du plus fort ouragan atlantique à s'être déployé avant août. Un titre qu'il tenu seulement 6 jours avant d'être surpassé par l'Ouragan Emily, de catégorie 5.



SOURCES DE FLEXIBILITÉ:

1. COMPRENDRE LES PROCESSUS DE L'ADAPTATION

a question de l'adaptation implique de s'attacher particulièrement à dépasser la description de patrons pour aller vers celles de processus. Comprendre comment ces sources de flexibilité peuvent atténuer (ou non) les conséquences négatives des changements globaux sur la biodiversité et les sociétés qui en dépendent nécessite en effet d'en comprendre les mécanismes. Plusieurs grandes questions ouvertes à propos de ces mécanismes sont listées ici.



La mésange bleue, Cyanistes caeruleus, constitue un modèle de choix pour l'étude des processus adaptatifs. Jean-François Silvain.

1.1 Déterminer les contraintes et les limites de la plasticité phénotypique

Quels aspects de l'environnement influencent l'expression du phénotype et quand? Ceci implique de mieux comprendre l'ontogénie des phénotypes et l'évolution des normes de réaction.

Pour connaître la réponse des organismes aux changements globaux, les mécanismes de la plasticité phénotypique doivent être étudiés en détails en partant de l'échelle moléculaire. L'étude des **organismes modèles** permet de déterminer la chaîne des processus qui relient les stimuli environnementaux, l'information génétique et les variations de phénotype de traits fonctionnels clés dans l'adaptation aux changements climatiques (Nicotra et al., 2010). Dans le cas d'une plasticité active, le signal environnemental est traduit par des récepteurs en signaux chimiques qui conduisent après une cascade de réactions parfois complexes à l'expression d'une information génétique (épigénétique, post-transcriptionnelle ou transcriptionnelle) qui modifient la production de protéines ou d'enzymes et ainsi changent la valeur du phénotype (Nicotra et al., 2010). Cette étude fine des mécanismes permet de mieux séparer les parts « actives » et « passives » de la plasticité, ce qui peut être particulièrement important dans le cadre des changements climatiques. En effet, l'amplitude de la réponse active de l'organisme peut être tamponnée ou augmentée par une réponse passive. Par exemple, si les ressources manquent l'organisme peut diminuer son allocation d'énergie et de matière vers un puits et l'augmenter vers un autre. Mais ces changements actifs et peut être adaptatifs sont difficilement séparables des modifications passives de la valeur des traits due à la baisse des ressources (van Kleunen & Fischer, 2005).

Comprendre les déterminants de la relation plasticité – adaptation (plasticité adaptative vs plasticité disadaptative) : en particulier y a-t-il des points de basculement qui font passer de l'un à l'autre?

Comme le nombre de caractères et de traits dans un organisme est très élevé, il est absolument nécessaire de hiérarchiser au préalable les traits fonctionnels variables qui peuvent présenter un caractère adaptatif dans le cadre du changement global du fait de leur fort impact sur la valeur sélective (Nicotra et al., 2010; Chevin et al., 2010). Ensuite, il faut établir d'une part les normes de réaction des phénotypes par rapport à une variation environnementale, puis le paysage adaptatif qui relie cette variation à la valeur sélective (Chevin et al., 2010). Mais les normes de réaction souvent supposées linéaires le sont rarement dans la nature (Valladares et al., 2006). De plus, normes de réaction et paysage adaptatif varient potentiellement dans le temps (Visser et al., 1998) et dépendent des interactions avec de nombreux autres traits (Lande & Arnold, 1983; Crozier et al., 2007). La complexité des situations rend illusoire l'existence d'un pronostic unique concernant le rôle de la plasticité dans le cadre des changements globaux (Valladares et al., 2007). Il semble donc nécessaire, (i) de continuer à affiner les prédictions théoriques, (ii) de multiplier les cas d'études et (iii) de développer des modèles mécanistes intégrant les connaissances en physiologie (Helmuth et al., 2005) capables de mieux appréhender cette complexité.

Explorer les réponses plastiques à d'autres composantes du changement global que le changement climatique (pollution, surexploitation, changement d'usage des terres)

Le rôle de la plasticité phénotypique a surtout été mis en avant dans la réponse des organismes aux changements climatiques; en effet les variations saisonnières du climat sélectionnent naturellement pour des mécanismes d'ajustement à des contraintes, qui sont variables au cours de la vie d'un même individu. Parce que le grain de variation d'autres composantes du changement global telles que la pollution, la surexploitation ou le changement d'usage des terres est potentiellement assez différent de celui du climat,

le rôle de la plasticité phénotypique en réponse à ces pressions anthropiques a peut-être été sous-estimé, et reste dans un grand nombre de cas à évaluer. Par exemple, les rôles respectifs de la plasticité phénotypique et des changements génétiques dans le changement de taille des poissons en réponse à la pèche a été âprement débattu. Discriminer entre ces mécanismes est crucial, en ce qu'ils impliquent des points de levier très différents sur ces réponses et des points de rupture distincts.

1.3 Identifier la nature et les cibles de la sélection liée aux changements globaux (à la fois moléculaire et phénotypique)

Les changements globaux peuvent causer des changements génétiques au sein des populations, à travers leurs effets sur toutes les forces évolutives : présence de mutagènes, modification des flux de gènes, modification de la dérive génétique à travers les changements de taille de populations et sélection de variants génétiques différents liés à des conditions écologiques nouvelles. Comprendre comment les changements globaux modifient les patrons de sélection naturelle et ses cibles est un enjeu majeur qui se heurte à de nombreuses difficultés méthodologiques. Le développement de méthodes d'inférence des patrons de sélection à partir de comparaisons temporelles ou spatiales de la variation phénotypique et génétique est un domaine très actif de recherches. L'accès aux patrons fins de diversité moléculaire chez des organismes modèles et non-modèles donne potentiellement accès aux cibles moléculaires de la sélection divergente dans les milieux modifiés par l'homme, dans une variété de scénarios écologiques.

Cependant, nous sommes encore loin de bien saisir les mécanismes fins de ces phénomènes sélectifs, afin de pouvoir projeter dans le futur leur évolution. Par exemple, si les déplacements de clines latitudinaux de fréquence de certaines inversions chromosomiques chez la drosophile sont documentés dans plusieurs continents différents et représentent actuellement le cas le plus clair des impacts du changement climatique sur la composition génétique des populations naturelles, on comprend encore mal les mécanismes par lesquels les changements de température affectent la sélection sur ces réarrangements chromosomiques. Renseigner les liens entre variation moléculaire, patrons d'expression génique, traits phénotypiques et composantes de la valeur sélective reste un défi impliquant de mobiliser en parallèle technologies de pointe de biologie moléculaire et des études démographiques en populations naturelles. Soutenir ces études de la sélection naturelle sur le terrain est essentiel pour progresser d'une description phénoménologique

des patrons de sélection (qui souffre des mêmes problèmes potentiels d'extrapolation que toute approche phénoménologique) vers une compréhension accrue de ses mécanismes. En particulier, il s'agit d'identifier, non seulement les **cibles moléculaires** de la sélection liée aux changements globaux, mais aussi les **cibles phénotypiques** de celles-ci : quels sont les principaux traits ou combinaisons de traits des organismes potentiellement modifiés par cette sélection divergente, comment sont-ils reliés à la valeur sélective et comment leur altération impacte-t-elle la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes concernés?

Une difficulté accrue est liée à la nécessité de comprendre comment les changements globaux ont modifié les pressions de sélection pesant sur les organismes mais aussi comment ils le feront dans le futur. Le paradigme « espace pour temps » a beaucoup été utilisé, notamment dans le contexte des changements climatiques, pour étudier cette question : la comparaison de sites soumis aujourd'hui à des conditions écologiques variées fournit un scénario pour imaginer comment la sélection pourrait varier dans le temps dans une même localité. Ce paradigme, qui s'est montré très fertile à la fois d'un point de vue théorique et expérimental, a néanmoins ses limites en particulier si les conditions écologiques futures n'ont pas d'analogue actuel. La manipulation expérimentale des conditions environnementales est une alternative, même si la dimensionnalité du changement environnemental imposé est nécessairement réduite. Une autre option réside en l'utilisation de modèles mécanistes permettant de prédire l'impact de variations de traits physiologiques, phénologiques, comportementaux, reproductifs sur la valeur sélective dans des contextes écologiques variés, mimant ceux imposés par les changements globaux (par exemple, les scénarios de changement climatique). Ces modèles mécanistes pourraient permettre d'identifier les traits sous sélection, de proposer des scénarios de variation de la sélection dans l'espace et le temps; ils peuvent être informés par des données









État des lieux et analyse du paysage des observatoires français de recherche sur la biodiversité



Une étude de l'infrastructure ECOSCOPE Pôle de données d'observation





SOMMAIRE

Préam	bule	5
Introd	action	7
Métho	de	9
RÉSULT	ATS : ORGANISATION ET ANALYSE DU PAYSAGE	10
A]	INVENTAIRE ET ÉTAT DES LIEUX	11
B]	ENQUÊTE	21
	B.1] Représentativité B.2] Pertinence	
C]	ORIENTATIONS STRATÉGIQUES ET SCIENTIFIQUES DES DISPOSITIFS D'OBSERVATION	23
D]	 C.1] Niveaux d'organisation de la biodiversité concernés et objectifs scientifiques principaux des dispositifs d'observation et de recherche sur la biodiversité C.2] Sujets de recherche traites dans le cadre des activités des observatoires de recherche sur la biodiversité C.3] Types d'écosystèmes pris en compte et couvertures spatiale et temporelle des observations C.4] Collections associées à l'observation C.5] Variables Essentielles de Biodiversité (Essential Biodiversity Variables) mesurées C.6] Descripteurs des bases de données C.7] Acteurs associés aux dispositifs d'observation de la biodiversité et réseaux de collaboration ÉLÉMENTS SUR LA GESTION ET L'OUVERTURE DES DONNÉES D'OBSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ D.1] Utilisation des données produites par les observatoires D.2] Accès aux données : propriété et protection D.3] Freins et leviers au partage de données D.4] Evaluation de la qualité des données partagées D.5] Plan de gestion et cycle de vie des données D.6] Description des données au travers de métadonnées 	49
E]	APPROCHES POUR LA STRUCTURATION DES DISPOSITIFS D'OBSERVATION ET DE RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ D.1] Labels et programmes de financements D.2] Besoin d'expertise et aide à la décision publique D.3] Échelles d'observation et variables mesurées D.4] Observatoires de recherche sur la biodiversité : vers une formalisation et une reconnaissance harmonisées ?	59
Conclu	sion	65
Référei	nces bibliographiques	67
Listes o	les tableaux, figures et abréviations	68
Annex	es A, B et C www.fondationbiodiversite.fr/a	nnexes

6 • PAYSAGE DES OBSERVATOIRES | FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

(IR) sur la période 20II-20I5. La FRB assure la coordination opérationnelle d'ECOSCOPE dans le cadre de son grand objectif 20I5-20I7: « Soutenir la structuration l'analyse et la synthèse de données et de connaissances pour connaître et comprendre l'état et la dynamique de la biodiversité ». Tout l'enjeu scientifique repose sur la complémentarité des observations et l'objectif principal d'ECOSCOPE est de mettre en

place un pôle de données d'observation de la biodiversité pour documenter et comprendre l'état et la dynamique de la biodiversité et des services écosystémiques, en comprendre les mécanismes et construire les scénarios du futur de la biodiversité. Il s'agit de contribuer d'une part à la recherche et d'autre part à l'appui aux décisions publiques et privées.

Observatoires de recherche sur la biodiversité : quelles sont les forces en présence ?

Comment est organisé le paysage national des observatoires? Ouelles en sont les forces et les lacunes? Ouels sont les leviers et les freins à sa structuration et à la diffusion des données? Un rapport des ministères chargés de la Recherche et de l'Environnement observait en 2001 que « la France et d'une façon générale la plupart des pays européens souffrent d'une pénurie grave de systèmes d'observation et d'expérimentation environnementales pérennes » (Balland et al., 2001). Depuis cette date, la communauté des chercheurs soutenue par leurs institutions d'appartenance a commencé à se structurer et à proposer des portails d'accès aux données, généralement organisés par thématiques². Pour répondre à ces questions, un premier travail d'inventaire des dispositifs d'observation de la biodiversité sur des pas de temps long a été réalisé en 2013 à partir de données datant de 2010-2011. Une actualisation de l'état des lieux et une analyse du paysage ont été réalisées en 2014.

Les objectifs de ces travaux sont :

• d'identifier et de dresser un panorama des dispositifs

- de recherche d'observation et d'expérimentation dans le champ de la biodiversité (existants, émergeants);
- de caractériser de façon approfondie chaque dispositif selon différents paramètres: composante(s) de la biodiversité, échelle spatio-temporelles, variables mesurées, collections associées, notions de réseau... afin d'établir, si cela est possible, une typologie des familles d'observatoires et des données qu'ils génèrent;
- de réaliser une analyse des forces et des manques, de mesurer la diversité des dispositifs et leurs convergences;
- de constituer une information de référence pour les organismes de recherche et le ministère chargé de la Recherche et de l'Enseignement supérieur dans l'élaboration de leurs stratégies.

Les métadonnées organisées à travers le portail ECOSCOPE permettront, en partie, le suivi de l'évolution du paysage et la poursuite de ce travail.



Les milieux rocheux côtiers abritent une faune et une flore particulièrement riche et diversifiée (au premier plan sur la photo l'éponge « fesse d'éléphant », Pachymatisma johnstoni, sur un tombant du site des Trépieds, au large de Roscoff). La plongée est un outil privilégié d'observation et d'étude de ces milieux remarquables.

2 - Par exemple www.indigeo.fr.

INTRODUCTION

Observatoires et observations de la biodiversité

Une observation est la mesure d'une caractéristique d'une entité, c'est à dire, ici, l'expression d'une valeur d'un élément de la biodiversité. Elle est réalisée en respectant un protocole scientifique, lequel indique les procédures permettant de relever des données dont la qualité et la signification pourront être évaluées et critiquées. La répétition de ces protocoles dans l'espace et le temps produisent des séries de données qui permettront de réaliser des suivis de ces éléments de biodiversité en réponse à un questionnement,

que ce dernier réponde à un besoin de connaissance ou qu'il soit nécessaire à la gestion ou à la protection de cette biodiversité. Ces suivis alimentent eux-mêmes des dispositifs d'observation, encore appelés observatoires, où les séries de données sont analysées et interprétées par les équipes de recherche. Ces dispositifs d'observation peuvent s'organiser en réseaux où s'échangent connaissances, savoir-faire et données pour suivre l'état et la dynamique de la biodiversité sur des pas de temps longs.

Les séries de données d'observation de la biodiversité utilisées en recherche

Pour mieux comprendre l'état et la dynamique de la biodiversité, ses facteurs déterminants, et être en mesure de modéliser et d'anticiper ses changements, la communauté scientifique a besoin de données collectées durant de longues périodes, structurées et harmonisées. Pour comprendre les patrons et les processus de la biodiversité, il est nécessaire d'agréger et de coupler plusieurs types de données. L'enjeu scientifique est ainsi la complémentarité des observations. Il s'agit de mettre en relation des informations collectées régulièrement :

- des variables caractérisant les espèces et les communautés (distribution, abondance, phénologie des espèces, chorologie...) avec d'autres variables biologiques (morphologie, régime alimentaire, génome, mode de reproduction, cycle de vie...);
- des données environnementales (climat, composition organique et minérale des sols...);
- et des données socio-économiques (pratiques agricoles, systèmes de production, gestion et sélection, densités de populations humaines, infrastructures...).

Des suivis d'éléments de la biodiversité sur des pas de temps variables sont réalisés par les instituts de recherche publics (CNRS, INRA, MNHN, Cirad, IRD, Ifremer, Irstea, etc) et les universités. Les protocoles d'observation en milieu naturel, de mesures sur des spécimens en collection ou de

relevés expérimentaux, par exemple, permettent ainsi de disposer de séries de données dont les variations informent sur l'état et la dynamique de la biodiversité. Certains de ces suivis de la biodiversité associent d'autres publics, soit pour déployer les observations et sensibiliser (cas des sciences participatives qui impliquent des citoyens ne relevant pas du champ de la recherche académique³), soit parce que l'élément observé est lié aux activités d'un certain public où l'expertise peut être partagée entre recherche publique et membres de la société civile (cas des ressources génétiques qui impliquent des gestionnaires privés⁴).

L'étude de la biodiversité et de ses composantes peut être centrale dans ces dispositifs, mais il est également possible de réaliser des recherches « en lien avec » la biodiversité, comme le suivi des espèces aquatiques comme bioindicateurs de la qualité de l'eau, en marge d'un dispositif suivant la qualité de cours d'eaux à des fins de surveillance environnementale et sanitaire. Dans tous les cas, les observations doivent respecter des protocoles de mesure précis si l'on veut pouvoir les utiliser dans le cadre d'expertises ou de recherche. Les données de recherche produites par les observatoires peuvent recouvrir plusieurs dimensions depuis les enregistrements factuels (chiffres, textes, images et sons) jusqu'aux métadonnées décrivant les données enregistrées.

³⁻ Par exemple vigienature.mnhn.fr/page/pour-tous.

^{4 -} Par exemple www.sysaaf.fr.

⁵⁻ Revue des définitions : www.univ-paris-diderot.fr/DocumentsFCK/recherche/Realiser_un_DMP_VI.pdf.

C.2] SUJETS DE RECHERCHE TRAITES DANS LE CADRE DES ACTIVITÉS DES OBSERVATOIRES DE RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

Plusieurs questions ont permis d'obtenir des informations sur les sujets de recherche en environnement et en socio-économie traités par les observatoires, d'approfondir les types de pressions prises en compte et les services écosystémiques étudiés.

En moyenne, chaque observatoire traite huit sujets de recherche en environnement. Le sujet principalement cité concerne la « composition spécifique »¹⁰ (figure 4). Les figure 4 et figure 5 montrent que les sujets de recherche qui viennent ensuite sont : les effets de certains facteurs de changements globaux et de pression sur la biodiversité, notamment « l'effet du changement climatique sur

la biodiversité » (28 sur 51) – le « changement climatique » étant un sujet à part entière pour 16 de ces dispositifs (5° rang), la « sécheresse » pour 13 d'entre eux (11° rang) – mais également de « l'effet de l'usage des terres » (18 dispositifs) et de « l'effet des produits chimiques et l'eutrophisation » (15 dispositifs) – 12 traitant de l'effet des pollutions à part entière (13° rang).

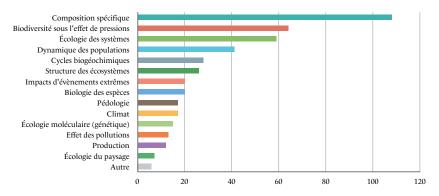


FIGURE 4 CLASSIFICATIONS DES SUJETS DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT DES DISPOSITIFS D'OBSERVATION

Nombre de citations des classes de sujets de recherche en environnement parmi les 51 dispositifs qui ont répondu. Les classes ont été agrégées à partir des réponses aux sujets de recherche présentés sur la figure 5.

Concernant les deux classes « composition spécifique » et « écologie des systèmes », les sujets de recherche qui les composent sont cités avec des fréquences variables selon le taxon (les plantes représentant le taxon le plus suivi) et les écosystèmes considérés (les milieux forestiers étant les plus suivis). Les taxons pris en compte par les dispositifs d'observation sont divers (résultats non montrés ici). Certains ne s'intéressent qu'à un seul taxon, alors que d'autres en suivent plusieurs (jusqu'à 9 dans le cas d'un dispositif suivant l'état d'un site soumis à stress). On note

une prédominance du suivi d'espèces de plantes vasculaires qui peut s'expliquer, en partie, par l'échantillon d'observatoires enquêtés avec la présence de nombreux dispositifs forestiers, de CRB végétaux ou de structures régionales de conservation des ressources végétales. Il pourrait également être intéressant de mettre en rapport, avec des précautions quant au concept d'espèce et ses variations entre groupes taxonomiques, la fréquence des taxons étudiés et la représentativité de ces taxons sur le territoire métropolitain et ultra-marin.

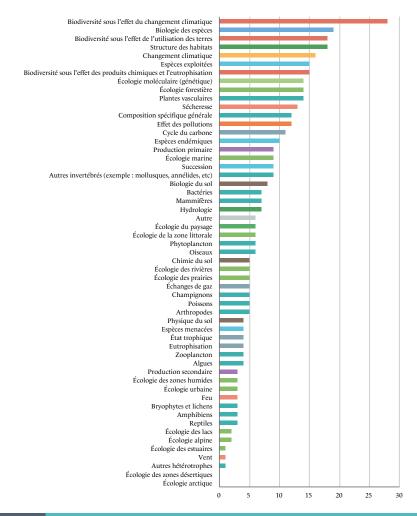


FIGURE 5 SUJETS DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT DES DISPOSITIFS D'OBSERVATION

Question: Quel(s) sujet(s) de recherche sur l'aspect environnemental votre dispositif traite-il? Nombre et types de sujets de recherche en environnement pris en compte parmi les 51 dispositifs ayant répondu. Les couleurs correspondent aux classes présentées sur la figure 4.

La « biologie des espèces » et la « structure des habitats » sont fréquemment étudiés (respectivement 19 et 18 dispositifs). On note également la prise en compte des « espèces exploitées » parmi 15 dispositifs ainsi que « l'écologie moléculaire » pour 14 dispositifs.

Ces principaux sujets de recherche en environnement semblent s'accorder avec les résultats précédents : les observatoires s'attachent à compléter les connaissances disponibles sur la biodiversité (taxonomie et biologie des espèces, structure des habitats, écologie forestière, écologie moléculaire) mais également à intégrer les aspects anthropiques directs ou indirects liés à la biodiversité (changement climatique, utilisation des terres, eutrophisation, espèces exploitées) et aux services écosystémiques associés.

¹⁰⁻ Les fréquences observées pour les grandes classes sont notamment influencées par le nombre de sujets de recherche détaillés dans chacune. Ainsi, la classe la plus représentée, « composition spécifique » est divisée en sujets de recherche concernant différents taxons. Si cette division avant des faite à un grain plus grossier (par exemple, 3 grands domaines » bactéries, », « archées » et « cucaryotes »), le nombre de citations dans cette classe aurait été plus réduit lors de l'agrégation des réponses.

56 • PAYSAGE DES OBSERVATOIRES | FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

D.6] DESCRIPTION DES DONNÉES AU TRAVERS DE MÉTADONNÉES

36 dispositifs ont répondu à la question libre portant sur l'utilisation de standards de métadonnées, et 67% des répondants ont indiqué ne pas en utiliser quand 82% indiquent décrire leurs données. Les standards cités sont SANDRE (pour décrire des données sur l'eau), Dublin Core / Darwin Core et Worms (pour décrire les données spécifiques), Foaf / SKOS (pour décrire des réseaux et des acteurs), INSPIRE / ISO 19 115-19 139, EML,

SINP Mer. Dans l'enquête de Tenopir (Tenopir et al., 2011), plus de la moitié des répondants déclaraient ne pas utiliser de standards de métadonnées ou, dans un peu moins d'un quart des cas, utilisaient ceux de leur laboratoire. Ceci peus 'expliquer en partie par l'absence de standards ou d'appropriation de ceux existants ou par la spécialisation de pratiques harmonisées à des réseaux restreints.

Concernant l'intérêt des métadonnées, les premières raisons citées concernent « la facilitation des échanges, de la réutilisation et du partage » de données, puis viennent des considérations sur la préservation et la sauvegarde, puis la qualité des données (tableau 21). Les métadonnées semblent donc perçues comme des éléments facilitant l'interopérabilité et le partage des données, mais aussi leur pérennisation scientifique.

INTÉRÊTS DES MÉTADONNÉES	Nombres de dispositifs	Fréquences parmi 36
La facilitation des échanges d'informations avec d'autres SI	27	75 %
La réutilisation et le partage de la donnée sont facilités	25	69 %
La perte d'information est limitée et la longévité de la donnée accrue	22	61 %
L'accès facilité à des jeux de données pour des suivis à plus larges échelles	21	58%
La garantie d'un niveau de qualité de mes données	2	6%
Aucun	2	6%
Autre	1	3 %

TABLEAU 21 INTÉRÊTS À LA PRODUCTION DE MÉTADONNÉES SUR LES JEUX DE DONNÉES DES DISPOSITIFS

Question : Quel(s) intérêt(s) voyez-vous à la production de métadonnées sur vos jeux de données ? Nombres et fréquences des intérêts des métadonnées perçus parmi les 36 répondants à cette question. Les répondants pouvant choisir plusieurs réponses, les totaux dépassent 100 %.



La production de métadonnées décrivant les jeux de données facilite leur référencement et leur catalogage dans des portails informatiques dédiés. Le portail de métadonnées ECOSCOPE (ecoscope. fondationbiodiversite.fr/ecoscope-portal) regroupe des informations utiles à la compréhension des données de recherche, ainsi que des ressources biologiques éventuellement associées, issues d'observatoires et d'initiatives de recherche (collections, expérimentations, sciences participatives encadrées par la recherche) sur la biodiversité.

Au niveau des leviers ou des conditions pour la production de métadonnées, les réponses cernent le « support d'un expert extérieur » ou le « financement d'un opérateur de métadonnées » dans le dispositif d'observation, c'est à dire un support en moyens humains (tableau 22). Deux autres leviers importants

sont la « publication des données dans un datapaper » et le « relai des métadonnées » pour créer de nouvelles collaborations. La « sauvegarde des données sur le long terme » est citée dans 22 % des cas; rejoignant l'Observation que la question du stockage ne semble pas, ici, critique.

LEVIERS À LA PRODUCTION DE MÉTADONNÉES	Nombres de dispositifs	Fréquences parmi 36
Le support d'un expert extérieur pour la mise en place dans mon dispositif	16	44%
Rendre ainsi possible la publication de mes données dans un « datapaper »	14	39 %
Le relai de mes métadonnées au national et à l'internatio- nal pour développer de nouvelles collaborations	14	39 %
Etre impliqué dans la définition d'un ensemble de méta- données pertinentes pour mon dispositif	13	36%
Un financement d'un opérateur de métadonnées dans mon dispositif	9	25 %
La possibilité de pouvoir référencer et sauvegarder mes données dans un entrepôt de données à long terme	8	22%
La présentation de cas d'études illustrant l'intérêt de ce genre de démarche	5	14 %
Autre	3	8%

TABLEAU 22 LEVIERS POUVANT INCITER LES DISPOSITIFS À PRODUIRE DES MÉTATONNÉES SUR LEUR DONNÉES

Question: Quels conditions ou leviers vous inciteraient à produire des métadonnées sur vos données? Nombres et fréquences des conditions et leviers cités par les 35 dispositifs ayant répondu. Les répondants pouvant choisir plusieurs réponses, les totaux dépassent 100 %.

L'ensemble des informations recueillies peut, au-delà du paysage des observatoires de recherche et d'ECOSCOPE, alimenter les échanges et les actions menées par les réseaux nationaux actifs sur les questions des données, notamment le Réseau Base de Données (RBDD), le réseau Data-Partage,

ou dont les activités sont étroitement liées à ces questions, comme le GBIF-France ou le Centre de Synthèse et d'Analyse sur la Biodiversité de la FRB (CESAB) voire plusieurs initiatives de recherche liées à l'observation, l'expérimentation et les collections²⁹.

^{29 -} Les SOERE, AnaEE-France, E-ReColNat notamment.

68 • PAYSAGE DES OBSERVATOIRES | FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Correspondances entre projets candidats à la labellisation SOERE	8
Figure 2:	Dispositifs d'observation et leurs tutelles	18
Figure 3:	Dispositifs d'observation et leurs labels, dénominations et programmes structurants	19
Figure 4:	Classifications des sujets de recherche en environnement des dispositifs d'observation	26
Figure 5:	Sujets de recherche en environnement des dispositifs d'observation	27
Figure 6:	Classifications des sujets de recherche d'aspect socio-économique des dispositifs	28
Figure 7:	Sujets de recherche d'aspect socio-économique des dispositifs d'observation	28
Figure 8:	Nombre de dispositifs d'observation produisant des séries de données	33
Figure 9:	Classification des EBVs des dispositifs d'observation	36
Figure 10:	EBVs prises en comptes par les dispositifs d'observation	36
Figure 11:	Jeux de données disponibles des dispositifs d'observation	37
Figure 12:	Classification ascendante hiérarchique des EBVs cités par les dispositifs d'observation	41
Figure 13:	Classification des descripteurs d'entités biologiques utilisés par les dispositifs	43
Figure 14:	Descripteurs d'entités biologiques utilisés par les dispositifs d'observation	43
Figure 15:	Pertinence des problématiques et leur disponibilité des données	44
Figure 16:	Acteurs partenaires des dispositifs d'observation	45
Figure 17:	Acteurs utilisant les données des dispositifs	50
Figure 18:	Freins et leviers au partage des données des dispositifs d'observation	52
Figure 19:	Nombre d'étapes du PGD des dispositifs	55
Figure 20:	Exemple d'une approche multi-échelles des observations – d'après le concept GEO BON	62
Figure 21 :	Méthode d'analyse et de structuration du paysage des observatoires	63

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 :	Principales thématiques des dispositifs d'observation listés lors de la phase d'identification	12
Tableau 2 :	Niveaux d'organisation de la biodiversité des dispositifs d'observation	23
Tableau 3 :	Objectifs principaux des dispositifs d'observation	24
Tableau 4 :	Rapports de correspondances entre objectifs principaux des dispositifs d'observation	25
Tableau 5 :	Correspondances entre objectifs principaux et niveaux d'organisation des dispositifs	25
Tableau 6 :	Services écosystémiques pris en compte par les dispositifs d'observation	29
Tableau 7 :	Pressions sur la biodiversité prises en compte par les dispositifs d'observation	30
Tableau 8 :	Écosystèmes pris en compte par les dispositifs d'observation	3
Tableau 9 :	Rapports de correspondances entre ces écosystèmes	3
Tableau 10 :	Échelles prises en compte par les dispositifs d'observation	32
Tableau 11 :	Collections en lien avec les sujets de recherche en environnement et socio-économie	34
Tableau 12 :	Accessibilité aux collections de ces dispositifs	35
Tableau 13 :	Correspondances entre EBVs et objectifs principaux des dispositifs d'observation	38
Tableau 14 :	Correspondances entre EBVs et sujets de recherche en environnement des dispositifs	39
Tableau 15 :	Liens entre classes d'EBVs et caractéristiques des observatoires et de leurs jeux de données	40
Tableau 16 :	Liens entre dispositifs d'observation	4
Tableau 17 :	Propriétaires des données des dispositifs d'observation	5
Tableau 18 :	Protection intellectuelle des données des dispositifs d'observation	5
Tableau 19 :	Raisons de la mise en place ou non d'un PGD par les dispositifs d'observation	54
Tableau 20 :	Étapes du cycle de vie des données des dispositifs d'observation	55
Tableau 21 :	Intérêts à la production de métadonnées sur les jeux de données des dispositifs	56
Tableau 22 :	Leviers pouvant inciter les dispositifs à produire des métatonnées sur leur données	53



FONDATION POUR LA RECHERCHE sur la biodiversité

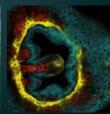












2014



LA FONDATION POUR LA RECHERCHE sur la biodiversité:

une interface Science – Société et une dynamique pour la recherche et l'expertise afin de relever les défis scientifiques de la biodiversité











170

MEMBRES au renouvellement du CONSEIL d'ORIENTATION STRATÉGIQUE

MEMBRES FONDATEURS





† 200



NOUVELLES ENTRÉES
dans la BASE de DONNEES des
ACTEURS de la RECHERCHE



+ 2 de

MILLIONS D'EUROS **INVESTIS** dans la RECHERCHE sur la BIODIVERSITÉ

DATES CLÉS

FÉVRIER

▶ Le 10 : CS Élection du Président (François Sarrazin) et du Vice-président (Sébastien Barot).

MARS

▶ Le 12 : DIFFUSION Séminaire de lancement des projets lauréats à l'appel Écophyto – FRB 2013.

AVRIL

- ▶ Le 1er: COS Lancement du renouvellement du COS 2015-2017, présentation du rapport « De la diversité des modes d'existence du vivant : une approche sociologique ».
- ▶ Le 2 : CS Définition des axes de travail du CS, y compris groupes de travail COS CS.
- Le 24 : CA Élection de JF Silvain à la présidence.

JUIN

- ▶ Le 12 : COS Résultats du premier appel à projets CILB ITTECOP FRB.
- ▶ Le 25 : CS Implication du CS autour de la clé généraliste « Biodiversité » et discussion à ce sujet.

JUILLET

▶ Le 10 : CA Adoption du nouveau plan d'actions.

SEPTEMBRE

▶ Le 19: COS Présentation du nouveau COS, plaquette « L'utilisation de substances naturelles et l'accès et le partage des avantages dans l'industrie cosmétique », en partenariat avec LVMH.

OCTOBRE

- ▶ Les 2-3 : DIFFUSION Réunion de clôture du programme BiodivERsA 2.
- Les 8-9: DIFFUSION Marché aux initiatives du Congrès des Parcs, Parc naturel régional de la Forêt d'Orient.
- ▶ Le 9 : CS Examen du projet loi biodiversité, discussion sur la notion de Nature-based solutions.

NOVEMBRE

- ▶ Le 3 : DIFFUSION Séminaire annuel ECOSCOPE.
- ▶ Le 6 : DIFFUSION Première Journée de rencontres GIEC IPBES.
- Le 18: CA Admission de LVMH comme membre fondateur, approbation du nouveau COS.

DECEMBRE

- Le 1er: COS Plénière du nouveau COS 2015-2017.
- Les 9-12: DIFFUSION Stand FRB et CESAB au colloque BES/SFE à Lille.

4 • RAPPORT D'ACTIVITÉ 2014 | FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

7. ORGANISER ET ANIMER DES RÉFLEXIONS STRATÉGIQUES ET PROSPECTIVES

SOMMAIRE

Chiffres clés

>	Dates clés	3		 Actualisation de la « Prospective sur la recherche sur la biodiversité » Animation du groupe thématique « Biodiversité » de l'alliance AllEnvi 	37 37
•	Sommaire	4		 Analyse du cadre juridique pour la recherche sur les ressources marines : le projet OCEANOMICS 	37
•	Éditos	6			
				8. PROMOUVOIR DES PROGRAMMES DE RECHERCHE SUR DES	
	1. PLAN D'ACTIONS : UNE VISION DES ACTIVITÉS DE LA FRB SUR TROIS ANS	8		THÉMATIQUES PRIORITAIRES	38
•	2. UNE GOUVERNANCE DE LA FRB RENOUVELÉE	10		 Promouvoir une recherche pan-européenne et générer de nouvelles connaissances pour la conservation et la gestion durable de la biodiversité et des services écosytémiques 	
	Conseil d'administration	11		avec BiodivERsA	39
	Direction	11		Modélisation et scénarios de la biodiversité	41
	Conseil scientifique	12		 Appel à projets de recherche Nord-Pas de Calais – FRB Appels à projets de recherche LU – FRB : Les champs de la biodiversité 	42 42
	Conseil d'orientation stratégique	13		Appel à projets de recherche Écophyto: utiliser la biodiversité pour réduire l'emploi	42
	3. LES MEMBRES FONDATEURS DE LA FRB	16		des pesticides	43
_	4. LES PARTENAIRES DE LA FRB : INDISPENSABLES AUX ACTIONS	18		9. DIFFUSER ET TRANSFERER LES CONNAISSANCES	44
				Contribution de la FRB a l'information des acteurs sur les cadres juridiques d'accès et de	
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			partage des avantages	45
	POUR LA DECISION	22		Première journée GIEC – IPBES le 6 novembre 2014	46
	▶ Loi biodiversité : la FRB mobilisée	23		 Diffusion des productions et connaissances de la FRB 	47
	 Appui à l'organe scientifique (SBSTTA) de la Convention sur la diversité biologique 	23			
	Appuyer la contribution scientifique française aux négociations internationales avec	20		10. RESULTATS FINANCIERS	40
	l'IPBES : la FRB moteur pour la mobilisation de l'expertise	24		IU. NEGULIAIO FINANCIENO	48
	 Programme européen Biodiversity Knowledge Analyse scientifique des indicateurs de la Stratégie nationale biodiversité de l'ONB 	26 26		11. GESTION DES RESSOURCES HUMAINES	51
	 Appui scientifique et technique pour l'évaluation francaise des écosystemes et des services écosystémiques 	27		12. GOUVERNANCE	53
	Étude juridique sur la filière ostréicole	27			
				La FRB, vivier et catalyseur de projets	58
	6. SOUTENIR LA STRUCTURATION, L'ANALYSE ET LA SYNTHÈSE DE DONNÉES POUR			Eu 1115, vivier et eutalyseur de projets	30
	CONNAITRE ET COMPRENDRE L'ÉTAT ET LA DYNAMIQUE DE LA BIODIVERSITE				
		28			
	Le CESAB : Un lieu, du temps, pour la recherche sur la biodiversité	29			
	Coordonner et renforcer les observatoires de recherche sur la biodiversité avec ECOSCOPE	32			
	Ultimes développements de BioVel, projet européen de laboratoire virtuel	35		The state of the s	
			100		
	医水质的 发生的医生物 医多色 医前足术 计图像图像 医皮肤	在1000年100日本			
		"福" 医二十二十二			558.46
	是一种的一种,但是一种一种,但是一种的一种,但是一种一种的一种。	加雪斯。他思境相談		THE REPORT OF THE PERSON OF TH	120
The Sh				A THAT WE SHALL SEE SEAL OF STREET SEE STREET	6.
多。这是	的人,是一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个一个			是《用学》中国的特别的一种"有关"。 第一章	135
Marie San			100		
	MAN TO SELECT THE SECOND SECON	The same of the same of	ALC: U	三山山	€
	SALES AND			The second secon	345
			and the		
		La La Constituta de la	-		
	が経済というとは、中央は大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大学の大	The State of the S	Salahain.	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	7
			100		
100					47
			6		

1. PLAN D'ACTIONS : UNE VISION DES ACTIVITÉS DE LA FRB SUR TROIS ANS



Un plan d'actions pour la période 2014-2017 a été adopté par le Conseil d'administration après un long travail mobilisant à la fois l'équipe opérationnelle de la FRB et les membres des différents conseils de la FRB.

Ce plan d'actions pour la période 2014-2017 s'articule ainsi autour de cinq objectifs :

1. MOBILISER L'EXPERTISE MULTIDISCIPLI-NAIRE, INTER-ORGANISME(S) POUR LA DÉCISION

Il s'agit de faciliter la décision et la négociation en recueillant puis en synthétisant les connaissances scientifiques sur des questions posées par les décideurs politiques et les acteurs de la société. Dans ce cadre, la FRB porte une attention toute particulière à la multidisciplinarité et à la prise en compte des différents types de connaissances.

2. SOUTENIR LA STRUCTURATION, L'ANA-LYSE ET LA SYNTHÈSE DE DONNÉES ET DE CONNAISSANCES

Pour connaître et comprendre l'état et la dynamique de la biodiversité. Cet objectif vise à faciliter le développement de projets innovants (internationaux, nationaux, régionaux...) pour des analyses et des synthèses de données scientifiques, en s'appuyant sur l'atout que constitue le CESAB, et à contribuer à ce que les métadonnées issues de la recherche sur la biodiversité soient accessibles (ECOSCOPE) pour les analyses et évaluations.

3. ORGANISER ET ANIMER DES RÉFLEXIONS STRATÉGIQUES ET PROSPECTIVES POUR IDENTIFIER LES PRIORITÉS DE RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

Cette action définit des priorités de recherche sur la biodiversité au niveau national en tenant compte des lacunes de connaissances, de l'évolution des fronts de science et des besoins des décideurs et de la société. Ces réflexions sont menées au travers d'une démarche associant le Conseil scientifique de la FRB et son Conseil d'orientation stratégique. Elles prennent en compte tant les stratégies scientifiques des structures de recherche françaises que celles des grands programmes internationaux. Ces stratégies et prospectives viennent aussi alimenter les réflexions de l'Alliance nationale de recherche pour l'environnement (AllEnvi), et, à travers elle, la programmation scientifique de l'ANR. Elles peuvent aussi être forces de proposition pour le Comité français pour l'IPBES dans sa définition des questions prioritaires posées par la France au niveau de la plateforme intergouvernementale, comme cela a déjà été fait en 2013.

4. PROMOUVOIR DES PROGRAMMES DE RECHERCHE SUR DES THÉMATIQUES PRIORITAIRE

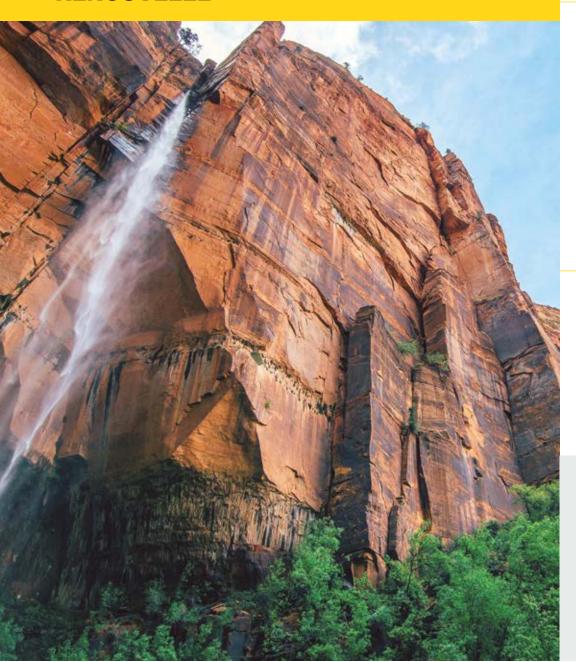
Les thèmes scientifiques jugés prioritaires à l'issue des démarches de réflexions stratégiques et prospectives (objectif 3) conduisent à une activité pour promouvoir, coordonner et faciliter la mise en oeuvre de programmes de recherche pluri-instituts. Cette promotion est envisagée de différentes manières : soit la FRB met en oeuvre et développe des programmes avec des moyens financiers mis en commun par les Fondateurs et les ministères, soit elle vient en appui au développement de programmes de recherche portés par différents acteurs ou rassemblements d'acteurs publics ou privés, nationaux ou internationaux.

5. DIFFUSER ET TRANSFÉRER LES CONNAISSANCES

Cet objectif vise particulièrement à promouvoir les résultats de la recherche vers la société et les décideurs. Cette activité renforcera les liens entre science et société, et facilitera le dialogue entre les différentes parties prenantes. Un appui à la formation des chercheurs à partir de la demande d'organismes de recherche est aussi considéré.

Le rapport d'activité est donc structuré pour la présentation des actions suivant ce plan.

2. UNE GOUVERNANCE DE LA FRB RENOUVELÉE



En 2014, la gouvernance de la FRB a connu plusieurs changements dans ses trois conseils : Conseils d'administration, scientifique et d'orientation stratégique.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

Le Conseil d'administration de la FRB décide des actions à mener. Il s'est réuni trois fois en 2014.

Jean-François Silvain, ancien Président du Conseil scientifique, a été nommé personnalité qualifiée par les membres fondateurs au Conseil d'administration et élu comme Président de ce dernier lors du Conseil d'administration du 24 avril 2014. Il succède à Patrick Duncan, Président de la FRB de 2011 à 2014.

LVMH, partenaire de la FRB depuis les débuts de celle-ci, est devenu membre fondateur de la FRB,

sur proposition de l'INRA lors du Conseil d'administration du 10 novembre. Sylvie Bénard, Vice-présidente du Conseil d'orientation pour la période 2009-2014 a été désignée comme administratrice pour LVMH à compter du 10 mars 2015. Cette entrée, fruit d'une implication forte de Sylvie Bénard dans les activités de la FRB, confirme le modèle de fondation de coopération scientifique en accueillant pour la première fois comme membre fondateur une entreprise privée.

DIRECTION

Arnaud Collin a été Directeur par interim de la Fondation pendant le premier semestre de l'année 2014 permettant l'élaboration du plan d'actions et l'ouverture d'un important chantier social. Pierre-Edouard Guillain a été nommé Directeur par le Président à partir du 1^{er} octobre 2014.



Patrick Duncan, Président de la Fondation de 2011 à 2014.



Jean-François Silvain, Président de la Fondation depuis 2014.



Arnaud Collin, Directeur de la Fondation en 2014.



Pierre-Edouard Guillain, Directeur de la Fondation depuis 2014.

APPUYER LA CONTRIBUTION SCIENTIFIQUE FRANÇAISE AUX NÉGOCIATIONS INTERNATIONALES AVEC L'IPBES : LA FRB MOTEUR POUR LA MOBILISATION DE L'EXPERTISE

La Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques (IPBES) a pour vocation de synthétiser et évaluer les connaissances sur la biodiversité et les services écosystémiques afin d'éclairer les décideurs et l'opinion publique sur les enjeux des changements actuels de la biodiversité. Créée en 2012, l'IPBES compte 124 États-membres (en avril 2015) et de nombreux observateurs.



L'IPBES a pour mandat de :

- mener des évaluations des connaissances sur la biodiversité, les services écosystémiques et leurs interactions aux échelles internationale, régionale et sous-régionale, ainsi que sur des questions thématiques et méthodologiques;
- identifier des outils et des méthodes appropriés afin d'appuyer l'élaboration et l'exécution des politiques;
- identifier les lacunes de connaissances et faciliter une approche coordonnée de la production de nouvelles connaissances;
- identifier et accompagner les besoins de renforcement de capacités pour mener les actions prévues, au travers de la formation et de processus de dialogue et d'échanges, notamment dans les pays du Sud.

Afin de remplir ce mandat, un programme de travail a été élaboré pour la période 2014-2018. Ce programme est le fruit d'une vaste consultation auprès des États, des milieux scientifiques et des autres acteurs de la société civile. Pour mener à bien ce programme, des experts sélectionnés parmi des centaines de candidatures sont chargés de réaliser les différents produits ou « livrables » qui déclinent ses objectifs. En 2014, deux appels à experts ont été lancés et trois autres suivront en 2015.

La mobilisation au niveau national des porteurs de connaissances et acteurs de la biodiversité est un enjeu essentiel, tant pour le succès de l'IPBES que pour le rayonnement de la recherche et de l'expertise française. La FRB avait engagé en 2011, et a poursuivi en 2012, un travail

visant à élaborer des propositions pour un mécanisme de mobilisation de l'expertise nationale. Ce travail a abouti à la création du Comité français pour l'IPBES, créé en 2013. Le Comité français pour l'IPBES est un organe tripartite, composé de représentants des organismes de recherche (AllEnvi), des ministères concernés (Affaires étrangères ; Recherche; Écologie; Outre-mer) et des parties prenantes de la biodiversité (représentants du COS de la FRB et du Comité de suivi de la Stratégie nationale pour la biodiversité). Le Comité français pour l'IPBES a pour fonction de préparer les principales échéances de l'IPBES et de définir les positions portées par la France. en appui au point focal IPBES pour la France (basé au Ministère des Affaires étrangères et du développement international).

La FRB accueille le secrétariat scientifique du Comité français pour PIPBES, chargé de la mobilisation de l'expertise, de l'appui aux acteurs français et de la circulation de l'information scientifique. Une feuille de route 2014-2016 a été élaborée pour ce secrétariat, dont on peut noter quelques résultats marquants pour 2014 :

- Organisation de quatre réunions du Comité et élaboration et diffusion d'une lettre d'information trimestrielle envoyée à 10.000 contacts (I^{eT} numéro paru en septembre 2014), en plus de la réalisation d'une page web dédiée sur le site de la FRB;
- Réalisation et suivi d'un appel à mobilisation des experts français suite aux deux appels de l'IPBES (mars et juin 2014), qui a débouché sur 81 nominations par la France et 19 experts français sélectionnés (au moins un expert français dans chacun des groupes de travail). Afin de renforcer l'implication et les liens entre ces experts nouvellement sélectionnés, la FRB, en collaboration avec le Commissariat Général au Développement Durable, a organisé le 6 novembre une rencontre avec les experts du

GIEC et de l'IPBES, qui a permis d'échanger sur les questions spécifiques d'expertise dans le contexte de ce type d'évaluations internationales. Elle a également permis, au travers d'une conférence publique ayant réuni 400 personnes, d'identifier plusieurs enjeux scientifiques liés aux interactions climat - biodiversité et de rapprocher les communautés scientifiques de la biodiversité et du climat. Cette conférence publique, introduite par Madame la Ministre de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie, Ségolène

La FRB a également procédé à la mobilisation d'experts en vue de la désignation des nouveaux membres du Groupe d'experts multidisciplinaire (GEM) de l'IPBES. Deux candidats ont été proposés par la France et tous deux, Paul Leadley et Marie Roué, ont été élus lors de la plénière de janvier 2015, faisant de la France le seul pays à avoir deux experts au GEM.

Royal, a donné la parole à six

démarches.

scientifiques impliqués dans ces

La FRB assure le financement des missions de certains des experts sélectionnés avec l'appui du Ministère chargé de l'Écologie.

Pour la préparation de la 3e session de la plénière à Bonn en janvier 2015, le secrétariat a organisé fin 2014 des réunions de préparation et de synthèse des positions de la délégation française. La FRB était également membre de la délégation. La thématique « Renforcement des capacités » constituant par ailleurs une fonction majeure de l'IPBES, le secrétariat scientifique a lancé en conséquence un projet d'appui à la création de comités nationaux dans les pays d'Afrique francophone. Une étude d'opportunité a été réalisée en août 2014, qui a recueilli l'assentiment du Comité. Ce projet consiste en une analyse de l'état des interfaces Sciences - Politiques - Pratiques en matière de biodiversité dans les pays d'Afrique francophone (démarrage début 2015), la tenue d'un atelier de co-construction de comités nationaux (prévu début 2016 dans un pays africain hôte), et la mise en place d'une plateforme web permettant la mise en réseau des acteurs nationaux à l'interface Sciences - Politiques -Pratiques.



Marcel Jouve lors de la 2nd plénière de l'IPBES qui s'est tenue du 9 au 14 décembre 2013, à Antalya en Turquie.



La délégation française (Jean-François Silvain, Marcel Jouve, Jurgis Sapijanskas et Jean-Christophe Vandevelde) le 11 décembre 2013.



En 2014, l'IPBES a lancé l'évaluation thématique de la pollinisation et des pollinisateurs associés à la production alimentaire.



L'IPBES évalue l'état de l'ensemble des connaissances sur la biodiversité, y compris celles détenues par les communautés traditionnelles et locales.

56 • RAPPORT D'ACTIVITÉ 2014 | FONDATION POUR LA RECHERCHE SUR LA BIODIVERSITÉ

GOUVERNANCE • 57

COLLÈGE	GR	OUPE	REPRÉSENTANT TITULAIRE DU GROUPE	REPRÉSENTANT SUPPLÉANT DU GROUPE
COLLÈGE 3 Protection de la	15	Associations nationales et territoriales	Allain BOUGRAIN-DUBOURG Ligue pour la protection des oiseaux	Anne-Marie DUCROUX Association nationale pour la protection du ciel et de l'environnement
nature	16	Associations nationales	Patrick SILAN Société nationale de protection de la nature	Justine ROULOT Humanité et biodiversité
	17	Associations d'Outre-mer	Stephane LATXAGUE SURFRIDER Foundation Europe - La Réunion	Patrice PAYET Conservatoire d'espaces naturels de la Réunion
	18	Associations internationales	Michel METAIS Comité français de l'Union internationale pour la conservation de la nature	François LETOURNEUX Comité français de l'Union international pour la conservation de la nature
	19	Fédérations nationales	Gilles BENEST France nature environnement	Dominique PY France nature environnement
	20	Fondations	Paul BOURRIEAU Fondation pour la protection des habitats de la faune sauvage	Emmanuel POILANE France libertés – Fondation Danielle Mitterrand
	21	Sociétés savantes	Daniel PRAT Société française d'orchidophilie	Jean-Louis MARTIN Société d'écologie
COLLÈGE 4 Activités	22	Beauté, cosmétique et pharmacie	Virginie D'ENFERT Fédération des entreprises de la beauté	Claude FROMAGEOT Yves Rocher groupe
économiques et industrielles	23	Matériaux de construction et travaux	Valérie DAVID Fédération nationale des travaux publics	Yves ADAM Union nationale des industries de carrières et matériaux de construction
	24	Services à l'environne- ment	Daniel BAUMGARTEN Fédération nationale des activités de la dépollution et de l'environnement	Sandra BERMAN Fédération professionnelle des entreprise de l'eau
	25	Conseil et ingénierie environne- mental et écologique	Jean-Marc GASPERI Association française interprofessionnelle des écologues	Véronique DHAM Gondwana biodiversity development
	26	Transport et infras- tructures linéaires	Jean-François LESIGNE Réseau de transport d'electricité	Laeticia MAHENC Transport et infrastructures gaz de France
	27	Énergie et ressources minières	Philippe MEUNIER GDF SUEZ	Steven DICKINSON TOTAL
	28	Coopératives et agro- alimentaire	Marie TOBIAS Coop de France	Hélène PERENNOU Association nationale des industries alimentaires

COLLÈGE	GRO	UPE	REPRÉSENTANT TITULAIRE DU GROUPE	REPRÉSENTANT SUPPLÉANT DU GROUPE
COLLÈGE 4 Activités	29 s	Santé	Florence BORDON-PALIER Les Entreprises du médicament	Bruno DAVID Les Entreprises du médicament
économiques et industrielles (suite)	20	Associations l'entreprises	Olivier SUTTERLIN Mouvement des entreprises de France	François-Nicolas BOQUET Mouvement des entreprises de France
	21	Associations nulti-acteurs	Hélène LERICHE Association ORÉE	Annabelle PRIN-COJAN Entreprises pour l'environnement
	32 s	Biens et ervices de consommation	Cécile JOUCAN Moët Hennessy Louis Vuitton	Laurent RASSABY Réunion écotourisme
COLLÈGE 5 Activités	33 c	Communi- cations et média nature	Aude LANGEVIN Agence de communication PatteBlanche	Éric DE KERMEL Terre sauvage
socio-politiques et relations avec la grand public		Formation, Éducation	Nathalie FRASCARIA-LACOSTE AgroParisTech	Claude MILLIER Association française des petits débrouillards
	35	Diffusion des connaissances	Didier ROUSSEAU-NAVARRE Association jardins botaniques de France et des pays francophones	Pierre PÉNICAUD Association des musées et centres pour le développement de la culture scientifique, technique et industrielle
	36 t	Aquariums, parcs aqua- iques et coologiques	Céline LIRET Océanopolis	Michel HIGNETTE Union des conservateurs d'aquariums
	37 /	Communes Structures nter-collecti- vités	Thierry MOUGEY Fédération des parcs naturels régionaux de France	Maud LELIEVRE Eco maires, association nationale des maires et des elus locaux pour l'environ- nement et le développement durable
	38 n	Départe- ments / Régions / DROM-COM	Marion VEYRIERES Région Nord-Pas de Calais	
	39 s	Syndicats (1)	Hervé LAPIE Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles	Kristell LABOUS Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles
	40 S	Syndicats (2)	Jean-Pierre LEBRUN Confédération paysanne	Bertrand COURTOIS Coordination rurale union nationale



Crédits photos: James Field, Gilles Di Raimondo (IRD), Gilles Cattiau (INRA), Jean Weber (INRA), NASA, IISD / ENB, Ian Sane, Luc Viatour, Matthew Szwedowski, Gilles San Martin, Arran Edmonstone, Donald Hobern, Fulvio Spada, Bananaflo, Jean-François Silvain, Christophe Proisy, Laurent Godet, Christophe Maitre, Wilfried Thomas.

Crédits icones: Freepik, The Noun Project.

Autres: Couverture pages 32, 36, 58 et 69 d'après un travail de Maro Haas et Mathile Letard (le temps étant limité, ces couvertures n'ont pu être refaites totalement, même si cela aurait pu être judicieux...). Frise « biodiversité » d'après Maro Haas.