Les inventaires généraux de la biodiversité en France et dans le monde

Jean Ichter, Marie-France Leccia, Julien Touroult, Patrick Blandin, Pierre-Henri Aberlenc, Jean-François Holtof, Jérôme Forêt, Richard Bonet, Olivier Pascal, François Dusoulier, et al.

▶ **To cite this version:**

Jean Ichter, Marie-France Leccia, Julien Touroult, Patrick Blandin, Pierre-Henri Aberlenc, et al.. Les inventaires généraux de la biodiversité en France et dans le monde. UMS Patrimoine Naturel (AFB-CNRS-MNHN); Inventaire National du Patrimoine Naturel (MNHN); Parc national du Mercantour. 2018, pp.1-61. mnhn-04271668

HAL Id: mnhn-04271668
https://mnhn.hal.science/mnhn-04271668

Submitted on 6 Nov 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UMS PATRIMOINE NATUREL
CENTRE D'EXPERTISE ET DE DONNÉES
AFB • CNRS • MNHN

LES INVENTAIRES GÉNERAUX DE LA BIODIVERSITÉ EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Revue des *All Taxa Biodiversity Inventories*

Jean ICHTER, Marie-France LECCIA, Julien TOUROULT, Patrick BLANDIN, Henri-Pierre ABERLENC, Jean-François HOLTOF, Jérôme FORET, Richard BONET, Olivier PASCAL, François DUSOULIER, Olivier GARGOMINY & Laurent PONCET (coord.)

Juin 2018

co-édition Parc national du Mercantour

Auteurs
Jean ICHTER (Écologue indépendant / UMS PatriNat), Marie-France LECCIA (Parc national du Mercantour), Julien TOUROULT (UMS PatriNat), Patrick BLANDIN (Association Païolive), Henri-Pierre ABERLENC (Association Païolive), Jean-François HOLTOF (Association Païolive), Jérôme FORET (Parc national des Écrins), Richard BONET (Parc national des Écrins), Olivier PASCAL (MNHN), François DUSOULIER (MNHN), Olivier GARGOMINY (UMS PatriNat) & Laurent PONCET (coord., UMS PatriNat).

Coordination

Laurent PONCET (UMS PatriNat)

Contributeurs

Bernard DUMONT, IRSTEA (France)
Joseph GARRIGUE, Réserve naturelle nationale de la forêt de la Massane (France)
Anke HOFFMANN, Museum für Naturkunde, Berlin (Allemagne)
Maurice LEPONCE, Royal Belgian Institute of Natural Sciences (Belgique)
Stacy MCNULTY, Adirondack Ecological Center (USA)
Juan Carlos MONJE, Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart (Allemagne)
Ezra SCHWARTZBERG, Adirondack Research LLC (USA)
Michelle WATSON, Centre thématique européen sur la diversité biologique (France)

Crédits photos

Jean ICHTER sauf figure 10 (Ludovic IMBERDIS / Parc national des Ecrins) et figures 8 et 23 (Henri-Pierre ABERLENC)

Remerciements
Les auteurs remercient l'ensemble des relecteurs et des experts consultés pour leurs commentaires et leurs conseils. Une partie importante des retours d'expérience est issue d'échanges informels avec les participants à l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime (taxonomistes, chargés de missions, techniciens, gestionnaires de données), qu'ils en soient remerciés.
Merci également à Jean-Philippe SIBLET, directeur de l'UMS PatriNat, pour son soutien à la dynamique des inventaires généraux de la biodiversité en France et à la réalisation de ce rapport.
Enfin, merci à l'ensemble des personnes impliquées dans des inventaires généraux de la biodiversité en France et dans le monde pour leur engagement dans l'immense chantier de la connaissance naturaliste.

Citation recommandée
ICHTER J., LECCIA M.-F., TOUROULT J., BLANDIN P., ABERLENC H.-P., HOLTOF J.-F., FORET J., BONET R., PASCAL O., DUSOULIER F., GARGOMINY O. & PONCET L. 2018. Les inventaires généraux de la biodiversité en France et dans le monde. Revue des *All Taxa Biodiversity Inventories*. UMS Patrimoine Naturel (AFB/MNHN/CNRS), Parc national du Mercantour. Paris 51 pp.

L'UMS Patrimoine Naturel

Centre d'expertise et de données sur la nature

Depuis janvier 2017, l'Unité mixte de service Patrimoine naturel assure des missions d'expertise et de gestion des connaissances pour ses trois tutelles, que sont le Muséum national d'Histoire naturelle, l'Agence française pour la biodiversité et le CNRS.

Son objectif est de fournir une expertise fondée sur la collecte et l'analyse de données de la biodiversité et de la géodiversité, et sur la maitrise et l'apport de nouvelles connaissances en écologie, sciences de l'évolution et anthropologie. Cette expertise, fondée sur une approche scientifique, doit contribuer à faire émerger les questions et à proposer les réponses permettant d'améliorer les politiques publiques portant sur la biodiversité, la géodiversité et leurs relations avec les sociétés et les humains.

En savoir plus : patrinat.mnhn.fr/

Directeur : Jean-Philippe SIBLET

Directeur adjoint en charge du centre de données : Laurent PONCET

Directeur adjoint en charge des rapportages et de la valorisation : Julien TOUROULT

Inventaire National du Patrimoine Naturel

Porté par l'UMS Patrimoine naturel, cet inventaire est l'aboutissement d'une démarche qui associe scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature en vue d'établir une synthèse sur le patrimoine naturel en France. Les données fournies par les partenaires sont organisées, gérées, validées et diffusées par le MNHN. Ce système est un dispositif clé du Système d'information sur la nature et les paysages et de l'Observatoire national de la biodiversité.

Afin de gérer cette importante source d'informations, le MNHN a construit une base de données permettant d'unifier les données à l'aide de référentiels taxonomiques, géographiques et administratifs. Il est ainsi possible d'accéder à des listes d'espèces par commune, par espace protégé ou par maille de 10x10 km. Grâce à ces systèmes de référence, il est possible de produire des synthèses quelle que soit la source d'information.

Ce système d'information permet de consolider des informations qui étaient jusqu'à présent dispersées. Il concerne la métropole et l'outre-mer et aussi bien la partie terrestre que marine. C'est une contribution majeure pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel.

En savoir plus : inpn.mnhn.fr

Table des matières

Résumé 6
Executive summary 7
Introduction 8
Contexte, objectifs et méthodes de l'étude 9
Partie 1. Vue d'ensemble des principaux inventaires généraux de la biodiversité dans le monde 12
1. La genèse des *All Taxa Biodiversity Inventories* (ATBI) 12
1.1 L'Aire de conservation Guanacaste (Costa Rica) 12
1.2 Le premier ATBI au monde : le Parc national des Great Smoky Mountains (USA) 12
1.3 EDIT et les ATBI+Monitoring en Europe 13
2. Les grands inventaires de la biodiversité dans le monde 16
2.1 La dynamique des ATBI en Amérique du Nord 16
2.2 Les grandes expéditions naturalistes 19
2.3 Autres inventaires de biodiversité « longue durée » dans le monde 21
3. Les initiatives de type inventaire général de la biodiversité en France 22
3.1 La Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane (Pyrénées-Orientales) 22
3.2 Les îles Australes (Polynésie française) 23
3.3 La forêt de Païolive et le plateau des Gras (Ardèche-Gard) 23
3.4 Le Parc national du Mercantour (Alpes-Maritimes - Alpes-de-Haute-Provence) 24
3.5 Le bois de Bouis, Vidauban (Var) 25
3.6 Les invertébrés marins du Parc national de la Guadeloupe 25
3.7 La Réserve intégrale du Lauvitel du Parc national des Écrins (Isère) 26
3.8 Notre-Dame-des-Landes (Loire-Altantique) 26
3.9 Autres initiatives d'inventaires de la biodiversité en France 27
Partie 2. Les éléments structurants d'un inventaire général de la biodiversité : retour d'expériences 29
Introduction 29
1. Le territoire 29
1.1 Le territoire et son contexte 29
1.2 La superficie du projet 30
2. Objet et structuration d'un projet d'inventaire général de la biodiversité 31
2.1 Objectifs 31
2.2 Durée et complétude 32
2.3 Conception du projet et études pilotes 34
2.4 Portage du projet et gouvernance 34
2.5 Financement 35
3. Logistique et coordination des inventaires de terrain 36
3.1 Coordination des taxonomistes 36
3.2 Assistance logistique et technique 37

3.3 Aide aux démarches administratives 37
3.4 Conventions et engagement des participants 38
4. Stratégies d'inventaires et d'échantillonnage 38
4.1 Stratégies d'inventaires et d'échantillonnage 38
4.2 La collecte de spécimens vivants : l'enjeu éthique 40
4.3 Monitoring 41
4.4 Cartographie 42
5. Tri, détermination, mise en collection et barcoding des échantillons 42
6. Gestion et diffusion des données 44
7. Communication et valorisation des résultats 46
7.1 Valorisation scientifique pour la recherche 46
7.2 Valorisation scientifique pour la gestion du territoire et portée culturelle des inventaires 46
7.3 Valorisation pour les programmes de connaissance/conservation de portée nationale 47
7.4 Diffusion de la connaissance et éducation 47
8. Diagrammes synthétiques des principales expériences 48
Table des figures 52
Bibliographie 53
Sites internet de référence 59

Résumé

Un inventaire général de la biodiversité ou *All Taxa Biodiversity Inventory* (ATBI) est **un processus d'inventaire coordonné de l'ensemble des espèces présentes dans un espace donné** dont l'objectif est de faire progresser la connaissance taxonomique et chorologique et de mieux comprendre les communautés écologiques et leurs interactions au sein des écosystèmes. Il contribue, autant que possible, à une évaluation patrimoniale du territoire et à la mise en place de suivis.

Ce rapport, à l'initiative du Muséum national d'Histoire naturelle, a pour objectif de **dresser un état des lieux des inventaires généraux de la biodiversité** en France et dans le monde et de **fournir un retour d'expérience** sur les initiatives les plus abouties. Il s'inscrit dans la continuité du diagnostic et des recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes continentales publiés par l'UMS PatriNat (AFB/CNRS/MNHN) à la demande du ministère en charge de l'environnement. Ce rapport participe également d'une volonté de nombreux acteurs d'aboutir à un document de cadrage et d'une réflexion sur un « label » des inventaires généraux de la biodiversité. Le but d'une telle démarche est dans un premier temps de fédérer, d'accompagner et de valoriser les expériences existantes. Mais il s'agit également d'encourager le développement de ces initiatives sur une série de sites de référence en prenant en compte une certaine représentativité notamment biogéographique et écosystémique, en intégrant des sites ruraux et urbanisés en métropole et en Outre-mer.

Cette étude se base sur **la consultation d'une soixantaine de documents** (articles scientifiques, littérature grise, sites internet) et sur **des échanges avec plusieurs dizaines d'experts** impliqués dans des ATBI en France et dans le monde : taxonomistes, naturalistes, chargés de missions, techniciens, gestionnaires de données…

Dans un premier temps, le document retrace **la genèse des *All Taxa Biodiversity Inventory* dans les années 1990** sous l'impulsion de l'écologue nord-américain Daniel Janzen. Initialement prévu au Costa Rica le premier projet d'ATBI voit le jour en 1998 aux Etats-Unis dans le Parc national des Great Smoky Mountains. Les résultats de ce projet, toujours en cours, dépassent les espérances (19 254 espèces recensées dont 940 nouvelles pour la science) et inspirent une série de projets en Amérique du Nord (e.g. ATBI Adirondack, Boston Harbour Island) et à travers le monde. En Europe, l'ATBI transfrontalier du Mercantour-Alpi Marittime est à la fois le premier et le plus ambitieux dans ce domaine avec plus de 12 000 espèces inventoriées et plus d'une trentaine d'espèces nouvelles pour la science. D'autres projets, dans le cadre de l'European Distributed Institute of Taxonomy (EDIT), ont été initiés mais avec des résultats plus mitigés comme l'ATBI Gemer en Slovaquie (3 300 espèces identifiées dont 2 espèces nouvelles pour la science).

À l'échelle de la France, il existe une réelle dynamique récente autour des inventaires généralisés de la biodiversité. Parmi les initiatives les plus abouties se trouvent le parc national du Mercantour (Alpes-Maritimes - Alpes-de-Haute-Provence), la Réserve intégrale du Lauvitel du Parc national des Écrins (Isère), la Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane (Pyrénées-Orientales) et la forêt de Païolive et le plateau des Gras (Ardèche-Gard). D'autres inventaires ambitieux sont également présentés comme les îles Australes (Polynésie française), le site du bois de Bouis à Vidauban (Var), la faune marine du Parc national de la Guadeloupe ou Notre-Dame-des-Landes (Loire-Atlantique).

Les inventaires généraux de la biodiversité sont par ailleurs contemporains du renouveau des grandes expéditions naturalistes comme « La Planète revisitée ». **Les ambitions en termes de couverture taxonomique et de portée scientifique** sont similaires, en revanche les durées des ATBI sont généralement supérieures ce qui permet une meilleure répartition de l'effort de prospection et plus de valorisations possibles en termes de gestion. Par ailleurs, les grandes expéditions naturalistes ciblent des sites à forte naturalité alors que les ATBI sont parfois menés à proximité de territoires fortement anthropisés. Le rapport présente également d'autres initiatives ayant comme objectif la connaissance exhaustive de la biodiversité à l'échelle nationale ou régionale comme le *Swedish Taxonomy Initiative* ou le *Hawaii Biological Survey*.

Dans une seconde partie, un retour d'expérience est proposé dans le but d'**approfondir les éléments les plus structurants** d'un projet d'inventaire biologique général. Les thèmes abordés portent sur le choix du territoire, la superficie, le montage du projet (objectifs, durée, financement), son organisation (logistique, coordination, gouvernance), les stratégies d'inventaires et d'échantillonnage, la gestion des spécimens et leur détermination, la gestion et la diffusion des données et la valorisation des résultats (pour la recherche, pour la gestion de la zone d'étude et pour l'éducation).

En conclusion, plusieurs points structurants sont mis en évidence dans la perspective d'**un réseau français des inventaires généraux de la biodiversité.**

Executive summary

All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI) is a comprehensive inventory of all species occurring in a given territory. Its objective is to improve knowledge in taxonomy and chorology and to better understand ecological communities and their interactions within ecosystems. Wherever feasible, it should contribute to a better management of the territory through assessments and monitoring.

This report, initiated by the Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) in Paris, presents an overview of the different initiatives worldwide and provides an assessment of the most successful ones. It is based on a consultation of more than sixty documents (i.e. scientific articles, gray literature, websites) and on interviews with dozens of experts involved in ATBI: taxonomists, task managers, technicians, data managers...

This document is a first contribution towards a framework for the existing and future ATBIs in France (both mainland and overseas). An exhaustive inventory of flora, fauna and fungi in a network of reference sites is one of the recommendations for a knowledge strategy published by the MNHN and the new French Agency for Biodiversity (Touroult et al., 2017a).

The first part describes the origin of the concept developed in the 1990s by North American ecologist Daniel Janzen for a project initially planned in Costa Rica (Guanacaste Conservation Area). The first ATBI was launched in 1998 in the Great Smoky Mountains National Park (USA). With more than 19 000 species described including 940 new species, the results of this ongoing inventory exceeded all expectations and inspired a series of projects worldwide. In North America, a dozen ATBIs were initiated. However, only a few projects actually inventoried a wide range of taxonomic groups. Among them were the ATBIs in Adirondack State Park (2500 species) and in the Boston Harbor Island Recreational Area (1700 species).

In Europe, the first and most ambitious ATBI is the Mercantour-Alpi Marittime in the Southern Alps between France and Italy. The project started in the framework of the European Distributed Institute of Taxonomy (EDIT 2006-2011) and continued until 2012 thanks to the collaboration between the two Parks and the MNHN. Field activities and taxonomic research are still ongoing so the actual number of 12 000 species and 30 species new to science is expected to increase. Other European ATBIs were launched by the European Distributed Institute of Taxonomy, such as the ATBI Gemer in Slovakia (3300 species), but most had limited results and none continued after 2012.

In France, several ATBIs are currently been conducted: the Mercantour National Park (Southern Alps), the Lauvitel Integral Reserve of the Écrins National Park (Isère), the National Forest Nature Reserve Massane (French Catalonia), the Païolive forest (Ardèche-Gard) and the Bois de Bouis at Vidauban (Var). Other similar initiatives as also noted are the citizen based inventory of Notre-Dame-des-Landes (Pays-de-la-Lore), the marine invertebrate's inventory in the Guadeloupe National Park and the inventory of the Austral Islands (French Polynesia).

ATBIs can also be compared to the new generation of biological expeditions such as "Our Planet Reviewed" which aims to achieve a complete species inventory in the less well-known biodiversity hotspots. Both share similar aims in terms of taxonomic coverage and scientific scope, but ATBIs generally last longer, which allows for a better distribution of sampling effort and possible further valuations in terms of management. In addition, "Our Planet Reviewed" focuses on mega diverse areas whereas ATBIs can be conducted in a wide range of sites including close to urban areas. Other relevant initiatives, at national and regional level, are presented such as the Swedish Taxonomy Initiative and the Hawaii Biological Survey, both of which have the objective of building a comprehensive inventory of biodiversity.

The second part of the report provides a review of the key elements of an ATBI. The topics discussed are the location of the inventory, the surface area, setting up the project (objectives, duration, financing), its organization (logistics, coordination, governance), the inventory and sampling strategies, specimens management and identification, data management and dissemination and the uses and promotion of the results (i.e. for research, management and education purposes). Taxonomic impediment is often cited as one the main constraints, since many groups suffer shortage of information and available taxonomists. But other issues are addressed like the need of substantial material and financial resources, the sampling design and the importance of the human factor.

Introduction

La question de savoir s'il est possible de décrire de manière exhaustive l'ensemble des espèces d'un territoire donné a de tout temps suscité la curiosité des scientifiques et des naturalistes (Bouchet et al., 2008, Kohler, 2006). Pourtant, malgré des siècles de description des espèces, notre connaissance de la biodiversité est loin d'être complète, en particulier pour les plus petits organismes comme les invertébrés ou les plantes non vasculaires. Avec la prise de conscience des menaces qui pèsent sur les écosystèmes, une part croissante de nos sociétés est sensible à l'idée que des espèces disparaissent avant d'être « découvertes » (Ceballos et al., 2015) ; Dubois, 2003 ; Mauz, 2011). Bien moins médiatiques, les spécialistes capables de nommer et de classer les organismes vivants, les taxonomistes, sont également en déclin (Fontaine et al., 2012).

Face à ce constat, une partie de la communauté des taxonomistes et des acteurs de la conservation s'est mobilisée pour relancer les grands inventaires de la biodiversité, en associant l'héritage naturaliste et les dernières techniques pour classer et organiser le vivant (Mauz, 2011). Parmi eux, l'écologue nord-Américain Daniel Janzen développe dès 1994 l'idée d'un nouveau type d'inventaire exhaustif de la biodiversité qu'il nomme : *All Taxa Biodiversity Inventory*.

Encadré 1 : Quelle traduction française pour le sigle ATBI ?

En France, le sigle anglais ATBI est le terme le plus employé par les acteurs de la conservation. Il reste toutefois peu compréhensible et appropriable par un cercle plus large d'acteurs. Le Parc national du Mercantour avait renommé le projet Inventaire biologique généralisé (IBG) dans le cadre d'un Plan intégré transfrontalier (PIT). A l'occasion de la revue bibliographique, *All Taxa Biodiversity Inventory* a été traduit selon les auteurs par « inventaire tous terrains, tous taxons (I4T) » (Leccia, 2014 ; McNeely & Mainka, 2009), « inventaire général de la biodiversité » (Association Païolive, 2015a), « inventaire biologique généralisé » (Leccia & Morand, 2013) et « inventaire généralisé de la biodiversité » (Touroult et al., 2017a). Dans le cadre de cette étude, nous avons retenu l'appellation « inventaire général de la biodiversité » comme traduction du sigle ATBI.

Figure 1 : Caricature de l'entomologiste Terry Erwin par Georges Million (Source : Courrier de l'environnement de l'INRA n°55)

Contexte, objectifs et méthodes de l'étude

Contexte de l'étude

La rapport « Diagnostic et recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes continentales » (Touroult et al., 2017a) offre un cadrage sur les besoins et l'état de la connaissance dans le domaine de la biodiversité en France. Parmi les actions prioritaires, le rapport souligne la nécessité de soutenir les études taxonomiques en Métropole et en Outre-mer. À ce titre, les inventaires généraux de la biodiversité sont présentés comme des démarches importantes et à encourager car elles « stimulent l'ensemble du processus, de la collecte des échantillons jusqu'au référentiel taxonomique » (Touroult et al., 2017b).

Par ailleurs, et suite au succès de l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime, un certain nombre d'acteurs ont exprimé la volonté de fédérer les initiatives d'inventaires généraux de la biodiversité. Cela concerne en premier lieu les personnes impliquées dans des inventaires généraux de territoires de référence comme la Réserve nationale de la Massane dans les Pyrénées-Orientales, la Réserve intégrale du Lauvitel dans le Parc national des Écrins, le site de Païolive et du plateau des Gras en Ardèche- Gard ou encore le domaine du Bois de Bouis dans la plaine des Maures. Mais cette dynamique intéresse plus largement de nombreux acteurs de l'acquisition de connaissances (e.g. administrations, muséums, associations de protection de l'environnement, laboratoires de recherche). Des rencontres ont notamment eu lieu sur ce thème en 2015 à l'initiative de l'association Païolive (voir Encadré 2).

L'ensemble de ces réflexions a fait émerger le besoin d'un guide de cadrage des inventaires généraux de la biodiversité. Un tel guide, élaboré de manière collégiale, aurait notamment pour but de proposer un périmètre (e.g. définir un socle minimal de protocoles et de groupes taxonomiques), les moyens mobilisables (humains et financiers) et un cadre commun en termes de gestion de l'information et de sa diffusion.

Le présent document constitue une première synthèse des expériences et des éléments structurants dans la perspective de la tenue d'un séminaire dédié et de la coproduction d'un guide de cadrage voire d'un « label inventaire général de la biodiversité ».

Encadré 2 : Les rencontres ATBI de Païolive, 2015

En avril 2015, deux journées de « Rencontre autour des Inventaires Généraux de la Biodiversité entrepris en France » ont eu lieu à Labeaume en Ardèche. L'atelier a réuni 22 participants issus de différentes structures dont les Parcs nationaux des Cévennes, des Écrins et du Mercantour, le Conservatoire botanique national du Massif Central, les Réserves nationales de la Massane et des Gorges de l'Ardèche, le Centre d'écologie fonctionnelle et évolutive de Montpellier, l'Association Païolive et des taxonomistes.
Ces rencontres se sont fixées comme objectif d'initier « une relation durable » entre les différents inventaires généraux de la biodiversité en France afin de « valoriser les résultats, de développer des méthodologies communes, d'échanger sur les résultats et sur les dispositifs de banque de connaissances associés, de rechercher des synergies et de mener une action coordonnée en matière de mobilisation de ressources humaines et financières » (Association Païolive, 2015b).
Les ateliers ont permis de faire émerger différents enjeux et pistes de travail :
- méthodologie : proposer une définition opérationnelle et partagée des ATBI/ inventaires généraux de la biodiversité, identifier des objectifs et des bases méthodologiques communes ; réfléchir à la mise en place d'une charte ou d'un label ;
- mutualisation technique et scientifique : faire émerger un réseau permettant à la fois des collaborations ponctuelles et de maintenir un effort dans la durée ; renforcer des ressources humaines en spécialistes et la disponibilité d'outils de travail appropriés (clés de détermination, checklists, banques de connaissances) ;
- valorisation : structurer, capitaliser et communiquer les résultats des inventaires à travers des outils interopérables et en cohérence avec les standards du Système d'information sur la nature et les paysages (SINP) ;
- plaidoyers : décliner des plaidoyers adaptés aux différentes catégories d'acteurs et de financeurs pour faire reconnaitre l'importance des inventaires généraux de la biodiversité.

Objectifs du rapport et méthodes de l'étude

Un inventaire général de la biodiversité (ATBI) est **un processus d'inventaire coordonné de l'ensemble des espèces présentes dans un espace donné.** L'objectif est de **faire progresser la connaissance taxonomique et chorologique et de mieux comprendre les communautés écologiques et leurs interactions au sein des écosystèmes**. Il contribue, lorsque cela est possible, à une évaluation patrimoniale du territoire et à la mise en place de suivis. En outre, il est le moteur d'une dynamique de mobilisation humaine en créant et en renforçant les liens et l'échange entre les naturalistes taxonomistes et les acteurs de la conservation.

L'objectif de ce document est, d'une part, de **dresser un état des lieux des inventaires de type ATBI** en France et dans le monde et, d'autre part, de **fournir un retour d'expérience** sur les initiatives les plus abouties notamment en Europe et en Amérique du Nord.

Pour cette étude, nous avons retenu les critères suivants pour caractériser un inventaire général de la biodiversité :

- **la diversité des groupes taxonomiques**. Un inventaire général de la biodiversité vise à étudier le plus grand nombre possible de groupes taxonomiques (dont les compartiments biologiques dits « cryptiques » comme les arthropodes, la flore non vasculaire et la fonge) ;
- **la coordination de la démarche et du partage de la connaissance**. Un inventaire général de la biodiversité implique une coordination pour la préparation et le déroulement des inventaires de terrain, la gestion des données et (le cas échéant) des spécimens et la diffusion des résultats. Cette coordination peut être assumée par un porteur de projet ou distribuée entre les participants (gestionnaires, taxonomistes, techniciens, bénévoles…) ;
- **l'amélioration de la connaissance scientifique**. Un inventaire général de la biodiversité se fixe comme objectif de faire progresser la connaissance taxonomique et chorologique et de mieux comprendre les communautés écologiques et leurs interactions au sein des écosystèmes. Cela implique notamment une pression d'inventaire importante (i.e. répétition du nombre de passages et diversité des périodes d'inventaires) et une collecte d'informations sur la répartition spatiale et temporelle des espèces, leurs habitats et, le cas échéant, sur leurs abondances et leurs traits d'histoire de vie (Deharveng & Isaia, 2013 ; White & Langdon 2006) ;
- **le type de territoire concerné**. Un inventaire général de la biodiversité porte sur un territoire géographiquement cohérent. Les inventaires peuvent être menés sur l'ensemble du territoire ou sur un certain nombre de sites représentatifs. Il n'y pas *a priori* de limite en termes de superficie, mais elle doit permettre de tendre vers l'exhaustivité.

Source des informations

Cette étude se fonde, d'une part, sur la consultation d'une soixantaine de documents (articles scientifiques, littérature grise, sites internet – cf. bibliographie) et, d'autre part, sur des échanges informels avec plusieurs dizaines de participants à des ATBI en France et dans le monde : taxonomistes, chargés de missions, techniciens, gestionnaires de données...

Les deux ATBI les plus importants, les Great Smoky Mountains aux USA et Mercantour-Alpi Marittime en France et en Italie font partie des initiatives où les différentes phases du projet sont les mieux documentées. Ces deux programmes phares ont été largement utilisés pour cette synthèse. En particulier, de nombreux retours d'expériences ont été publiés sous forme d'éditions spéciales de revues comme *ABC Taxa* (Eymann et al., 2010), *George Wright Forum* (Langdon et al., 2006 ; White & Langdon, 2006), *les Cahiers de Séolane* (Casazza & Brisset, 2013 ; Deharveng & Isaia, 2013 ; Garrigue, 2013) ou *Zoosystema* (Deharveng et al., 2015; Villemant *et al.*, 2015). Malgré une documentation parfois moins accessible, plusieurs dizaines d'autres inventaires généraux de la biodiversité ont été consultés ce qui a permis des comparaisons intéressantes et ainsi d'aller au-delà de ces deux projets phares.

Pour l'Amérique du Nord et l'Europe, régions où de nombreux projets ATBI ont vu le jour et où l'information est facilement accessible, pratiquement tous les projets significatifs ont été considérés. En revanche, pour le reste du monde, peu de projets d'inventaires se présentent spécifiquement comme ATBI ou répondent aux critères ci-dessus. Pour autant ce travail n'a pas pour but d'être exhaustif à l'échelle globale, mais il est clair que certaines initiatives instructives pourraient manquer à ce premier retour d'expérience.

Ce travail intègre également les résultats des travaux des sociologues et des ethnologues sur les inventaires généraux de la biodiversité (Mauz, 2011 ; Mauz & Granjou, 2013). La contribution des sciences sociales à l'étude du « renouveau des expéditions naturalistes » a en effet apporté un regard transversal et complémentaire de celui des biologistes et des gestionnaires (Mauz, 2012). Tout particulièrement depuis l'expédition Santo au Vanuatu, des sociologues et des ethnologues ont étudié le déroulement de plusieurs grands inventaires en intégrant les dimensions politiques, financières et scientifiques (Faugère & Mauz, 2013).

Sélection des initiatives

Face à la diversité des initiatives rencontrées, les projets identifiés sont répartis en deux niveaux :

- Premier niveau : les inventaires visant à améliorer la connaissance taxonomique de façon importante sur plusieurs groupes taxonomiques peu connus d'un territoire donné ;
- Second niveau : les inventaires généraux de la biodiversité *sensu stricto* selon la définition proposée ci-dessus[1]. Il s'agit des initiatives :
    - ayant organisé plusieurs campagnes d'inventaires dans le but de tendre vers l'exhaustivité ;
    - ciblant différents groupes de flore non vasculaire, de fonge et/ou d'arthropodes (i.e. la biodiversité dite « cryptique ») ;
    - mobilisant une communauté de taxonomistes ;
    - impliquant un mécanisme de gestion des données et la mise en collection des spécimens ;
    - ayant permis d'améliorer significativement la connaissance d'un territoire donné et de produire des résultats d'une portée scientifique supra-régionale ;

La partie 1 du rapport prend en compte toutes les initiatives de niveau 1. La partie 2 fournit un retour d'expériences sur les éléments structurants des projets et cible principalement les inventaires de niveau 2.

Figure 2 : Inventaire des Hétérocères, Vallon de Sagnas, L. Pizzetti. ATBI Mercantour–Alpi Marittime

[1] A titre de comparaison, le second niveau exclut une partie des ATBI centrés uniquement sur les groupes les plus connus (e.g. certains projets de sciences citoyennes aux USA comme l'ATBI Sequoia National Forest), les inventaires basés sur une seule campagne de terrain (e.g. ATBI Rare Research Reserve au Canada) et les projets d'ATBI n'ayant pas été mis en œuvre (e.g. l'ATBI du Guanacaste au Costa Rica ou certains ATBI+M dans le cadre du programme d'EDIT).

Partie 1. Vue d'ensemble des principaux inventaires généraux de la biodiversité dans le monde

1. La genèse des *All Taxa Biodiversity Inventories* (ATBI)

1.1 L'Aire de conservation Guanacaste (Costa Rica)

En 1992, une rencontre scientifique est organisée par l'*Organization for Tropical Studies* à la station biologique de La Selva au Costa Rica. Les échanges entre les participants font émerger deux questions à l'origine du concept d'ATBI (Rossman et al., 1998) :

- Est-il possible de réaliser un inventaire rigoureux de la biodiversité sur un territoire écologiquement complexe de 120 000 hectares ?
- La communauté scientifique est-elle prête à relever le défi ?

Pour tenter de répondre à ces questions, 55 experts se réunissent pendant 3 jours pour poser les bases d'une estimation collégiale d'un *All taxa biodiversity inventory*. Selon eux un projet de cette ampleur impliquerait (Rossman et al., 1998) :

- un minimum de 7 années de travail ;
- un financement à hauteur de 100 millions de dollars correspondant à environ 20% du coût réel ;
- une collaboration sans précédent entre taxonomistes, administratifs et la communauté des utilisateurs de données sur la biodiversité.

Le premier projet d'ATBI est alors initié par la *National Science Foundation* (NSF) des USA, l'*Instituto Nacional de Biodiversidad* (INBio) du Costa Rica et l'Aire de conservation Guanacaste, en lien avec la communauté des taxonomistes (Janzen & Hallwachs, 1994).

Ce projet pilote, unique en son genre, est finalement abandonné. La première raison est d'ordre économique ; une partie des fonds levés est attribuée à d'autres projets scientifiques ciblés sur un nombre plus restreint d'espèces et sur l'ensemble du pays (Sharkley, 2001, White & Langdon, 2006). La deuxième raison est d'ordre politique : pour certains auteurs ce choix est notamment lié à une insuffisance de retombées positives pour les populations locales (Kaiser, 1997).

Pour autant les initiateurs de ce projet ont été à l'origine d'une innovation importante dans le domaine de la connaissance naturaliste (Mauz, 2011). Aujourd'hui, en effet, il existe une douzaine d'initiatives à travers le monde qui ont réalisé avec succès un inventaire général de la biodiversité de leur territoire (Voir Tableau 1 en annexe).

1.2 Le premier ATBI au monde : le Parc national des Great Smoky Mountains (USA)

Le Parc national des Great Smoky Mountains, créé en 1934 sur un territoire de 2114 km², est l'une des plus grandes zones protégées de l'Est des États-Unis.

A la différence du projet d'ATBI du Guanacaste, initié principalement par des biologistes et centré sur la taxonomie, l'ATBI du Parc national des Great Smoky Mountains est le fruit d'une réflexion conjointe des gestionnaires et des universitaires autour de problématiques de gestion. Le conseil scientifique du Service des parcs nationaux des États-Unis (NPS) est régulièrement amené à se prononcer sur des sujets comme les allocations des ressources pour la conservation, des projets d'aménagement et d'infrastructures, les impacts de la pollution atmosphérique… (White & Langdon, 2006).

Selon Sharkley (2001) le choix du Parc National des Great Smoky Mountains est particulièrement pertinent car il s'agit d'un territoire ; 1) avec la plus grande diversité en espèces de la partie tempérée des USA ; 2) qui bénéficie du statut de parc national ; 3) situé à proximité de noyaux de population qui bénéficieront du projet en tant que volontaires ou simple visiteurs ; 4) où les personnels du Parc sont sources de soutien et d'encouragement et 5) dans un pays où « les citoyens ont la volonté politique, économique et intellectuelle pour accomplir de grandes choses » (sic).

Une organisation à but non lucratif est créée en 1998 pour porter le projet : Discover Life in America (DLIA) avec le soutien des Amis du Parc ainsi que des dizaines d'universités et de muséums. DLIA a accompagné plus de 800 participants : scientifiques, étudiants, enseignants et citoyens. L'ensemble des contributions bénévoles est estimé à 120 000 $ par an et plus de 50 000 heures de travail par an. Il faut également ajouter les soutiens financiers privés à hauteur de 400 000 $ par an (DLIA, 2012 ; Sharkey 2001; Nichols & Langdon 2007; Bernard & Felderhof 2007).

Les résultats de cet effort collectif unique en son genre ont été à la hauteur. Depuis 1998, près de 20 000 espèces ont été recensées sur le territoire du Parc national. En outre près de mille espèces nouvelles pour la science ont été décrites dans de nombreux groupes biologiques souvent mal connus : Algues, Lichens, Mollusques, Vers, Araignées, Crustacés, Pauropodes, Collemboles, Diptères, Hétérocères et Coléoptères. Sous l'impulsion de DLIA et de la communauté des taxonomistes, l'ATBI du Parc National des Great Smoky Mountains est toujours en cours (voir le site internet de DLIA).

1.3 EDIT et les ATBI+Monitoring en Europe

European Distributed Institute of Taxonomy

EDIT est un réseau d'excellence qui a permis, entre 2006 et 2011, de coordonner 28 institutions scientifiques avec comme objectif principal de réduire la fragmentation dans le domaine de la taxonomie en Europe. Ce dispositif initié par le CETAF (*Consortium of European Taxonomic Facilities*) a bénéficié d'un financement de l'Union européenne dans le cadre du 6e programme-cadre de recherche et de développement (PCRD). Le Museum für Naturkunde à Berlin a été en charge du pilotage et la coordination du projet. Le *Work Package 7* (*Applying Taxonomy to Conservation*) a pour but d'organiser et de promouvoir d'ambitieuses campagnes de terrain nommées ATBI+M, le sigle de *All Taxa Biodiversity Inventory + Monitoring*. Fortement inspiré de l'ATBI du Parc national des Great Smoky Mountains aux USA, le projet d'EDIT est cependant distinct car il s'agit avant tout d'établir des états initiaux les plus complets possible en intégrant une dimension de suivi (monitoring).

Trois campagnes ATBI+M sont organisés par EDIT en Europe : le Mercantour-Alpi Marittime entre la France et l'Italie (voir chapitre suivant), Gemer en Slovaquie et Spreewald en Allemagne. Le premier, très ambitieux, est toujours en cours. Les deux autres ATBI+M ont eu des résultats mitigés et n'ont pas été poursuivis. Le tableau 1 présente les résultats des ATBI+M en Europe à la fin du programme EDIT.

Tableau 1: Synthèse des ATBI+M en Europe à la fin du programme EDIT (source : EDIT, mars 2011)

	Indicateurs (mars 2011)		
Campagnes d'inventaires	610		
Jours de terrain	3261		
Participants	252		
Données produites	68258		
Espèces inventoriées par ATBI			
Mercantour-Alpi Marittime Gemer Area (Slovaquie) Spreewald (Allemagne)	8305 3313 110		
Espèces inventoriées par règne	Faune	Flore	Fonge
	7504 (90% d'insectes)	1993	913
Nouvelles espèces décrites	Pour la région	Pour le pays	Pour la science
	272	62	21

ATBI+M Mercantour-Alpi-Marittime (France et Italie)

Le Parc national du Mercantour (PNM) et le Parco naturale Alpi Marittime (PNAM) sont deux espaces naturels transfrontaliers des Alpes du Sud. Ils partagent une situation écologique et biogéographique particulière liée aux influences méditerranéennes et alpines et à un important gradient altitudinal allant de 350 m à 3 297 m (Mont Argentera). La géologie complexe est à l'origine d'une grande variété de roches avec des couches cristallines très anciennes (gneiss, granit) et des couches sédimentaires plus jeunes (karst juvénile, schiste, grès). De plus, la région a servi de refuge pour de nombreuses espèces lors de la dernière période glaciaire (Médail & Diadema, 2009). En raison d'une très grande diversité d'écosystèmes et de formes de vie, ce territoire est reconnu comme un *hotspot* (point chaud) de la biodiversité en Europe (Dole-Olivier et al. ; 2015; Médail & Quezel 1997 ; Villemant et al., 2015).

La dynamique de partenariats scientifiques et de collecte d'informations sur la biodiversité dans les parcs du Mercantour et Alpi Marittime existait avant la mise en place de l'ATBI. En particulier, le Parc national du Mercantour s'est associé dès les années 2000 à des taxonomistes du MNHN pour inventorier des groupes mal connus comme les araignées ou la malacofaune (Gargominy, 2013 ; Hervé & Rollard, 2009).

Cependant, en dépit de partenariats réussis, une partie des données recueillies par les naturalistes et les taxonomistes n'était souvent pas disponible pour les gestionnaires, et a fortiori pour le public. De nombreuses informations n'ont pas été publiées ou l'ont été dans des revues peu accessibles, et/ou avec des localités mal décrites. De plus, étant donné que les prélèvements dans les aires protégées sont interdits ou fortement réglementés, certains scientifiques étaient parfois réticents à une diffusion de leurs données. Enfin, en raison de la pénurie de spécialistes pour certains groupes (e.g. certaines familles de Diptères et d'Hyménoptères) et de l'accessibilité difficile de certains sites (e.g. les grottes), la connaissance de la biodiversité était lacunaire.

En 2006 les partenaires du projet EDIT doivent trouver un territoire pilote pour initier le premier ATBI d'une série en Europe. Sous l'impulsion du MNHN, ils choisissent de collaborer avec les deux parcs (PNM et PNAM) en raison de leur richesse biologique, des possibilités d'accueil et du dynamisme des équipes (Leccia et al., 2009).

EDIT, le PNM et le PNAM signent un *Memorandum of Understanding* en 2007. Celui-ci définit les conditions des activités de recherche menées dans le cadre de l'ATBI + M, et notamment les conditions logistiques, le partage des données et la collecte de matériel biologique par les participants. 17 sites pilotes répartis entre l'Italie et la France sont sélectionnés. D'une superficie totale de 10 km² ces sites représentent un échantillon de la diversité environnementale du parc Alpi Marittime pour l'Italie et de la vallée de la Roya pour la France.

Anticipant la fin du projet EDIT en 2011, les deux parcs décident de poursuivre leur collaboration et de chercher d'autres partenaires et financeurs. Ils obtiennent le soutien du ministère français de l'Écologie, de la Principauté de Monaco, de la Fondation Albert II de Monaco et du programme européen Alcotra 2007-2013. Ces partenariats permettent de poursuivre ces ambitieux inventaires et de les élargir à l'ensemble des territoires des deux parcs. Ainsi, une plus grande diversité d'habitats (e.g. les compartiments sous-fluviaux) et de groupes (e.g. les Lichens) est prise en compte. Par ailleurs, une interaction accrue entre les systématiciens et les agents des parcs permet de développer le volet gestion, en particulier pour les milieux forestiers et agro-pastoraux (Leccia & Morand, 2013).

Depuis 2007, l'ATBI le plus important d'Europe mobilise plus de 350 spécialistes et a permis de doubler le nombre d'espèces recensées dans les deux parcs (plus de 12 000 taxons). Plus de vingt espèces nouvelles pour la science ont été décrites et des dizaines d'autres sont en cours de description. Ce travail est régulièrement valorisé auprès de la communauté scientifique (e.g. journées transfrontalières d'échanges, fascicules de la revue Zoosystema, organisation de *summer schools*). Une partie des données du Mercantour est accessible sur le site de l'INPN [2] et un data paper[3] sur l'ensemble des données des deux parcs est en cours de préparation et sera diffusé sur la plateforme du GBIF. Ce programme

Figure 3 : Inventaire des Lichens ATBI Mercantour Alpi Marittime

[2] https://inpn.mnhn.fr/espece/jeudonnees/67

[3] Ichter, J., Leccia M.F., Gargominy O., Robert S. and Poncet, L.. (in prep.) The first large-scale All-Taxa Biodiversity Inventory in Europe: description of the ATBI Mercantour/Alpi Marittime dataset. Biodiversity Data Journal.

bénéficie d'une bonne visibilité auprès du grand public avec notamment une exposition photographique et un ouvrage sur la biodiversité des Alpes (Brondex & Barnéoud, 2015).

Malgré la fin des principaux financements de l'ATBI, la dynamique d'acquisition et de valorisation de connaissance se poursuit. De nombreux taxonomistes continuent de venir prospecter bénévolement le territoire en raison de son attractivité mais également de la relation de confiance établie au fil des projets. Enfin les deux établissements gestionnaires continuent à rechercher activement des financements extérieurs (e.g. financements européens, mécénat) pour assurer la poursuite des inventaires via des contrats de collaboration ou des prestations.

En 2017 et 2018, un relais de l'ATBI par certaines communes du territoire (Barcelonnette et Sospel) a permis de prolonger encore la venue de taxonomistes sur le territoire du Parc national du Mercantour.

ATBI+M Gemer (Slovaquie)

En janvier 2007, des représentants d'EDIT et de l'agence slovaque pour la protection de la nature signent un accord afin d'organiser un inventaire général de la biodiversité (ATBI+M) dans la région de Gemer. Les zones ciblées concernent trois aires protégées : le Parc national Muránska Planina (la plaine de Muranska), le Parc national du Slovenský Raj (le Paradis slovaque), le Parc national du Slovenský Kras (le karst de Slovaquie)

Les inventaires de terrain ont eu lieu de 2008 à 2011. Ils ont impliqué 46 taxonomistes et 28 institutions européennes. L'ensemble des informations concernant le programme, les informations pratiques à destination des experts et les premiers résultats sont disponibles sur le site web dédié[4]. 9140 données géoréférencées sont également en consultation et téléchargement sur le site du GBIF (doi:10.15468/ryxdtr).

L'ATBI Gemer a permis de documenter 3 300 espèces et de décrire 27 espèces nouvelles pour la Slovaquie et deux espèces de diptères nouvelles pour la science, *Synplasta terezae* (Ševčík, 2009).et *Docosia muranica* (Ševčík et al., 2016). Le projet n'a pas été poursuivi à la fin du programme EDIT (C. Monje, com.pers. 2017).

ATBI de la réserve de Biosphère du Spreewald (Allemagne)

La Forêt de la Sprée est une importante zone humide située dans le Land de Brandebourg à 100 km au sud-est de Berlin. Ce grand delta intérieur issu de la division de la rivière Spree a été formé lors de la dernière glaciation il y a environ 20 000 ans. Ce paysage naturel et culturel unique est classé en réserve naturelle en 1990 et reconnu réserve de biosphère par l'UNESCO en mars 1991. La réserve de biosphère de Spreewald couvre environ 474 kilomètres carrés.

Un ATBI+M Spreewald[5] a été initié à la fin du programme EDIT WP7, mais les inventaires engagés n'ont pas été poursuivis au-delà de 2011 et de la fin des financements (C. Monje, com.pers. 2017). En 2010, le Museum für Naturkunde de Berlin a publié un jeu de données de 1470 occurrences correspondant à 561 taxons sur la plateforme du GBIF (doi:10.15468/ciws2x).

Encadré 3 : Les projets ATBI+M d'EDIT qui n'ont pas aboutis

Dans le cadre d'EDIT, d'autres projets ont été prévus hors de l'Union européenne en Géorgie et en Equateur. Malgré la signature de *Memorandum of Understanding*, ces projets n'ont pas abouti en partie parce que peu de biologistes se sont impliqués (M. Leponce, com. pers. 2017). Ainsi seuls quelques groupes taxonomiques ont été étudiés.

En 2006, un ATBI du Parc national de Bordjomi-Kharagaouli (5 300 km²) a été initié par EDIT en Géorgie dans le massif du petit Caucase. Au final, les seules données publiées par ce projet concernent les Lépidoptères (561 occurrences). Le jeu de données du Museum für Naturkunde de Berlin est accessible sur la plateforme du GBIF (doi:10.15468/lak7bb).

En 2009, EDIT a initié une collaboration avec une ONG du sud de l'Equateur (Reserva Biologica San Francisco, Loja) et une unité de recherche ('Biodiversity and Sustainable Management of a Megadiverse Mountain Ecosystem in South Ecuador') pour le lancement d'un ATBI+M sur un site pilote. Malgré le soutien de la German Science Foundation (DFG) le projet n'a pas été finalisé (M. Leponce et J. Bendix, com. pers. 2017).

[4] http://www.atbi.eu/gemer

[5] http://www.atbi.eu/spreewald

2. Les grands inventaires de la biodiversité dans le monde

2.1 La dynamique des ATBI en Amérique du Nord

A partir des années 2000, une véritable dynamique autour du concept d'ATBI voit le jour aux États-Unis. Fort de l'engouement que suscite le vaste inventaire du Parc national des Great Smoky Mountains (voir Chap. 1), des dizaines de projets, plus ou moins ambitieux et structurés, voient le jour (voir Tableau 2). Le point commun de ces ATBI est de chercher à documenter les différents compartiments de la biodiversité, de mobiliser et de dynamiser une communauté importante de naturalistes et de rendre les projets accessibles à un large public. Parmi les expériences les plus significatives en matière de diversité de groupes inventoriés, on trouve les ATBI des parcs Adirondack dans l'État de New York et des Boston Harbor Islands dans le Massachusetts (voir chapitres suivants). De nombreuses autres initiatives dites ATBI sont initiées sur la plateforme web iNaturalist même si la majorité de ces projets ont principalement inventorié les groupes taxonomiques les mieux connus : Plantes vasculaires, Oiseaux, Mammifères, Herpétofaune, Rhopalocères et Odonates.

Une des caractéristiques des ATBI en Amérique du Nord est la diversité des projets. La superficie des territoires va de la biorégion (e.g. 40 000 km² pour le Désert du Mojave), au comté (e.g. San Benito County) ou la commune (e.g; Queen City), du parc naturel (e.g. Adirondack State Park) au campus universitaire (e.g. Colby College). Selon les projets les participants sont issus la communauté des taxonomistes, des naturalistes régionaux et/ou des étudiants dans le cadre de leur cursus. Par exemple, chaque étudiant du Colby College Ecology dans l'État du Maine doit soumettre un minimum de 100 observations de « qualité universitaire » à la fin du semestre.

Certains projets sont en place depuis plus de 10 ans et n'ont pas d'échéance prévue. D'autres fonctionnent sous forme de défis d'une durée symbolique (e.g. 1 an, 24 heures) pour entretenir la motivation des participants et générer un intérêt de la part des médias et du grand public. Un des outils clés pour le succès des ATBI aux USA est l'organisation de *BioBlitz* (voir encadré 4 ci-dessous). Un autre format plus récent est le Biodiversity Big Year (BBY). À l'origine, il s'agit d'un défi lancé par des passionnés d'avifaune d'observer le plus grand nombre d'espèces d'oiseaux sur un territoire donné en une année. Le concept a ensuite été étendu à l'ensemble de la biodiversité. En 2016 des naturalistes du Comté de San Benito en Californie (3 600 km²) organisent leur premier BBY en se fixant des objectifs chiffrés (e.g. 750 espèces de plantes, 230 d'insectes, 150 d'oiseaux, 100 de champignons et lichens). Ils ont pu ainsi documenter sur une année 1 322 espèces soit 63% des espèces connues sur ce territoire.

Encadré 4 : Les *BioBlitz* ou inventaires éclairs

Un *BioBlitz* est une évaluation rapide de la biodiversité d'un ou plusieurs sites et ciblée sur des groupes spécifiques (Karns D.R. et al., 2006). La détermination des espèces et la validation des données sont coordonnées par des experts en taxonomie, mais le travail de terrain implique des naturalistes de tous niveaux. Un *BioBlitz* complet dure généralement entre 24 et 48 heures et peut inclure plusieurs centaines de participants. Les principaux objectifs sont la production de nombreuses données originales en peu de temps et un volet éducatif (NPS Biodiversity Stewardship Steering Committee, 2009). Un *BioBlitz* implique un effort de prospection important sur un territoire mais sans nécessairement chercher à l'exhaustivité. Ce type d'inventaire est plus simple à mettre en place qu'un ATBI et ses objectifs sont plus facilement atteignables (Borkent & Brown, 2015). Mais dans le cadre d'ATBI, les *BioBlitz* permettent d'améliorer chaque année la connaissance en ciblant les prospections sur certains sites du territoire et certains groupes taxonomiques. Par exemple, en juillet 2000 dans les Great Smoky Mountains, une équipe de 20 spécialistes des Papillons de nuit a permis d'identifier 706 espèces parmi lesquelles 301 nouvelles pour le parc national[6] et une espèce nouvelle pour la science (Scholtens & Wagner, 2007).

Le tableau 2 présente une synthèse des principaux inventaires généraux de la biodiversité aux États-Unis en fonction du nombre d'espèces inventoriées. Les informations sont issues de la littérature disponible, des sites web des projets et de la plateforme iNaturalist[7] .

[6] http://www.discoverlife.org/pa/pu/ATBI_Quarterly/atbi_quarterly_fall_2000.pdf

[7] iNaturalist.org est une plateforme de gestion en ligne de données naturalistes géoréférencées et un outil d'identification participative. Elle se présente comme un réseau social permettant de partager des informations sur la biodiversité.

Tableau 2 : Synthèse des principaux inventaires généraux de la biodiversité (ATBI) aux États-Unis

Nom du projet	Nombre d'espèces	Nombre d'observations	Nombre d'observateurs	Superficie (km²)
Great Smoky Mountains ATBI	19 363	NC	> 800	2 114
Los Angeles Nature Map	4 753	73 567	1 354	10 518
Boston Harbor Islands ATBI	1 732	> 75 000	NC	6
San Benito County – Biodiversity Big Year	1 322	5 788	117	3 600
Adirondack ATBI	1 924	6 689	178	24 000
Colby college ecology	705	2 717	27	NC
Sequoia National Forest	556	1 246	103	4 826
Mojave Desert ATBI	452	1 050	12	130 000

Trois initiatives sont présentées ci-dessous : les ATBI Adirondack et Boston Harbor Islands, qui sont parmi les expériences les plus réussies d'inventaires généraux de la biodiversité aux Etats-Unis, et, au Canada, l'inventaire du Rare Charitable Research Reserve a mis en place une analyse ADN systématique sur tous les spécimens collectés.

L'ATBI de l'Adirondack State Park (USA)

Figure 4 : ATBI Adirondack

L'Adirondack State Park est un parc naturel de 24 000 km² situé dans le nord-est de l'État de New York. Les Adirondacks sont un massif cristallin qui culmine à 1 629 m d'altitude. La moitié de la superficie du parc bénéficie d'une protection foncière et légale par l'État de New York afin de garantir le caractère « sauvage » des forêts du massif.

Un inventaire tous taxons, tout terrains (publics et privés) est initié en 2006 par un groupe de scientifiques professionnels et naturalistes régionaux. Il est piloté par le College of Environmental Forestry de l'État de New York via l'Adirondack Ecological Center[8] (AEC) en partenariat avec le bureau d'études Adirondack Research[9]. Le projet implique une vingtaine de structures : muséums, associations, administrations publiques et universités.

Des *BioBlitz* sont régulièrement organisés depuis 2007. Le projet, toujours en cours, a permis de documenter près de 2°000 espèces sur une superficie de 141°km². Les informations sont disponibles sur la plateforme iNaturalist[10].

Outre la connaissance taxonomique, l'ATBI Adirondack accorde une place importante à la participation citoyenne, à l'implication des communautés locales, à la culture et aux arts.

[8] http://www.esf.edu/aec/

[9] http://adkres.org/

[10] http://www.inaturalist.org/projects/adirondack-all-taxa-biodiversity-inventory.

L'ATBI des Boston Harbor Islands (USA)

Le Boston Harbor Islands National Recreational Area est un espace protégé de l'État du Massachusetts. Il est constitué de 34 îles, une presqu'île et une péninsule pour une superficie de 6 km². Il est géré par le Boston Harbor Islands Partnership (BHIP), un syndicat mixte composé de structures fédérales, régionales, municipales et d'associations.

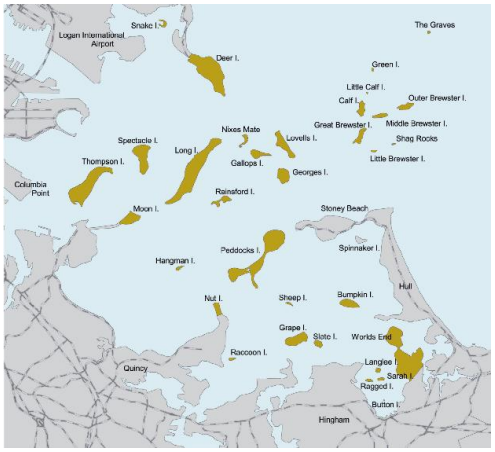


Figure 5 : Boston Harbor Islands National Recreational Area (Source : US Fish and Wildlife service)

En 2005, le BHIP et le Muséum de zoologie comparée (MCZ) de l'Université de Harvard s'associent pour réaliser la première phase d'un ATBI dans le parc. Le projet d'une durée de 6 ans s'est fixé comme cible le monde des invertébrés présenté sous le concept de *microwilderness* (Rykken & Farrell, 2013). Une des spécificités du projet est son contexte péri-urbain qui le distingue de la plupart des ATBI organisés dans des sites naturels riches en biodiversité.

Les objectifs principaux de cette première phase d'ATBI s'inscrivent dans le triptyque science/éducation/gestion en plaçant ces trois volets au même niveau. Ce projet a ainsi a permis de :

(1) documenter la diversité et la distribution des arthropodes et des mollusques du parc grâce à la collecte de 7 5000 spécimens. En 6 ans, 1 732 espèces ont été identifiées dont 8 espèces nouvelles pour les USA et une espèce de coléoptère Elatéridé (*Ampedus sp.*) potentiellement nouvelle pour la science. Des symposiums organisées en 2008 et 2011 ont présenté les premiers résultats scientifiques et les recherches en cours[11] ;

(2) de faire participer plusieurs milliers d'élèves et d'étudiants et de sensibiliser le grand public sur la biodiversité des invertébrés locaux. Parmi les initiatives innovantes, un jeu de cartes produit grâce à des images haute résolution a remporté le American Graphic Design Awards ;

(3) fournir des données de la biodiversité à des fins de gestion du parc, en particulier un suivi des espèces invasives, des pollinisateurs et des écosystèmes.

Les résultats des inventaires sont accessibles sur la page web du projet[12] et contribuent à différentes plateformes : Biodiversity Information Serving Our Nation (BISON[13]), Discover Life, Encyclopedia of Life, et Global Biodiversity Information Facility (GBIF). La plupart des spécimens collectés font l'objet d'un séquençage moléculaire et les résultats sont progressivement rendus disponibles sur la base de données de l'université d'Harvard[14]. À notre connaissance, l'ATBI n'a pas été poursuivi au-delà des 6 années d'inventaires.

L'ATBI du Rare Charitable Research Reserve en Ontario (Canada)

La Rare Charitable Research Reserve est une réserve naturelle de plus 365 hectares en Ontario au Canada. Le site est protégé à partir 2001 à des fins de conservation tout en offrant des possibilités de recherche scientifique et d'éducation publique dans le contexte d'une région urbanisée.

[11] https://www.nps.gov/boha/learn/management/sciencesymposia.htm

[12] http://140.247.96.247/boston_islands/mantisweb/index.php

[13] http://bison.usgs.ornl.gov/

[14] http://mczbase.mcz.harvard.edu/

En 2015, à l'occasion de la sixième conférence International Barcode of Life à Cambridge, le Biodiversity Institute d'Ontario et le Charitable Research Reserve initient un inventaire général de la biodiversité (ATBI). La stratégie d'inventaire est organisée en deux phases :

- une campagne d'inventaires de 4 mois (mai à août 2015) suivant un plan d'échantillonnage standardisé ;
- un inventaire éclair (*BioBlitz*) avec la participation des 113 conférenciers avec une grande variété de méthodes, un ciblage sur les groupes les moins étudiés et une collecte systématique des spécimens pour analyse ADN.

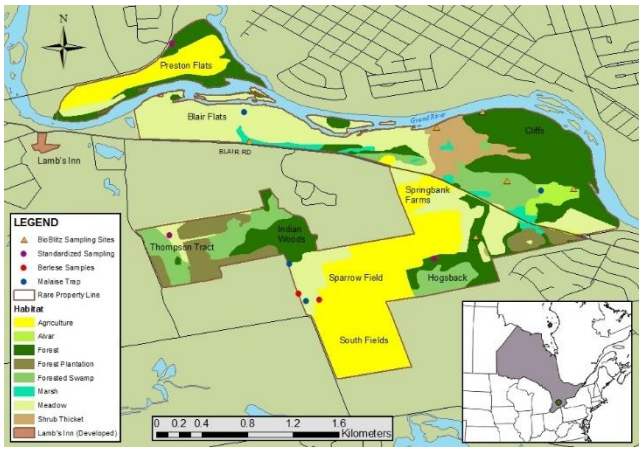


Figure 6 : Carte des échantillonnages 'ATBI Rare' (Source : Telfer et al., 2015)

Les séquences assemblées et éditées sont conservées dans le Barcode of Life Data Systems (https://doi.org/10.5883/DS-RBB15). L'ensemble des 28 924 données produites sont rendues publiques sur la plateforme du GBIF (doi:10.5886/hh6td9jn).

Cette campagne a permis d'identifier 3 348 espèces dont 1 102 nouvelles pour la réserve (Telfer et al., 2015). L'initiative n'a pas été renouvelée, il s'agit donc plus d'un état initial que d'un inventaire général de la biodiversité.

2.2 Les grandes expéditions naturalistes

L'apparition du concept d'ATBI est contemporaine d'une nouvelle série de grandes expéditions naturalistes. Ces deux types d'inventaires participent du même regain d'intérêt pour la taxonomie et l'étude d'une biodiversité dite « négligée » (Bouchet et al., 2008). Elles ont en commun de concentrer un grand nombre de spécialistes sur un territoire dans le but d'en améliorer significativement la connaissance et de générer des découvertes scientifiques. Ainsi, de nombreux aspects en termes d'organisation (e.g. les groupes de travail thématiques, la gestion des démarches administratives) ou de mise en œuvre des inventaires (e.g. échantillonnages de type tente Malaise, le *barcoding*) sont très proches des inventaires généraux de la biodiversité.

Une des différences principales est la durée plus courte des expéditions. En effet, elles nécessitent des logistiques importantes et coûteuses. Elles sont donc concentrées sur des périodes limitées (quelques semaines à quelques mois). Les ATBI s'étendent généralement sur des durées plus longues qui se comptent en années (voir Figure 14). Cela a pour conséquence une meilleure répartition de l'effort de prospection et d'échantillonnage (Villemant et al., 2015) et augmente les valorisations en termes de gestion des espaces. De plus, les ATBI ciblent le plus souvent des sites où les conditions d'accès et les contraintes logistiques sont relativement simples pour faciliter la venue d'un grand nombre de spécialistes en limitant les coûts.

Par ailleurs, les grandes expéditions naturalistes comme « La Planète revisitée » ou les *Rapid Assessment Programs* ciblent généralement des *hotspots* de biodiversité (Myers et al., 2000). Les ATBI en revanche ne sont pas nécessairement sur des territoires connus comme des réservoirs de biodiversité d'importance internationale.

La Planète revisitée

Une des initiatives les plus significatives dans le domaine des expéditions est « La Planète revisitée. Vers un renouveau des grandes expéditions naturalistes », un vaste programme d'exploration des points chauds (*hotspots*) de la biodiversité, c'est-à-dire de zones qui contiennent au moins 1 500 espèces de plantes vasculaires endémiques et qui ont perdu au moins 70 % de leur végétation primaire (Myers et al., 2000). Ce programme a été initié par le MNHN et l'ONG Pro-Natura International et mis en œuvre avec divers partenaires.

Un des objectifs forts de « La Planète revisitée » est de raccourcir le temps taxonomique c'est-à-dire la durée entre la collecte d'une nouvelle espèce sur le terrain et sa description dans une publication scientifique, qui conditionne sa disponibilité pour la communauté scientifique et les acteurs de la conservation.

La première expédition a eu lieu en 2006 sur l'île Espiritu Santo dans le Pacifique sud. Elle a rassemblé 233 participants dont 155 scientifiques d'une vingtaine de nationalités différentes : de nombreux taxonomistes, mais également des paléoclimatologues, des archéologues, des ethnologues, des juristes, des économistes, des journalistes, des illustrateurs, des enseignants et des cinéastes (Bouchet et al., 2008 ; Mauz 2011).

Depuis 10 ans, six grandes expéditions ont été organisées :

- Santo en 2006, avec une dizaine de modules marins et terrestres ;
- Mozambique en 2008 et 2009, avec l'étude des forêts côtières sèches d'Afrique de l'est ;
- Madagascar en 2010, avec un module marin côtier, au large de l'extrême-sud de l'île et un module en haute mer dans le canal du Mozambique ;
- Papouasie-Nouvelle-Guinée en 2012-2014, avec un module marin (le Triangle de Corail) et un module terrestre (le Mont Wilhelm) ;
- Guyane avec un module marin en 2014 et un module terrestre en 2015 (massif du Mitaraka) ;
- Nouvelle-Calédonie en 2016-2017, avec un module marin et un module terrestre (dont un volet métagénomique).

Elles ont mobilisé 212 experts de 25 nationalités différentes et ont permis de documenter plus de 10°000 espèces dont plusieurs centaines nouvelles pour la science.[15].

IBISCA (Inventaire de la biodiversité des insectes du sol et de la canopée)

Le projet Ibisca, Inventaire de la biodiversité des insectes du sol et de la canopée, est une initiative du Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), de Pro-Natura International, d'Océan Vert et d'Opération Canopée visant à quantifier la distribution spatiale et la diversité des arthropodes tropicaux. Le site pilote est l'aire protégée de San Lorenzo au Panama d'une superficie totale de 6°000 ha.

Entre 2003 et 2004, l'ensemble des techniques actuelles d'inventaires de l'entomofaune au niveau du sol et de la canopée ont été mises en œuvre grâce à une collaboration scientifique internationale sans précédent (Basset et al., 2015). En particulier, des moyens d'accès exceptionnels ont été mobilisés : des grues, réseaux de cordes et le fameux « radeau des cimes ». Le plan d'échantillonnage sur plusieurs saisons a permis d'appréhender la beta-diversité et la stratification spatiale des groupes cibles.

Au total, 6 144 espèces d'arthropodes ont été inventoriées sur 12 sites représentant 0,48 hectare (Basset et al., 2012). Les résultats ont permis de fournir une évaluation de la richesse totale des espèces à l'échelle de la réserve forestière. Selon les modèles, San Lorenzo abrite entre 18 000 et 44 000 espèces d'arthropodes. Cette étude montre d'une part l'importance de la diversité végétale comme prédicteur de la richesse spécifique et, d'autre part la nécessité de prendre en compte la verticalité et la saisonnalité en forêt tropicale.

Rapid Assessment Program (RAP)

L'ONG Conservation International, créé en 1987, centre son action autour du concept de *hotspot* de biodiversité (Myers et al., 2000). Afin d'améliorer la connaissance de terrain et d'identifier les enjeux de conservation de certains *hotspots*, Conservation International met en place au début des années 1990 un dispositif d'expéditions de courtes durées, les *Rapid Assessment Program* (RAP).

Les évaluations réalisées par différents experts internationaux portent en premier lieu sur la qualification de la biodiversité : inventaires d'espèces, description de nouvelles espèces pour la science, évaluation des abondances, prospections ciblées sur des espèces ou groupes d'espèces particuliers (e.g. espèces menacées, endémiques,

[15] http://www.laplaneterevisitee.org/fr

indicatrices, clés de voûte ou ressources naturelles utiles aux communautés locales). En outre, les experts évaluent la santé des écosystèmes, les services écosystémiques et produisent des données socio-économiques.

Les RAP contribuent à de nombreuses avancées dans le domaine de la taxonomie : en 27 ans plus de 1 400 espèces nouvelles pour la science ont été décrites[16]. Pour autant, la recherche d'exhaustivité sur un territoire ne fait pas partie des objectifs d'un RAP, ce qui la distingue d'un inventaire général de la biodiversité.

2.3 Autres inventaires de biodiversité « longue durée » dans le monde

Le projet ALAS au Costa-Rica

Le projet ALAS[17] (*Arthropods of La Selva Project*) est un inventaire à grande échelle de la diversité des arthropodes dans la forêt tropicale de La Selva au Costa Rica. Il est initié en 1991 dans la plaine autour la station biologique de la Selva. Dans une seconde phase, de 2001 à 2005 le projet est étendu en superficie et en gradient altitudinal jusqu'à la cime de Volcan Barva à 2600 m d'altitude.

Le projet est basé sur la formation et l'accompagnement de parataxonomistes (voir encadré 5 ci-dessous). Les experts en taxonomie du projet ALAS visitent régulièrement la station biologique de La Selva pour former le personnel d'ALAS à reconnaître, préparer et identifier les spécimens à la famille, au genre ou à la morpho-espèce. Les parataxonomistes effectuent les échantillonnages selon des protocoles spécifiques, en utilisant une large gamme de techniques : les Berlèse, les tentes Malaise, les pièges lumineux, la fumigation (*canopy fogging*) et les pièges à interception (Longino & Colwell, 1997). Les spécimens sont préparés et mis en collection avant envoi aux spécialistes.

Il n'existe pas à notre connaissance de synthèse des résultats, mais la portée scientifique de cet inventaire est très importante avec plus de 180 publications scientifiques[18] et plusieurs dizaines de nouveaux taxons pour la science.

Encadré 5 : Les parataxonomistes

Un parataxonomiste est un naturaliste de formation non-universitaire capable d'effectuer des échantillonnages *in situ* et des tris en laboratoire de spécimens ultérieurement identifiés par des spécialistes (Janzen, 2004; Longino & Colwell, 1997). Il s'agit généralement d'une activité professionnelle exercée par des personnes vivant à proximité de la zone étudiée. La fonction de parataxonomiste répond en premier lieu à la problématique de la disponibilité des taxonomistes dans les zones tropicales où la richesse spécifique est très importante et les pressions et les menaces sur les écosystèmes sont fortes. Selon Janzen (1991) le parataxonomiste occupe une place stratégique en devenant un référent sur la biodiversité à la fois auprès des acteurs locaux mais également de la communauté scientifique.

Hawaii Biological Survey (HBS)

En 1992, le Muséum d'histoire naturelle et culturelle de l'État d'Hawaii (Bernice Pauahi Bishop Museum) est désigné pour porter le Hawaii Biological Survey (HBS), un inventaire complet des plantes, des animaux et d'autres organismes de l'État d'Hawaii (Allison, 2003). Ce programme bénéficie du soutien financier de fondations privées et d'agences gouvernementales, et fonctionne en collaboration avec un grand nombre de partenaires scientifiques.

Le HBS a pour objectif de rassembler l'ensemble des données de biodiversité, largement dispersées, au sein d'un système d'information accessible en ligne (4 millions de spécimens) et de tendre vers l'exhaustivité en menant les inventaires et les suivis nécessaires.

Ce processus implique dans un premier temps, la collecte et le géocodage de toute la littérature disponible (e.g. publication, littérature grise), des spécimens de collections du Muséum et l'intégration de jeux de données provenant d'autres organisations. Dans un second temps, il s'agit d'identifier les lacunes dans la connaissance sur la biodiversité (couverture taxonomique et géographique) et de mettre en place les inventaires pour y remédier. Avec

[16] http://www.conservation.org/projects/Pages/Rapid-Assessment-Program.aspx

[17] http://viceroy.eeb.uconn.edu/alas/ALAS

[18] http://viceroy.eeb.uconn.edu/alas/publications.html

un objectif de couvrir l'ensemble des groupes taxonomiques et une forte coordination de la démarche, le Hawaii Biological Survey s'inscrit dans la logique d'un inventaire général de la biodiversité.
En 2016, pour l'ensemble de l'archipel d'Hawaii (137 îles et 28 337 km²), le nombre d'espèces répertoriées est estimé à environ 17500 espèces terrestres et 5 500 espèces marines[19].

Swedish Taxonomy Initiative (Suède)

Soutenu par le Parlement suédois, le Centre suédois d'information sur les espèces (SSIC) a pour objectif d'identifier toutes les espèces de la flore, la faune et la fonge du pays et de mettre ces informations à la disposition des scientifiques, des gestionnaires et du public. Initiée en 2002, la *Swedish Taxonomy Initiative*[20] (STI) doit permettre de documenter environ 50 000 espèces sur une période estimée à 20 ans. Une des finalités du projet est la publication progressive de 120 volumes de l'encyclopédie de la faune et de la flore suédoise.

Depuis le lancement de l'initiative, plus de deux mille espèces nouvelles pour la Suède ont été découvertes. Chaque année un appel à projet propose de soutenir financièrement des inventaires et des études taxonomiques.

Encadré 6 : Le travail de fourmis des naturalistes taxonomistes

L'inventaire de la biodiversité dépend fortement de l'implication, le plus souvent bénévole, d'une communauté de naturalistes taxonomistes dévoués, et en particulier des entomologistes. Souvent leur domaine d'expertise porte sur un ordre ou une famille et la frontière entre professionnels et amateurs est peu marquée (Mauz and Granjou, 2013). Certains ont consacré leur vie à inventorier par exemple les Coléoptères d'une région, d'un département ou d'un ensemble forestier remarquable, et publient régulièrement leurs résultats. En Europe, sur les 770 nouvelles espèces animales décrites en moyenne chaque année, 60% le sont par des taxonomistes non-professionnels (Fontaine et al., 2012). Les travaux de ces naturalistes constituent une base essentielle de la connaissance taxonomique et permettent également, dans certains cas, de détecter des évolutions (régressions, extinctions locales, invasions…).

3. Les initiatives de type inventaire général de la biodiversité en France

3.1 La Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane (Pyrénées-Orientales)

La Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane est un site protégé de 336 hectares à l'est du département des Pyrénées-Orientales[21]. Au cœur du massif des Albères, elle s'étend de 600 à 1150 m d'altitude.

Si la réserve bénéficie d'un statut de protection depuis 1973, l'étude et la conservation du massif datent du début des années 1880 avec la suspension des exploitations forestières et la création du laboratoire Arago par Henri de Lacaze Duthiers à Banyuls-sur-Mer. De ce fait, la forêt de la Massane est considérée comme l'une des 40 dernières vieilles forêts du bassin méditerranéen (Quézel & Médail, 2003).

Grâce à une situation biogéographique exceptionnelle et une grande naturalité forestière, le site sert de laboratoire naturel de terrain. Outre de nombreux suivis, de nouvelles campagnes d'inventaires viennent compléter chaque année la connaissance de la biodiversité du site. Depuis 2008, une campagne de *barcoding* est mise en place grâce à une collaboration scientifique entre l'équipe de la Massane et le MNHN. L'objectif est de prélever, d'analyser génétiquement et de conserver au MNHN quelques individus de chaque espèce présente sur la réserve. Les données produites permettront d'alimenter l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) et le référentiel mondial génétique des espèces BOLD (Garrigue, 2014).

[19] La présentation du programme et les principales publications sont accessibles : http://hbs.bishopmuseum.org/

[20] http://www.artdatabanken.se/en/the-swedish-taxonomy-initiative/

[21] La fiche INPN de la réserve est accessible sur https://inpn.mnhn.fr/espace/protege/FR3600006

Avec plus de 7800 espèces identifiées[22], la Forêt de la Massane est l'une des réserves les mieux étudiées d'Europe (Garrigue, 2016), mais pour de nombreux groupes d'invertébrés l'inventaire est encore incomplet (e.g. les Hyménoptères, les Psocoptères, les Hemiptères, les Névroptères).

Figure 7 : Réserve nationale de la forêt de la Massane

3.2 Les îles Australes (Polynésie française)

Bien que faisant partie d'un des 36 hotspots de la biodiversité mondiale (région Polynésie-Micronésie), les îles Australes de Polynésie française sont largement méconnues pour leur biodiversité et les données disponibles obsolescentes : tel était le constat dressé en 2001 par une équipe de chercheurs. L'isolement géographique de ces îles est un handicap ; à cette époque, deux îles sur les cinq que compte l'archipel n'étaient accessibles que par bateau, en particulier Rapa, véritable point chaud de biodiversité (Gargominy & Bocquet, 2013). Dans le cadre d'un Contrat de Développement Etat-Polynésie française 2000-2004, un financement de 84°000 euros a été débloqué pour l'inventaire des îles Australes.

Ainsi 11 chercheurs polynésiens, métropolitains, américains et australiens ont participé à trois expéditions en 2002 (Raivavae et Rapa), 2003 (Rurutu et Tubuai) et 2004 (Rimatara). Les buts identifiés étaient 1) cartographier les habitats terrestres et aquatiques naturels, évaluer leur état de conservation et localiser les habitats à haute valeur écologique ; 2) inventorier la flore et la faune (Oiseaux, Mollusques, Insectes et Araignées) natives et introduites 3) évaluer la distribution, l'abondance et l'état de conservation des espèces menacées 4) identifier les menaces passées et présentes sur les habitats et les espèces 5) étudier la dynamique et l'évolution du biome terrestre en comparant avec les données historiques 6) proposer des recommandations pour la préservation de la biodiversité et la gestion des ressources naturelles applicables aux différentes échelles administratives (Meyer & Claridge, 2014).

Les résultats issus de ces expéditions ont permis d'améliorer notablement les connaissances sur l'écologie, la biogéographie, l'évolution et la conservation du biome terrestre des Iles Australes grâce à la publication de nombreux articles scientifiques : descriptions de plusieurs dizaines d'espèces nouvelles pour la science, actualisation de données vieilles souvent de plus d'un siècle, nouvelles mentions d'espèces introduites, identification des rares habitats préservés, etc. En particulier, la crise de la biodiversité a été particulièrement bien démontrée par la découverte de nombreuses extinctions documentées grâce aux études palynologiques et des dépôts subfossiles d'escargots terrestres. Les résultats ont été synthétisés et publiés dans la revue Patrimoines naturels du MNHN (Meyer & Claridge, 2014).

3.3 La forêt de Païolive et le plateau des Gras (Ardèche-Gard)

Le site de Païolive et du plateau des Gras est un écocomplexe karstique qui s'étend sur près de 150 km² dans le sud du département de l'Ardèche (Association Païolive, 2011).

[22] Le nombre total d'espèces inventoriées est disponible sur le site officiel http://www.rnnmassane.fr/

Plusieurs parties du site appartiennent aux réseaux des Espaces naturels sensibles du département et de Natura 2000, (au titre de la directive européenne 92/43/CEE), mais le site ne bénéficie pas d'un statut de protection spécifique (Blandin et al., 2017). Le bois de Païolive[23] est une chênaie caducifoliée thermophile ancienne historiquement peu exploitée. Il abrite de nombreuses espèces patrimoniales dont une des rares populations de la Cétoine bleue, *Eupotosia mirifica*, indicatrice de cet habitat en bon état de conservation (Aberlenc, 2006).

Ce site exceptionnel attire des naturalistes depuis plus de 50 ans mais, à partir de 2004 et la création de l'association Païolive, une volonté d'aboutir à un inventaire le plus exhaustif possible a émergé. Inspirée par la démarche ATBI Mercantour–Alpi Marittime, l'association a initié un inventaire général de la biodiversité avec le soutien d'une importante communauté de taxonomistes français (Association Païolive, 2013). Ce travail important repose principalement sur le bénévolat, à l'exception de certains groupes d'insectes ayant bénéficié de subventions (Coléoptères saproxyliques, Diptères Syrphidae, Insectes ripicoles et aquatiques). Ainsi l'ATBI de Païolive ne se donne pas de limitation dans le temps.

À ce jour de nombreux groupes ont été inventoriés (Blandin et al., 2017). Il s'agit, pour la flore, des végétaux vasculaires (1°224 taxons), des bryophytes (304 espèces), des algues (113 taxons), des lichens (402 taxons) et des fonges (172). Parmi les arthropodes, plus de 2°000 espèces ont été inventoriées dont 613 Coléoptères, 197 Diptères (4 espèces nouvelles pour la science en cours de description), 180 Araignées et 68 Hyménoptères. La faune cavernicole constituée d'une centaine d'espèces est particulièrement intéressante, notamment grâce à la présence de 7 espèces endémiques (dont deux espèces de Diplopodes, un Crustacé, deux Collemboles et un Coléoptère) (Aberlenc, 2016). Il est estimé qu'au regard de l'effort d'échantillonnage et du potentiel écologique, le nombre d'insectes décrit devrait doubler, voire tripler.

Alors qu'il s'agit habituellement d'inventorier la biodiversité d'une zone définie à l'avance, une originalité de l'ATBI de Païolive est que l'inventaire de la biodiversité en cours a incité à plusieurs reprises (entre 1995 et 2016) à modifier la définition des limites géographiques de l'écocomplexe en y incluant de nouvelles zones (voir Encadré 8).

Afin de mutualiser les expériences et de favoriser les échanges entre les différents inventaires généraux de la biodiversité, l'association Païolive a été à l'initiative des premières rencontres françaises en 2015 (voir Encadré 2).

Figure 8 : La forêt de Païolive

3.4 Le Parc national du Mercantour (Alpes-Maritimes - Alpes-de-Haute-Provence)

Voir Chapitre 1.3 EDIT et les ATBI+Monitoring en Europe.

[23] http://www.bois-de-paiolive.org/ressources-documentaire/

3.5 Le bois de Bouis, Vidauban (Var)

Le Domaine du Bois de Bouis est une propriété privée de la Plaine des Maures dans le département du Var (83) comprenant un parcours de golf d'une centaine d'hectares et de plus de 700 hectares d'espaces naturels.

Cette espace fait partie de l'importante zone d'aménagement concerté (ZAC) du Bois de Bouis créée par l'État à la fin des années 1970. Un des projets de la ZAC, aujourd'hui abandonné, est la construction du grand complexe golfique d'Europe[24]. À la suite des graves incendies de 2003 dans la plaine et le massif des Maures, l'EURL Prince de Provence engage des démarches en faveur de la biodiversité et crée en 2007 la Fondation d'entreprise du golf de Vidauban pour l'environnement (FEGVE).

Une des actions phares est la réalisation d'un diagnostic écologique du site mené par le Service du patrimoine naturel (SPN) du MNHN en partenariat avec la Direction scientifique de la Réserve naturelle de la Plaine des Maures et le Conservatoire botanique national méditerranéen. Dans le cadre de cette convention de 5 ans, le domaine devient un « laboratoire à ciel ouvert » et les inventaires dépassent largement le cadre des groupes les plus étudiés avec notamment 11 ordres d'insectes, les araignées et une campagne de *barcoding* d'une partie des spécimens récoltés.

À ce jour 2104 taxons ont été contactés et plus de 8 900 données sont disponibles dans la base de données de l'INPN[25] (Rault et al., 2015). Sur le plan de la connaissance, l'inventaire enrichit l'INPN de 241 espèces pour le département du Var ainsi que de 33 espèces pour lesquelles aucune localisation n'était renseignée. Enfin une espèce nouvellement redécouverte en France est en cours de publication.

3.6 Les invertébrés marins du Parc national de la Guadeloupe

Le programme Karukera benthos[26] est un inventaire de courte durée mis en place en 2012 par le Parc national de la Guadeloupe en collaboration avec le MNHN, l'Université Antilles-Guyane (UAG) et l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC). En 2015, l'inventaire a été poursuivi avec la campagne Karubenthos 2.

Cet inventaire part du constat que dans le domaine marin, seuls certains groupes emblématiques comme les Poissons ou les Coraux sont correctement inventoriés, et qu'il existe des lacunes importantes pour le petit macrobenthos (e.g. Mollusques, Crustacés, Echinodermes, Annélides, Algues).

La première mission d'une durée d'un mois a mobilisé une quarantaine de personnes avec les objectifs scientifiques suivants :

- établir un état de référence ;
- mettre en place un outil standardisé et reproductible pour suivre la diversité spécifique ;
- mesurer les caractéristiques macroécologiques du petit macrobenthos ;
- découvrir des espèces nouvelles ;
- constituer des collections de référence (de tissus, d'ADN, de photos et de vouchers de tissus séquencés.

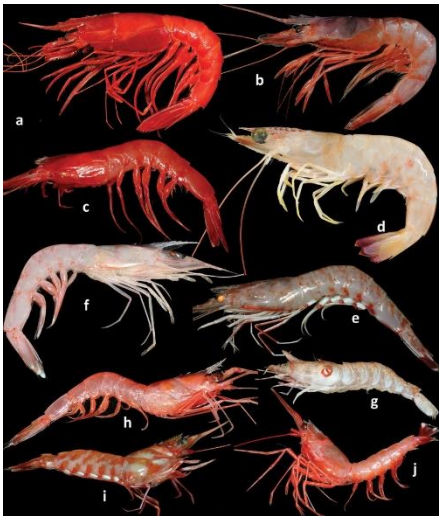


Figure 9 : Crustacés Dendrobranchiata (source : MNHN)

La seconde campagne a permis de réaliser l'inventaire du benthos profond de la zone économique exclusive (ZEE) de la Guadeloupe dans la tranche bathymétrique de 50 à 800 mètres.

Plusieurs nouvelles espèces pour la science ont été décrites, dont *Naushonia draconis* (Anker, 2014) une crevette découverte dans des coraux morts, *Notobryon caribbaeus* une espèce de nudibranche (gastéropodes sans coquille) et *Chiliostigma tumida* un petit coquillage de 7 cm environ.

[24] http://www.snpn.com/spip.php?article303

[25] La fiche inventaire INPN est accessible sur https://inpn.mnhn.fr/espece/inventaire/T125_1

[26] http://cooperation-pnguadeloupe-caraibe.org/?KARUKERA-BENTHOS-2012

3.7 La Réserve intégrale du Lauvitel du Parc national des Écrins (Isère)

Le Lauvitel est un site protégé d'une superficie de 689 hectares, en amont d'un lac alpin d'une profondeur de 64 m, avec un gradient altitudinal de 1485 m à 3169 m. Il est situé au nord-ouest du Parc national des Écrins sur la commune de Bourg-d'Oisans dans le département de l'Isère. Il s'agit du seul site français classé en catégorie Réserve naturelle intégrale (Ia) par l'UICN. Ce statut signifie l'absence d'activité humaine et l'accès réservé à un nombre restreint de missions scientifiques dans le but de mieux comprendre l'évolution des milieux à long terme.

Figure 10 : Inventaire malacologique

Un pré-inventaire général de la biodiversité est en cours chaque année depuis 2013. L'objectif est de construire « la meilleure méthode d'inventaire complet de la réserve en étudiant la pertinence et les modalités d'un éventuel suivi à long terme »[27]. L'absence d'intervention humaine directe sur le site rend particulièrement intéressant le suivi de la dynamique naturelle des écosystèmes.

Ces pré-inventaires ont permis d'étudier 15 groupes taxonomiques mal connus et de répertorier ainsi près de 1°000 espèces supplémentaires pour le site dont les deux tiers semblent également nouvelles pour le territoire du parc national des Écrins. Cela concerne en particulier les Bryophytes, les Champignons (dont 4 espèces nouvelles pour la France), les Lichens (dont 2 espèces nouvelles pour la France), les Araignées (dont 2 nouvelles espèces pour la France), les Coléoptères, les Hémiptères les Mollusques continentaux, les Fourmis, les Syrphes, les Hétérocères, les Poissons, les Orthoptères et les Rhopalocères. En outre, une campagne de *barcoding* a été mise en place à partir de 2016 par le laboratoire CNRS Leca de Grenoble.

À ce jour, 37 experts sont intervenus (taxonomistes, chercheurs et personnels du parc) sur cette première phase d'inventaire général de la biodiversité. Dans la plupart des cas, la même personne a réalisé à la fois les prélèvements *in situ* et les déterminations, mais, comme dans la plupart des inventaires généraux, des échantillons ont également été envoyés à des experts.

En termes d'organisation des inventaires, l'ATBI du Lauvitel se caractérise par une interaction forte entre les participants et le Parc liée d'une part au statut de réserve intégrale et d'autre part aux difficultés d'accès de certains milieux très peu étudiés (e.g. grandes parois d'altitude, bordures de glaciers ou de névés suspendus). Les inventaires de terrain et les déterminations doivent se poursuivre jusqu'en 2019-2020, car la connaissance est encore partielle et le potentiel de découvertes important.

3.8 Notre-Dame-des-Landes (Loire-Altantique)

Notre-Dame-des-Landes est un écocomplexe bocager humide de plus de 1°500 hectares composé d'un réseau de plus de 200 mares et du maillage de haies le plus dense des Pays de la Loire (Penn ar Bed, 2016). Cet ensemble est situé en tête de bassin versant, entre la Loire et la Vilaine.

Depuis les années 1960, un projet d'aménagement, depuis abandonné, prévoyait la construction d'une plateforme aéroportuaire et d'une desserte routière en remplacement de l'aéroport de Nantes Atlantique.

À l'occasion de l'examen du dossier de dérogation à la protection stricte des espèces en avril 2013, le Comité national pour la protection de la nature (CNPN) a considéré que l'état initial de la biodiversité était incomplet et a recommandé la réalisation de compléments d'inventaires. Cette recommandation s'est appuyée sur les conclusions du "Rapport du collège d'experts scientifiques relatif à l'évaluation de la méthode de compensation des incidences sur les zones humides". Prenant actes de ces insuffisances et du risque de destruction du bocage humide, plusieurs centaines de naturalistes ont décidé de produire une contre-expertise indépendante (Penn ar Bed, 2013).

[27] http://www.ecrins-parcnational.fr/actualite/reserve-integrale-lauvitel-pre-inventaire-generalise-cours

En trois ans, plus de 2 000 espèces ont été inventoriées (Penn ar Bed, 2016). Parmi les invertébrés 1 573 taxons identifiés dont 5 nouvelles espèces d'Ichneumonidés pour la France et plusieurs dizaines d'espèces nouvelles pour le Massif armoricain et pour le département (Garrin & Herbrecht, 2016). Pour la flore, les prospections ont mis en évidence 378 plantes vasculaires et 89 espèces de bryophytes dont 2 nouvelles espèces pour le département.

La pression d'inventaire et la diversité des groupes étudiés apportent une contribution significative à la connaissance régionale ainsi que plusieurs découvertes de portée nationale. Pour autant, il ne s'agit pas d'une démarche coordonnée, notamment en termes de gestion et de partage des données produites. Ainsi cette initiative se distingue des inventaires généraux de la biodiversité identifiés dans le cadre de cette étude.

3.9 Autres initiatives d'inventaires de la biodiversité en France

Plusieurs initiatives ont pour objectif l'amélioration de la connaissance sur la biodiversité. Bien qu'elles sortent du cadre de cette étude, elles peuvent être complémentaires des démarches d'inventaires généraux de la biodiversité, voir leur être associées.

Les 24h de la Biodiversité et les Inventaires éclairs

Les « 24 heures de la biodiversité » et « 24 heures pour la biodiversité » regroupent des dizaines d'initiatives chaque année en France. Ces formats ont démarré dès 2008 dans la Drôme sous le nom « 24 heures naturalistes ». Le principe est proche de celui des *BioBlitz* (voir Encadré 3) et s'inscrit dans la dynamique des sciences citoyennes. L'objectif est de réunir le grand public, les associations naturalistes et les scientifiques pour inventorier la biodiversité d'un site ou d'un territoire. Ces initiatives sont l'occasion de sensibiliser différents publics et de favoriser les échanges à travers l'organisation de conférences et d'évènements scientifiques, culturels et artistiques. En Île-de-France, Naturparif organise chaque année depuis 2012 les Inventaires éclairs, une initiative similaire sur quelques communes pendant 48 heures[28].

Ces inventaires permettent de produire de nouvelles données parfois sur des groupes peu connus, mais l'objectif n'est généralement pas d'être exhaustif pour les groupes inventoriés. Cela distingue de certains *BioBlitz* en Amérique du Nord qui s'inscrivent dans la démarche ATBI.

Explor'nature dans le Parc national du Mercantour

En 2017, dans le cadre de l'adhésion de la commune de Barcelonnette à son territoire, le Parc national du Mercantour a organisé son premier « Explor'Nature » : un évènement mêlant, sur 3 jours, inventaires par des taxonomistes (dont la plupart investis de longue date dans l'ATBI), conférences et sorties-inventaires avec le grand public. Les taxonomistes ne sont pas rémunérés pour l'occasion mais sont totalement défrayés. L'intégralité des données est cours de compilation mais cette initiative a déjà permis d'acquérir des données sur des groupes auparavant peu ou pas prospectés sur la commune (e.g. Arachnides, Collemboles, Isopodes terrestres).

Ce type d'évènement est destiné à être renouvelé annuellement dans différentes communes du Parc.

Écrins de nature dans le Parc national des Écrins

Cet événement est similaire à « Explor'nature » (voir ci-dessus). Il a été conduit pour la première fois en 2016 sur la commune d'Embrun (05) puis en 2017 sur la commune de Saint Jean Saint Nicolas (05). En 2017 l'évènement a mobilisé plus d'une vingtaine de structures dans différents disciplines naturalistes mais également culturelles et artistiques. Parmi ces partenaires se trouvent Bérardie (botanique), Envergures alpines (rapaces), Proserpine (papillons et insectes des Alpes du Sud), Flavia (papillons et leur étude en Isère), la LPO (Ligue de protection des oiseaux, groupe de Gap), Grenha (Groupe des entomologistes des Hautes-Alpes), Arianta (escargots), Arnica montana (lichens), Serre-Che nature (plantes et usages), la Fédération départementale de la pêche, l'Office national des Forêts, l'Agence Française de la Biodiversité, Le laboratoire d'hydrobiologie de la Dreal PACA, le SpéléoClub Alpin

[28] http://www.natureparif.fr/observer/observatoires-et-suivis-naturalistes/inventaires-eclairsv

de Gap, Naturophonia (audio-naturaliste), le refuge des animaux (musée de Saint-Léger-les-Mélèzes) et Vesper'Alpes (chauves-souris).

Écrins de nature sera reconduit en 2018 sur la commune du Bourg-d'Oisans (38).

Les atlas de la biodiversité communale ou intercommunale (ABC)

Un atlas de la biodiversité communale (ABC), ou un inventaire de la biodiversité communale (IBC) est une démarche d'inventaires naturalistes initiée par une commune ou une intercommunalité dans le but de préserver et de valoriser son patrimoine naturel. Il s'agit d'un outil d'aide à la décision et de sensibilisation des acteurs et de la population à l'échelle locale (Paquin et al., 2014). La démarche, issue du Grenelle de l'environnement, est lancée dans toute la France à partir de 2010. A ce jour environ 500 ABC sont réalisés ou en cours (Touroult et al., 2017a) .

Cet outil permet d'améliorer la connaissance sur la biodiversité d'un territoire de manière importante. A la différence d'un inventaire général de la biodiversité, un ABC cible en priorité les groupes taxonomiques les plus connus car ils sont plus simples à étudier et à décliner en enjeux à l'échelle d'un territoire.

Encadré 7 : Les référentiels taxonomiques, des inventaires continus de la biodiversité

D'une certaine manière, on peut considérer que la communauté des taxonomistes œuvre depuis 1758 au plus vaste inventaire général de la biodiversité à l'échelle planétaire. Face à la profusion des informations, les référentiels taxonomiques proposent de collecter, d'organiser et de consolider la connaissance afin d'offrir un cadre commun pour nommer les espèces d'un groupe et/ou d'un territoire.

En France, TAXREF est le référentiel taxonomique national pour la faune, la flore et la fonge de France métropolitaine et d'outre-mer. Il est élaboré et diffusé par le MNHN dans le cadre de la mise en œuvre du Système d'information sur la nature et les paysages (SINP). Il a pour but de lister et d'organiser les noms scientifiques de l'ensemble des êtres vivants recensés sur le territoire (Gargominy et al., 2017). Ainsi chacune des espèces de France doit disposer à terme d'un nom scientifique unique, non ambigu et, autant que possible, consensuel aux niveaux national et international. En outre TAXREF intègre un suivi en continu des évolutions taxonomiques et nomenclaturales et leurs conséquences en termes de synonymie et de hiérarchie taxonomique. Chaque année une nouvelle version du référentiel est mise en ligne sur le site de l'INPN[29].

[29] https://inpn.mnhn.fr/programme/referentiel-taxonomique-taxref

Partie 2. Les éléments structurants d'un inventaire général de la biodiversité : retour d'expériences

Introduction

Dans cette seconde partie, la démarche consiste à lister les éléments structurants qui ressortent de cette étude. Ces éléments sont détaillés et analysés en fonction des grandes étapes d'un projet.

Cette partie se fonde principalement sur les inventaires généraux de la biodiversité *sensu stricto* (voir Contexte, objectifs et méthodes de l'étude). Soit les initiatives :

- ayant organisé plusieurs campagnes d'inventaires dans le but de tendre vers l'exhaustivité (en prenant notamment en compte la saisonnalité des groupes inventoriés) ;
- ciblant différents groupes de flore non vasculaire, de fonge et/ou d'arthropodes ;
- mobilisant une communauté de taxonomistes ;
- impliquant un mécanisme de gestion des données et la mise en collection des spécimens ;
- ayant permis d'améliorer significativement la connaissance d'un territoire donné et de produire des résultats d'une portée scientifique supra-régionale.

1. Le territoire

1.1 Le territoire et son contexte

Le choix et la superficie du territoire étudié sont des points décisifs car ils conditionnent notamment l'organisation, l'ambition et la durée du projet. En effet, dans un contexte de ressources limitées (financière, humaine, organisationnelle…), il faut rappeler qu'il n'est pas possible de tout inventorier partout (Schmeller *et al.*, 2017) et qu'un territoire vaste nécessite plus de ressources qu'un site de moindre superficie. Au regard des expériences analysées à l'occasion de cette étude plusieurs éléments structurants liés au territoire peuvent être identifiés :

- Le contexte géographique et biologique :
  - le territoire d'un ATBI correspond avant tout à une entité cohérente du point de vue écologique et géographique. Les limites ne sont pas nécessairement liées à des limites administratives, bien qu'elles puissent représenter un cadre favorable (e.g. périmètre d'un parc national, d'une réserve naturelle) ;
  - une richesse biologique potentielle importante permet de maximiser le nombre d'espèces recensées et de possibles découvertes scientifiques. Cela augmente également l'intérêt des taxonomistes et des chercheurs (Mauz & Granjou, 2013). À l'exception du Parc des Boston Harbor Islands (USA) situé dans un environnement fortement anthropisé, tous les inventaires généraux de la biodiversité identifiés se trouvent dans des territoires riches en biodiversité ;
  - la variabilité des habitats et la présence de gradients altitudinaux peuvent favoriser la mise en place d'un inventaire général de la biodiversité. Cela permet d'échantillonner une plus grande diversité biologique et d'étudier notamment les patrons de distribution des espèces et des communautés. En revanche, cela rend plus difficile la recherche d'exhaustivité ;
  - la portée symbolique du territoire est un atout pour un projet d'inventaire général de la biodiversité, d'une part pour la diffusion et la recherche de partenaires et, d'autre part, pour mobiliser une communauté locale autour du projet. Par exemple, le caractère transfrontalier des parcs du Mercantour et Alpi Marittime (« inventaire sans frontières ») est un élément important de son succès. Pour des territoires emblématiques comme les Great Smoky Mountains aux USA (connu sous le nom des *Smokies*) ou la forêt de Païolive en Ardèche, les résultats des inventaires ont non seulement une portée scientifique, mais aussi une portée culturelle, dans la mesure où ils contribuent à consolider dans les représentations des publics le caractère exceptionnel du territoire.

- Les aspects logistiques :
  - une bonne accessibilité du territoire (infrastructures de transport, connections internationales) permet de faciliter la venue des taxonomistes, notamment étrangers. Cela concerne surtout l'accès au territoire mais pas nécessairement l'accès aux sites d'études. Si l'accessibilité peut contribuer à la faisabilité d'un projet, ce critère n'est pas déterminant, notamment lorsqu'il est en opposition avec d'autres critères comme la naturalité. Par exemple, le Lauvitel dans le parc national des Écrins est classé en réserve intégrale depuis 1995. Cela signifie l'absence d'activité humaine mais limite également le nombre d'expéditions scientifiques ;
  - la capacité d'accueil est également un atout. Cela concerne en premier lieu l'hébergement des équipes à différentes périodes de l'année. Mais d'autres facteurs comme la présence d'espaces de travail *in situ* ou de laboratoires à proximité facilitent également la mise en place des inventaires.

Le contexte local :

- la présence d'acteurs locaux favorables aux inventaires naturalistes est un point positif pour le choix d'un territoire. Dans le cas du Mercantour-Alpi Marittime le portage du parc national et la préexistence de collaborations avec des taxonomistes a aidé à la sélection dans le cadre d'EDIT (Gargominy, 2013 ; Mauz, 2012) ;
- une communauté naturaliste locale ayant une bonne connaissance scientifique ou vernaculaire est complémentaire à la mobilisation d'experts « externes » au territoire (Janzen, 2004 ; Mauz & Granjou, 2013).

Encadré 8 : Quand les inventaires font évoluer les limites écologiques, le cas de la forêt de Païolive et du plateau des Gras

Dans la plupart des inventaires, le périmètre est défini selon une cohérence géographique et/ou administrative préexistante. Une originalité de l'inventaire général de la biodiversité de la forêt de Païolive et du plateau des Gras est que celui-ci a fait évoluer, à plusieurs reprises, les limites géographiques de l'écocomplexe. La découverte de nouvelles stations de la Cétoine bleue *Eupotosia mirifica* au nord du site a justifié une extension du périmètre, étant donné la très forte sensibilité de cette espèce à la continuité des chênaies pubescentes (Blandin et al., 2017). De la même manière, l'inventaire des arthropodes souterrains a été à l'origine d'une seconde évolution de l'écocomplexe, au niveau de la rive gauche de l'Ardèche (Aberlenc, 2016).

1.2 La superficie du projet

La superficie des inventaires généraux de la biodiversité est très variable, entre 3,37 km² (RNN de la Forêt de la Massane) et 2°500 km² (Mercantour-Alpi Marittime ; voir Tableau en Annexe 1). Les deux expériences les plus connues, les Smoky Mountains et Mercantour-Alpi Marittime, correspondent également aux plus grandes superficies. Les ATBI sur les petites superficies sont des inventaires à l'échelle d'un site (e.g. une réserve naturelle) de quelques kilomètres carrés. La Figure 11 : Superficie des projets d'inventaires généraux de la biodiversité en km² présente la superficie des 8 projets sélectionnés dans le cadre de cette enquête.

Les enjeux liés à l'étendue du territoire dépendent également des objectifs, des acteurs et des moyens financiers et humains. Dans le cas du Mercantour-Alpi Marittime le projet est passé de 17 sites pilotes (10°km²) aux quelques 2500 km² des deux parcs comprenant les aires optimales d'adhésion. Pour le gestionnaire, un inventaire sur l'ensemble de son territoire et sur une grande variété d'habitats augmente les possibilités de valorisation et d'exploitation des données (De Biaggi et al., 2013), sous réserve d'avoir une stratégie d'échantillonnage adaptée aux besoins (voir chap. 4). Par ailleurs, un site de grande superficie est potentiellement plus attractif pour certains partenaires, notamment les financeurs (grâce à sa portée symbolique) et les taxonomistes (plus de zones à échantillonner).

En revanche pour certains scientifiques, un territoire trop grand n'est pas compatible avec la recherche d'exhaustivité. Selon Deharveng et Isaia (2013), le niveau d'exhaustivité d'un ATBI est inversement proportionnel à la taille du territoire et à la diversité de ses habitats.

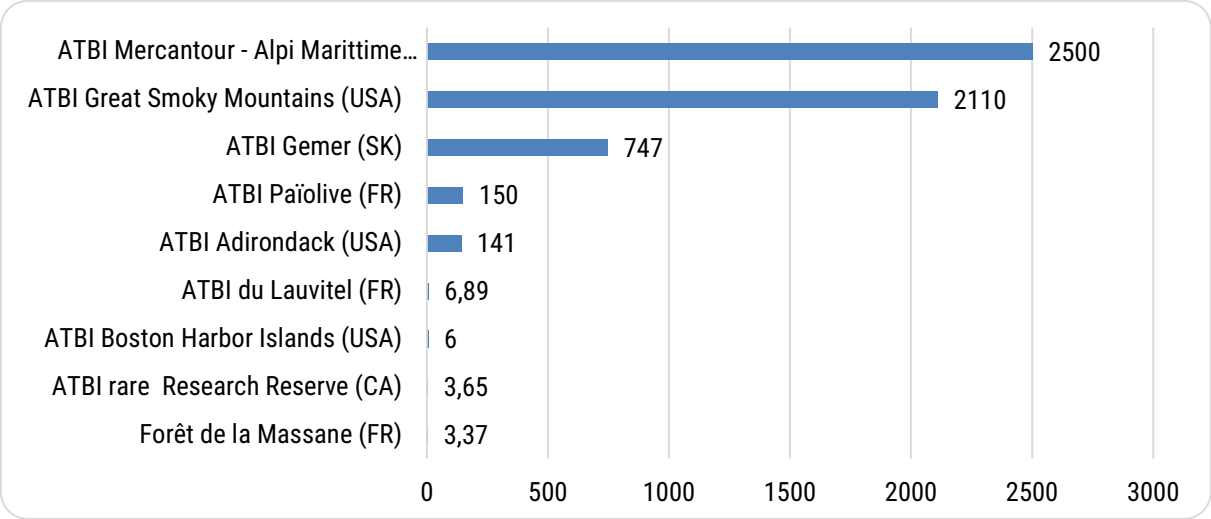


Figure 11 : Superficie des projets d'inventaires généraux de la biodiversité en km²

2. Objet et structuration d'un projet d'inventaire général de la biodiversité

2.1 Objectifs

Au sens strict, un inventaire général de la biodiversité a pour objectif de dresser un inventaire aussi complet que possible de la faune, de la flore et de la fonge présentes sur un territoire donné (Deharveng & Isaia, 2013). Selon White & Langdon (2006), un ATBI a également pour objectif de recueillir des données sur l'habitat, la répartition spatiale et temporelle, l'abondance et, dans la mesure du possible, les traits d'histoire de vie des individus d'espèces observées. Enfin un inventaire général de la biodiversité doit permettre de mieux comprendre les communautés écologiques et leurs interactions au sein des écosystèmes et de contribuer, autant que possible, à une évaluation patrimoniale du site et à la mise en place de suivis. Les données sont obtenues grâce à des campagnes de terrain et la mobilisation des sources (bibliographie, spécimens en collection) les plus exhaustives possible.

Il est intéressant de souligner qu'en Amérique comme en Europe, les premiers projets d'ATBI ont été orientés en priorité sur la taxonomie. Les objectifs de gestion et de diffusion, d'abord secondaires, ont progressivement pris une place plus importante (Mauz & Granjou, 2013). En effet, dans les deux cas l'initiative vient de la communauté des taxonomistes (Janzen & Hallwachs, 1994).

La Figure 12 présente les objectifs de l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime d'après Deharveng et Isaia (2013). Ce schéma illustre les liens entre les inventaires, la valorisation scientifique auprès du public, et le monitoring. Pour autant, l'objectif de gestion mis en avant par les deux parcs dans l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime n'apparaît pas de manière explicite.

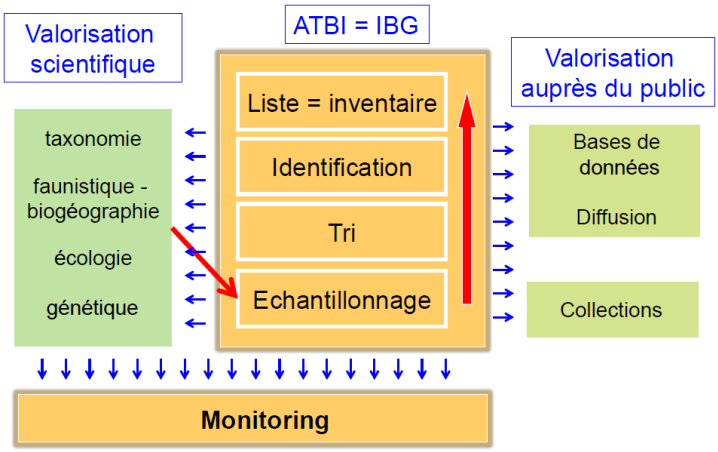


Figure 12 : Les objectifs de l'ATBI / Inventaire biologique généralisé Mercantour-Alpi Marittime (source : Deharveng & Isaia, 2013)

Aux États-Unis, les principales initiatives d'ATBI (Great Smoky Mountains, Adirondack et Boston Harbour Islands) sont toutes présentées sur le triptyque science/éducation/gestion en plaçant ses trois volets au même niveau. Les objectifs de l'ATBI des Boston Harbour Islands (Figure 13) résument cette approche nord-américaine.

La notion de « laboratoire à ciel ouvert » est souvent évoquée. En effet, les inventaires s'inscrivent dans la durée et différentes familles d'expertises se conjuguent sur un même territoire. Dans de nombreux cas, les caractéristiques des sites s'y prêtent également. Par exemple, des sites comme la réserve de la forêt de la Massane et celle du Lauvitel offrent la possibilité d'étudier les communautés le long de gradients altitudinaux ou dans des écosystèmes pas ou peu perturbés.

Pour autant, la définition des objectifs implique des choix et des compromis. En particulier, les méthodes de la recherche en systématique et en écologie ne sont pas toujours compatibles et nécessitent parfois des arbitrages (Mauz & Granjou, 2013).

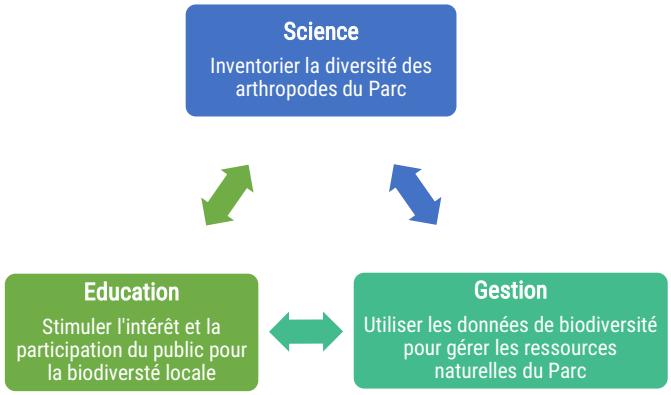


Figure 13 : Les objectifs de l'ATBI Boston Harbour Islands

2.2 Durée et complétude

Un inventaire complet des différents compartiments de la biodiversité prend nécessairement du temps. Pour la plupart des groupes biologiques, une seule campagne est insuffisante pour avoir une bonne image des peuplements (Leponce et al., 2010). La saisonnalité des espèces et des possibilités de prospection (accessibilité, détectabilité) implique la multiplication des prospections dans le temps. Ainsi les inventaires éclairs comme les *BioBlitz* ou les *Rapid assessment programs* ne peuvent pas être considérés comme des inventaires généraux de la biodiversité au sens strict.

La capacité de mobilisation des taxonomistes influe également sur la complétude. Avant le lancement de l'ATBI du parc national des Great Smoky Mountains, il avait été estimé qu'au rythme des inventaires il faudrait 150 ans avant de disposer d'un inventaire basique pour chaque groupe taxonomique (Sharkley, 2001). Sur cet aspect, il faut bien reconnaitre qu'aucun ATBI n'a pour l'instant été vraiment « *All taxa* » tant il est impossible de disposer d'un taxonomiste pour chaque groupe animal, végétal ou fongique. Pour certains groupes, il n'existe parfois qu'un taxonomiste tous les cent ans.

La notion de longue durée est donc relative au niveau de complétude visée, à l'étendue du territoire et à la disponibilité des taxonomistes. Certains auteurs considèrent qu'une durée de 5 à 10 ans pour un inventaire visant l'exhaustivité est relativement courte (Rykken & Farrell, 2013 ; Sharkley, 2001). A titre de comparaison, pour la Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane, une des mieux étudiées d'Europe, il a fallu 45 ans pour identifier plus de 7 800 espèces sur les 336 hectares et il reste des groupes taxonomiques orphelins notamment parmi les insectes (e.g. certains Hyménoptères, les Névroptères, les Mégaloptères). Dans le cadre d'EDIT, il y avait une ambition sur le long-terme[30] et le projet financé sur 6 ans visait surtout à créer une dynamique. La figure 14 illustre la durée des principaux inventaires généraux de la biodiversité en France et en Amérique du Nord. En outre, s'il n'y a pas de durée recommandée, de nombreux taxonomistes évoquent une certaine « urgence » à inventorier face au risque de disparitions locales de populations. Un des enjeux à l'origine des ATBI est de décrire les espèces avant qu'elles ne disparaissent.

Au-delà de l'inventaire comptable, la biodiversité d'un territoire évolue en fonction de facteurs propres aux écosystèmes (e.g. colonisation, extinction liés aux dynamiques de population) et de facteurs externes (e.g. changement climatique). Il ne peut donc pas exister d'inventaire exhaustif dans l'absolu ; ce n'est envisageable que dans un espace-temps défini.

D'un point de vue technique, un inventaire est proche de l'exhaustivité lorsque la courbe du nombre d'espèces inventoriées en fonction de l'effort de collecte tend vers une asymptote horizontale (ce qui revient au fait que toutes les espèces ont été contactée au moins deux fois). La diversité totale - et par déduction la fraction non observée - peuvent être estimées par différentes méthodes statistiques d'extrapolation fondées sur l'ajustement d'une fonction à la forme de la courbe d'accumulation (asymptote de la fonction de Michaelis– Menten) ou à des estimateurs fondés sur le nombre d'espèces singletons et doublons (méthodes Chao, Jackknife, ICE ...) (Hortal et al., 2006; Magurran, 2004). On parle parfois de « saturer l'échantillonnage » comme formulation illustrant le fait d'avoir atteint cette asymptote de la courbe d'accumulation, ce qui est très rarement atteint dans la pratique, même pour des inventaires intenses.

En théorie, la durée d'un inventaire général de la biodiversité devrait dépendre de la taille du territoire, de sa richesse potentielle et de la pression d'inventaire. Dans la pratique, la durée d'un projet est également liée à la capacité de financement sans laquelle les inventaires ont du mal à durer, à la capacité à dynamiser une communauté d'experts et à des facteurs externes comme les aléas liés au terrain (e.g. les conditions météorologiques), ou même le contexte politique (Kaiser, 1997).

Un inventaire général de la biodiversité peut être organisé sous forme d'un projet unique (e.g. ATBI Gemer en Slovaquie) ou comme un projet à moyen/long terme qui s'appuie sur plusieurs initiatives qui peuvent avoir des durées, des financements et des partenaires variées (e.g. ATBI Mercantour-Alpi Marittime).

Quels que soient le type de projet et la durée, il est crucial de pouvoir rendre compte du travail effectué et des résultats obtenus à intervalles réguliers pour maintenir l'intérêt des participants et des financeurs (Leponce et al., 2010). Cela peut prendre la forme de la mise à jour de sites web, la publication d'articles ou de rapports, l'organisation d'événements scientifiques ou grand public.

[30] https://www.naturkundemuseum.berlin/en/insights/research/edit-european-distributed-institute-taxonomy

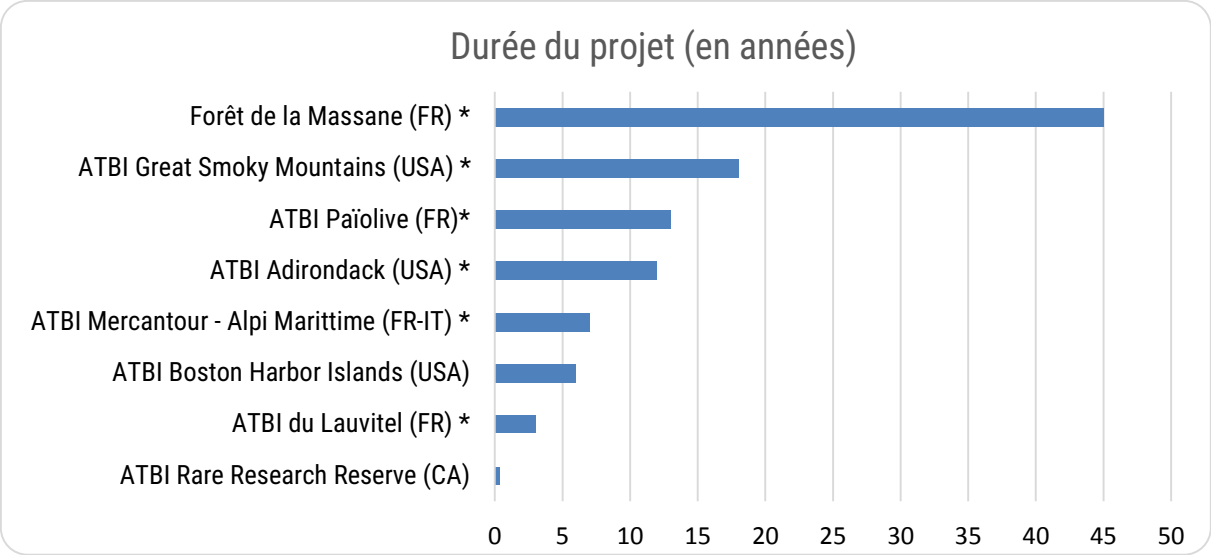


Figure 14 : Durée des principaux inventaires généraux de la biodiversité en France et en Amérique du Nord (en années). Les projets toujours en cours sont signalés par un astérisque (*).

2.3 Conception du projet et études pilotes

Un projet ayant l'ambition d'être exhaustif et tous taxons nécessite une implication importante et souvent volontaire des participants, en particulier pour les taxonomistes et les acteurs locaux. Une consultation des différents acteurs en amont et une conception collégiale du projet sont des enjeux importants (Mauz & Granjou, 2013 ; White & Langdon, 2006).

Lors de la première proposition d'ATBI au Costa Rica, un important effort a été fait pour réunir taxonomistes, gestionnaires et administratifs (voir Partie 1, chap.1). A cette occasion, plusieurs études pilotes ont été financées par la Norwegian Agency for Development Cooperation. Durant une année, différents experts ont tenté de répondre aux questions suivantes : Est-il possible de faire un inventaire exhaustif ? Sur quelle durée ? Avec quels moyens humains et financiers et pour quels résultats ? (Rossman et al., 1998).

Pour l'ATBI des Great Smoky Mountains, les scientifiques ont également été consultés en amont pour identifier leurs besoins. Les principales demandes ont concerné le logement, les espaces de travail, les contraintes administratives minimales, les subventions d'amorçage (*seed grants*) permettant de déclencher d'autres sources de financement et l'accessibilité et l'implication des personnels du parc. (White & Langdon, 2006). Pour la mise en place des inventaires et la définition des méthodes d'échantillonnage, une étude pilote de trois ans a été financée par la U.S. Geological Survey (Parker & Bernard, 2006).

La capacité de mobiliser les données pré-existantes est importante car elles permettent d'identifier les manques sur le plan taxonomique et géographique. Cela permet de cibler les priorités dans l'attribution des ressources et d'éviter les redondances.

2.4 Portage du projet et gouvernance

L'animation du projet est un élément indispensable pour le bon du déroulement d'un inventaire général de la biodiversité (White & Langdon, 2006 ; Leponce et al., 2010). La gouvernance implique généralement différents partenaires et l'animation peut être de plusieurs types. Dans certains cas, cela passe par la création d'une structure *ad hoc*. Celle-ci peut être d'initiative privée (e.g. Discover Life in America pour les Great Smoky Mountains) ou institutionnelle (le réseau EDIT en Europe).
Certains projets sont trop importants pour être portés par une seule structure (Leponce et al., 2010). On trouve également des partenariats entre différentes structures, typiquement une (ou plusieurs) structure(s) gestionnaire(s) et un (ou plusieurs) organisme(s) de recherche. Par exemple, le Parc national du Mercantour et le Parc naturel Alpi Marittime avec le MNHN ou le National Park Service avec l'université de Harvard dans le cas de Boston Harbour

Islands. La complémentarité entre les champs d'expertise des différentes institutions concernées permet une gouvernance plus équilibrée.
Mauz et Granjou (2013) ont souligné le rôle de la « plasticité » de la gouvernance dans le cadre du Mercantour-Alpi Marittime, grâce à laquelle il a été possible de faire travailler ensemble des partenaires hétérogènes et de convaincre des financeurs de l'intérêt et de la viabilité du projet. Cela s'est également révélé un atout lors des changements progressifs de gouvernance à la fin du programme EDIT.

2.5 Financement

La capacité à mobiliser des financements permet au(x) porteur(s) de projet de recruter des personnels dédiés au projet et assure une plus grande flexibilité pour conduire des inventaires et pour choisir les groupes taxonomiques étudiés (Langdon et al., 2006).

Les budgets des ATBI n'intègrent généralement qu'une partie des frais engagés. Une partie importante, et souvent non comptabilisée, concerne les contributions des différents partenaires (e.g. institutions, gestionnaires) et le travail bénévole (e.g. taxonomistes, techniciens). Pour le Parc national des Great Smoky Mountains, l'ensemble des contributions bénévoles a été estimé à 120 000 $ et plus de 50 000 heures de travail par an. Ces contributions s'ajoutent à des soutiens financiers d'environ 400 000 $ par an (DLIA, 2012 ; Nichols & Langdon 2007; Bernard & Felderhof 2007). Dans un travail préliminaire, Sharkley (2001) avait estimé l'inventaire complet du Parc national de Great Smoky Mountains à plusieurs centaines de millions de dollars.

Au départ de l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime, le budget alloué par EDIT, environ 10 000 € par an, ne concernait que le défraiement des équipes (transport et logement) pour l'inventaire des sites pilotes. L'absence de budget pour les tris et les mises en collection a été un facteur limitant à la production de connaissance (Villemant et al., 2015). Par la suite, le financement du Plan Intégré Transfrontalier par le Programme européen Alcotra France-Italie (environ 1,5 millions d'euros entre 2010 et 2012) a permis d'aller plus loin et de recruter du personnel dédié, de contribuer à la gestion des collections et des données INPN… Malgré cet effort important, ce financement ne couvre pas l'ensemble des coûts liés à cet inventaire général et il n'y a pas eu d'estimation des contributions bénévoles ni des coûts pris en charge directement ou indirectement par les partenaires.

Dans le cadre du pré-inventaire général de la biodiversité de la réserve intégrale du Lauvitel dans les Écrins, les moyens engagés sont équivalents à ceux de l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime au début du projet, soit un budget moyen annuel de 10 000 € - pour une superficie bien moindre (6,9 km²)- qui a couvert principalement les frais de mission des spécialistes. Pour l'année 2016, ce budget a pu être doublé grâce à un mécénat de GMF assurances.

Les sources et moteurs pour le financement

Le retour d'expérience a permis d'identifier un certain nombre de considérations sur la recherche de financeurs.

La proximité et/ou l'adéquation géographique des financeurs peut être considérée comme une opportunité. Celle-ci peut être appréhendée à différentes échelles (e.g. nationale, régionale ou locale). Le premier ATBI proposé par Daniel Janzen, initialement prévu au Costa Rica, a été mis en œuvre aux États-Unis, plus près des sources de financement (Mauz 2011). Une partie des fonds est levée au niveau local par les ONG Friends of the Smokies et DLIA. La proximité du massif du Mercantour a également facilité le financement de la Principauté de Monaco et de la Fondation Albert II de Monaco. De même, l'aspect transfrontalier des deux parcs a permis d'accéder à des financements européens dédiés aux projets transfrontaliers, notamment les financements ALCOTRA.
En raison de leur caractère exceptionnel, plusieurs ATBI ont pu obtenir des financements dédiés à la recherche scientifique.
La National Science Foundation (NSF) aux États-Unis a financé des inventaires pour l'ATBI du Parc national des Great Smoky Mountains pour un total de plus de 1 500 000 $ (i.e. notamment les Pyrénomycètes, les Agarics, les Algues, les Diatomées, les Cyanobactéries, les Coléoptères et la faune de la canopée). En Europe, le programme EDIT et les ATBI+M ont été financés par le 6e programme-cadre de recherche et de développement (PCRD) de l'Union européenne jusqu'en 2011.

En Amérique du Nord, les financements participatifs auprès de particuliers (*crowdfunding*) sont assez développés. DLIA organise chaque année le « Bal de la salamandre » dans les Great Smoky Mountains. DLIA a notamment mis en

place un programme de parrainage des nouvelles espèces appelé '*name a species*'. En échange d'une contribution se situant entre 2 500 $ et 10 000 $[31], le parrain peut proposer un nom au spécialiste qui décrit le nouveau taxon.

Enfin, la taille et l'ambition du projet sont également des facteurs à prendre en compte dans le succès d'un financement. Elles conditionnent la visibilité du projet, condition non écrite mais souvent essentielle pour les bailleurs, qu'ils soient publics ou privés. Le défi que représente ce type de projet est souvent au moins aussi important pour les bailleurs que son contenu objectif. Aussi, la possibilité de trouver des fonds n'est pas proportionnelle à la dimension d'un projet ou à son coût, et un projet « coûteux » à parfois plus de chance d'être financé qu'un autre à quelques milliers d'euros.

3. Logistique et coordination des inventaires de terrain

3.1 Coordination des taxonomistes

Une des approches courantes consiste à créer des groupes de travail taxonomiques pour organiser les efforts des scientifiques travaillant sur le projet, améliorer l'efficacité des inventaires et éviter les redondances (Leponce et al., 2010). Dans le cas du Parc national des Great Smoky Mountains, ces groupes de travail sont au nombre de 20 et organisés selon une cohérence taxonomique (e.g. au niveau des ordres, tels que les Lépidoptères ou les Coléoptères) ou regroupés en groupes plus larges non monophylétiques (e.g. les insectes aquatiques)[32]. Dans le Parc national du Mercantour, une partie des taxonomistes a été organisée en groupes de travail en fonction ; 1) des types de prospections : invertébrés terrestres de surface, invertébrés terrestres souterrains, 2) des milieux : milieux aquatiques de surface, milieux aquatiques souterrains ou 3) des taxons : Fonge, Lichens. Il restait cependant la possibilité pour les scientifiques de travailler de manière individuelle ou hors groupes établis. Plusieurs spécialistes ont rappelé qu'une stratégie de prospection multi-spécialistes est pertinente pour caractériser les cortèges des milieux ciblés, mais ne permet pas toujours de maximiser les inventaires notamment pour certaines espèces rares ou moins connues (Jolivet *in* Deharveng & Isaia, 2013). Cela est lié à la diversité des méthodes de collecte et à la biologie propre de chaque espèce.

D'autres initiatives, comme l'ATBI de la réserve intégrale du Lauvitel, ont fait le choix de mélanger les disciplines pour favoriser les échanges d'expériences et de connaissances. La difficulté d'accès à cet espace, et notamment aux zones d'altitude, explique en partie ce choix. Un des objectifs des inventaires généraux de la biodiversité est en effet de réduire la fragmentation dans le domaine de la taxonomie. En pratique, les échanges entre participants ne sont pas toujours la norme, en raison notamment des différentes méthodes de travail, des périodes/horaires de prospections, de la taille parfois importante des territoires… L'animation d'un ATBI consiste alors également à organiser des moments de rencontres formelles et informelles pouvant aboutir à des collaborations (Langdon et al., 2006). Cela peut prendre la forme de l'organisation de rencontres/colloques scientifiques, de *BioBlitz* (voir Encadré 3), de *summer schools* (voir Encadré 5) ou de campagne de terrain commune à différentes spécialités.

Figure 15 : Inventaire entomologique, J.-C Grange. ATBI Mercantour - Alpi Marittime.

Un des participants au premier colloque ATBI en Amérique du Nord a rappelé que « 90% des réussites et des échecs sont dus à des personnalités, les 10% restants sont dus à la météo. » (Langdon et al., 2006). On peut ajouter qu'une bonne partie de la réussite est sans aucun doute liée au sentiment de participation à une aventure scientifique commune, sentiment que les rencontres contribuent à développer.

[31] http://www.dlia.org/name-a-species

[32] http://www.dlia.org/TWIGsInfo

3.2 Assistance logistique et technique

La possibilité de fournir une assistance technique aux taxonomistes est un atout important pour la bonne conduite des opérations de terrain (Langdon et al., 2006 ; Leponce et al., 2010), en particulier pour les projets faisant appel à un grand nombre de spécialistes comme les Smoky Mountains (environ 200) et le Mercantour-Alpi-Marittime (environ 350). Un accompagnement technique est également nécessaire dans la prospection de milieux difficiles comme les mondes souterrain et sous-marin, ou encore les parois verticales. Dans la réserve intégrale du Lauvitel dans les Écrins par exemple, la pratique de l'alpinisme est nécessaire et nécessite des équipes spécialisées.

Dans un premier temps, cela consiste à mettre à disposition des participants les informations pratiques nécessaires à la préparation des inventaires (e.g. logement, cartographie, réglementation, sécurité). Ces informations peuvent être par exemple publiées sur la page web du projet, comme par exemple dans celui des Smoky Mountains[33] ou dans les projets d'EDIT[34].

Lorsque c'est possible, la présence sur le terrain d'assistants techniques (professionnels ou bénévoles) permet de fournir un renfort significatif aux équipes (Ichter & Minssieux, 2011 ; Langdon et al., 2006). L'assistance logistique et technique apporte notamment :

- une orientation ciblée des lieux de prospection, notamment pour prendre en compte les secteurs sous-prospectés et assurer ainsi une plus grande homogénéisation de la pression de prospection, ou pour documenter prioritairement des sites à enjeux de conservation, des sites visés par un projet d'aménagement…;
- une vérification de l'accessibilité (e.g. état des pistes, enneigement) et des conditions de prospection aux périodes prévues (e.g. zones pâturées ou non, importance de la fréquentation touristique) ;
- une meilleure sécurité des équipes sur le terrain (e.g. prospection impliquant de l'alpinisme ou de la spéléologie) ;
- une optimisation des itinéraires ;
- une participation aux inventaires, la mise en place de pièges permettant une forte pression d'échantillonnage (pièges Malaise par exemple) ;
- le suivi et l'enregistrement des différents inventaires : équipes, dates, lieux et moyens de prospection ;
- la saisie des coordonnées géographiques et d'autres données spatiales selon les standards de données ;
- la gestion de la qualité des échantillons et la vérification de leur étiquetage ;
- le pré-tri du contenu des pièges entomologiques.

Un autre enjeu évoqué est la facilitation des échanges entre les différents acteurs. En effet, les méthodes de travail, les contraintes et les objectifs des différents partenaires ne sont pas toujours partagés et cela peut générer des incompréhensions (Mauz & Granjou, 2013). La possibilité d'avoir des personnes ressources afin d'améliorer la communication peut ainsi limiter les possibles tensions.

3.3 Aide aux démarches administratives

Les espaces protégés impliquent souvent des contraintes administratives liées aux prélèvements et/ou aux déplacements lors des inventaires de terrain. Ces procédures se cumulent parfois avec les législations sur les espèces protégées et d'éventuelles contraintes propres aux structures des participants (administrations, universités, instituts de recherche). Un des avantages des inventaires généraux de la biodiversité est la possibilité de simplifier et d'accompagner certaines démarches administratives (Langdon et al., 2006). Il s'agit également d'une véritable « économie d'échelle » : la masse de travail administratif est parfois équivalente pour un groupe de cinq personnes ou un groupe de cinquante.

[33] http://www.dlia.org/information-for-scientists

[34] http://www.atbi.eu/gemer/?q=node/15

3.4 Conventions et engagement des participants

Dans tout projet de ce type, il y a une relation contractuelle, plus ou moins formelle et contraignante, entre les participants et les coordinateurs. La signature d'une convention permet de rappeler les engagements réciproques des parties. Elle intègre généralement les éléments suivants :

- contraintes administratives ;
- contraintes logistiques et de sécurité ;
- matériel et méthodes d'inventaires ;
- contributions financières (e.g. remboursement des frais, prestations) ;
- formats et délais de restitution (e.g. données, spécimens, dépôt de types) ;
- la propriété physique des spécimens ;
- la propriété intellectuelle des résultats. Le caractère public des données est un enjeu fort de l'engagement des participants.

Les conventions et autres engagements contractuels ne se limitent pas aux opérations de terrains, l'ensemble des contributeurs doivent être pris en compte en amont de l'opération.

4. Stratégies d'inventaires et d'échantillonnage

4.1 Stratégies d'inventaires et d'échantillonnage

La première étape dans la stratégie de mise en place d'un inventaire général de la biodiversité consiste à définir les groupes taxonomiques à cibler en priorité. Cela implique de disposer d'un état initial des connaissances disponibles sur le territoire et d'identifier les opportunités. Dans le premier projet d'ATBI dans l'aire de conservation Guanacaste au Costa Rica, Daniel Janzen (1996) a publié une étude spécifique sur ce sujet.

Ce travail préliminaire permet au porteur de projet d'orienter les ressources disponibles afin de maximiser les résultats (Langdon et al., 2006). Il est également souhaitable d'associer les taxonomistes et les naturalistes à cette réflexion pour optimiser l'échantillonnage en limitant les redondances et en favorisant la complémentarité des méthodes (Deharveng & Isaia, 2013). Dans le cadre du projet EDIT, 79 experts ont participé à l'élaboration d'un manuel sur les méthodes et les protocoles dans le cadre d'un ATBI[35] (Eymann et al., 2010). Le tableau 3 présente la liste des contributions.

À l'occasion de l'ATBI Mercantour-Alpi Marittime, un comité de pilotage, créé à l'initiative des parcs, a accompagné la conception et la mise en œuvre de plans d'échantillonnage afin que les données produites répondent également aux objectifs de gestion et puissent alimenter des recherches en écologie et en biologie de la conservation (Mauz & Granjou, 2013). Pour autant, ce n'est pas toujours compatible avec les méthodes qui visent à échantillonner la diversité maximale (Deharveng & Isaia, 2013).

Les méthodes d'échantillonnage utilisées dans le cadre des projets de type ATBI sont extrêmement variées. Certaines méthodes sont utilisées pour différents groupes taxonomiques et communes à tous les projets (filets entomologiques, tentes Malaises) d'autres sont adaptées à des assemblages d'espèces associés à certains habitats présentant des contraintes très particulières (e.g. filtrages ou pompages Bou Rouch pour la faune hyporhéique vivant sous les cours d'eau).

Les protocoles sont généralement mixtes, c'est-à-dire une combinaison entre les collectes libres et ciblées, et des méthodes standardisées. Ce type de stratégies d'inventaire, qui correspond à la pratique de nombreux naturalistes, est plus souple et s'adapte plus facilement à des changements en termes de ressources (financières et humaines) ou d'accessibilité (Deharveng & Isaia, 2013).

[35] http://www.abctaxa.be/volumes/volume-8-manual-atbi

À ce titre il y a un enjeu à documenter les méthodes d'inventaire et la pression d'observation et de collecte (Eymann et al., 2010; Ichter et al., 2014 ; Touroult et al., 2017b). Il n'existe pas, à notre connaissance, d'enregistrement systématique de la méthode utilisée pour chaque donnée produite dans les différents ATBI rencontrés. Pour autant, les porteurs de projets disposent généralement de nombreuses informations sur les méthodes utilisées, dans les conventions, les rapports non publiés ou les publications scientifiques (e.g. Deharveng et al., 2015; Dole-Olivier et al., 2015).

Figure 16 : Échantillonnage de la faune hyporhéique, F. Malard / C. Henry. ATBI Mercantour - Alpi Marittime

Tableau 3 : Les chapitres du manuel EDIT des méthodes et protocoles dans le cadre d'un ATBI (Eymann et al., 2010)

N°	Titre du chapitre	Auteur(s)
2	*EDIT and the ATBI+M concept with experiences from pilot sites*	Tillier et al.
3	*Challenges and solutions for planning and implementing large-scale biotic inventories*	Leponce et al.
4	*Individual records and the associated data: information standards and protocols*	Kroupa & Remsen
5	*Bioacoustics approaches in biodiversity inventories*	Obrist et al.
6	*Camera-trapping for inventorying terrestrial vertebrates*	Rovero et al.
7	*Organizing specimen and tissue preservation techniques in the field for subsequent molecular analyses*	Gemeinholzer et al.
8	*Sampling arthropods from the canopy by insecticidal knock-down*	Floren
9	*Soil and litter sampling, including MSS*	Alonso-Zarazaga & Domingo
10	*Sampling continental freshwater*	Garcia-Valdecasas et al.
11	*Sampling the Marine Realm*	Templado et al.
12	*Guidelines for the field mycologist with emphasis on the larger fungi*	Buyck et al.
13	*Sampling of bryophytes*	Papp et al.
14	*Methods for sampling higher plants*	Zippel et al.
15	*Sampling insects: general techniques, strategies and remarks*	Grootaert et al.
16	*Light traps for insects*	Steiner & Häuser
17	*Flight interception traps for arthropods*	van Achterberg et al.
18	*Preserving and Specimen Handling: Insects and other Invertebrates*	Krogmann & Holstein
19	*Field Methods and Techniques for Monitoring Mammals*	Hoffmann et al.
20	*Sampling reptiles and amphibians*	Eekhout
21	*Tips for bird surveys and censuses in countries without existing monitoring schemes*	Woog et al.
22	*Preservation of freshwater fishes in the field*	Neumann

Note : il s'agit d'un guide technique à destination des participants et non pas du plan d'échantillonnage des inventaires.

4.2 La collecte de spécimens vivants : l'enjeu éthique

Les contraintes réglementaires qui définissent les conditions dans lesquelles des prélèvements peuvent ou non être effectués dans des espaces protégés et sur des populations d'espèces protégées ont un fondement éthique, la protection étant imposée en raison de la valeur particulière que la société accorde à ces espaces et à ces espèces. En réalité, la question du prélèvement d'êtres vivants, indépendamment de l'existence éventuelle de protections légales, doit aussi être considérée sous l'angle de l'éthique. Il s'agit d'une problématique commune à l'ensemble des initiatives bien qu'il n'y ait pas, à ce jour, de consensus sur la manière d'appréhender les prélèvements (Mauz, 2012). La plupart des projets inclut néanmoins des recommandations, et parfois des contraintes, à destination des participants : e.g. zones à prospecter, cibles taxonomiques, méthodes de capture.

Une réflexion éthique implique de questionner la légitimité des actions à visée scientifique, en l'occurrence la collecte d'êtres vivants, afin de pouvoir les justifier et communiquer à leur sujet. Il s'agit d'expliciter à la fois les raisons théoriques et les raisons pratiques de ces actions. Il convient tout d'abord de rappeler que l'élaboration de connaissances nouvelles est une caractéristique de l'espèce humaine qu'il est légitime d'exercer, et que les ATBI se situent évidemment dans cette perspective de la quête scientifique. Ensuite, il faut rappeler que la régulation des relations que les sociétés humaines établissent dans leurs espaces de vie avec les autres espèces vivantes nécessite, pour être judicieusement conçue, que la présence de ces espèces dans ces espaces soit établie. Dans toute la mesure du possible, il convient évidemment de recueillir les preuves de présence par des observations non destructives ni même perturbatrices. Mais il faut expliquer qu'il est impossible d'identifier la grande majorité des espèces autrement que par l'examen à fort grossissement (voire au microscope électronique), et souvent même par la dissection de spécimens morts. Le développement des outils moléculaires comme le *barcoding* (voir chap. 5) implique également d'effectuer des prélèvements et de conserver les spécimens analysés dans des collections de référence, de même que les spécimens étudiés sous le seul angle de la morphologie et de l'anatomie. Faire connaître la diversité du monde vivant s'appuie ainsi sur la constitution de collections de spécimens et de banques de données associées. Ces prélèvements constituent également les seuls éléments biologiques matériels qui pourront servir à la critique des scientifiques de demain, fondant toute la démarche scientifique de ces inventaires généraux de la biodiversité.

Ceci étant, il est essentiel de se préoccuper de l'impact des prélèvements effectués sur les populations des espèces échantillonnées (Garrigue, 2013). Le plus souvent, la part de ces prélèvements est probablement très faible, voire infime, et sans commune mesure avec l'effondrement de la biodiversité consécutif aux impacts à grande échelle des destructions d'écosystèmes et des pollutions. Cependant, en l'absence – le plus souvent – d'un état initial, on ignore le niveau démographique des populations échantillonnées, et le risque ne peut être exclu, pour certaines espèces, que les prélèvements effectués aient un impact négatif sensible. Dans ce contexte, certaines méthodes employées pour l'inventaire des invertébrés sont sujettes à débat, notamment celles qui sont peu sélectives et permettent la capture de quantités importantes d'individus. De ce fait, le choix des méthodes a des conséquences sur le nombre d'individus détruits. L'on ne peut donc se dispenser d'une réflexion visant à limiter le nombre des spécimens collectés en tenant compte d'une part des besoins des procédures d'identification, d'autre part des possibilités concrètes d'exploitation des échantillons. A ce sujet, il faut souligner que les gestionnaires demandent souvent aux chercheurs de choisir des méthodes d'échantillonnage adaptées à leur capacité à les traiter, pour éviter l'accumulation d'échantillons non triés (White & Langdon, 2006). Une telle réflexion, menée collectivement devrait permettre d'aboutir à une déontologie partagée pour les inventaires généraux de la biodiversité. Ceci en n'oubliant pas qu'à restreindre inconsidérément la prospection et les prélèvements, donc le travail des taxonomistes, on risque de les décourager et de les voir abandonner les efforts, déjà limités, que nécessitent la connaissance et l'évaluation de la biodiversité (Untermaier, 2015).

La réflexion éthique, avec ses déclinaisons déontologiques, devrait donc faire partie de l'organisation et de la promotion des inventaires généraux de la biodiversité. Elle pourrait s'inscrire dans la dynamique de l'Initative pour une Ethique de la Biosphère (IEB), qui a été lancée en 2010 au sein de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), à la suite d'une résolution appelant l'UICN à se doter d'un code éthique pour la conservation de la biodiversité (voir Blandin, 2010) et le site du Center for Environmental Ethics and Law[36]). L'IEB accorde en particulier

[36] www.environmentalethicsandlaw.org/

de la valeur à la diversité des écosystèmes et des espèces qui y interagissent, ceci indépendamment des autres valeurs que les humains leur donnent, et leur reconnait à la fois une valeur de mémoire (de l'histoire de la vie), et une valeur d'avenir, en ceci qu'écosystèmes et espèces conditionnent les capacités d'adaptation de la biosphère. De la découle notamment la nécessité d'un respect sincère à l'égard des autres espèces et des individus qui les constituent à un instant donné. Ce respect n'interdit pas l'usage des espèces pour les besoins légitimes de l'espèce humaine, qu'il s'agisse par exemple des besoins alimentaires ou des besoins de connaissance. Il appelle en revanche à pratiquer des prélèvements ajustés à la satisfaction de ces besoins. Ce n'est pas simple, mais il faut souligner que tout inventaire général de la biodiversité, en produisant des connaissances grâce à des prélèvements intelligemment conçus, confère de la valeur à l'espace étudié, en le faisant mieux connaître. En outre, lorsque ces prélèvements débouchent sur la découverte d'espèces patrimoniales, ils fournissent des arguments forts en faveur de la protection des biotopes, contribuant ainsi, au final, à la préservation de plus de vies qu'ils n'en ont détruites. A titre d'exemple, la découverte de la Cétoine bleue, espèce à haute valeur patrimoniale, dans le bois de Païolive, puis la mise en évidence progressive de l'étendue de son aire de répartition, ont conduit à la délimitation d'un espace écologiquement et biogéographiquement cohérent dont une protection cohérente peu dès lors être envisagée (Aberlenc, 2016 ; Blandin et al. 2017). Enfin, d'un point de vue général, les prélèvements contribuent à l'accroissement des connaissances, notamment avec la découverte d'espèces nouvelles pour la science. Les ATBI ont ainsi une double portée éthique, en ceci qu'ils font à la fois avancer les connaissances sur le monde vivant et sa diversité et progresser les mesures prises en vue de sa préservation.

4.3 Monitoring

Un suivi ou monitoring est la collection et l'analyse d'observations et de mesures répétées dans le temps dans le but de détecter des tendances d'évolution, généralement pour évaluer les effets d'actions de gestion sur une population, sur la dynamique d'une communauté ou sur des processus écologiques (Ichter et al., 2014, Yoccoz et al., 2001).

Au sens strict, un inventaire général de la biodiversité n'a pas pour finalité de détecter les changements. Pour autant, dans de nombreux cas, la caractérisation des communautés nécessite la mise en place d'échantillonnages structurés et reproductibles pour effectuer des comparaisons dans le temps et dans l'espace (Longino & Colwell, 1997). À la différence des prospections non cadrées, les échantillonnages structurés peuvent servir de base pour un monitoring (Deharveng et al., 2015 ; Rykken & Farrell, 2013). Le besoin de complémentarité entre les inventaires et le monitoring est régulièrement évoqué notamment par les gestionnaires et les écologues (Garrigue, 2013). (Garrigue, 2013). Cette potentialité de suivis dans la durée permet des échanges entre les gestionnaires et les taxonomistes.

Dans la pratique, peu d'ATBI intègrent une réflexion sur le monitoring en amont du projet. Dans le *Work Package* 7 du réseau EDIT en Europe, un volet monitoring a été intégré dès le départ à tous les projets d'ATBI (ATBI+M) mais il n'a pas toujours été déployé. Dans cas du Parc national du Mercantour cela a mis plusieurs années, notamment sous l'impulsion du comité de pilotage, mais également à la suite d'une recommandation du Conseil supérieur du patrimoine naturel et de la biodiversité (Mauz & Granjou, 2013).

Un inventaire général de la biodiversité est parfois considéré comme une opportunité pour définir quelles espèces suivre et avec quels protocoles. En effet la connaissance produite permet de disposer d'un état initial de la diversité spécifique, d'avoir un retour des experts sur les espèces à enjeux en termes de conservation ou indicatrices de processus écologiques, d'évaluer la facilité à conduire des inventaires et leur reproductibilité, de pouvoir consulter une collection de référence ou une bibliothèque de barcodes… Les inventaires généralisés de la Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane et de la Réserve intégrale du Lauvitel servent ainsi de socle de connaissances pour définir les taxons ou groupes de taxons à suivre. Leur superficie peu étendue facilite éventuellement les réflexions sur le volet monitoring. De la même manière dans le parc des Boston Harbour Islands, un suivi des Abeilles a été mis en place grâce aux résultats de l'ATBI (Rykken & Farrell, 2013). Dans certains cas, ce sont les campagnes de monitoring qui ont profité de la dynamique des ATBI comme par exemple le suivi des Lépidoptères et des Amphibiens pour l'ATBI Adirondack (S. McNulty, com. pers. 2017).

4.4 Cartographie

La mise à disposition de cartographies thématiques en amont des inventaires est un atout pour préparer le terrain car il offre la possibilité de stratifier les échantillonnages. Dans le Mercantour, par exemple, les taxonomistes reçoivent une série de cartes thématiques à faible résolution (e.g. occupation du sol, exposition, essence forestière, végétation potentielle, géologie, hydrographie, unités paysagères).

En revanche peu de sites de grande superficie disposent de cartographies fines (i.e. à grande échelle géographique) des habitats ou des types de végétation. Par ailleurs aucun des projets étudiés n'a réalisé de cartographie des habitats dans le cadre des inventaires généralisés de la biodiversité.

À la suite des inventaires, l'interprétation des résultats obtenus permettent de produire des cartographies thématiques. On peut citer la carte des zones à enjeux pour les habitats agro-pastoraux dans le parc du Mercantour (Braud, 2012) et les cartographies en ligne de la distribution potentielle des espèces du parc des Great Smoky Mountains (voir Figure 19). La valorisation des résultats sous forme d'atlas par catégories taxonomiques est un outil particulièrement pertinent, d'une part, pour le porter à connaissance et, d'autre part, pour la structuration des échantillonnages.

5. Tri, détermination, mise en collection et barcoding des échantillons

Le tri des échantillons est une étape déterminante et structurante dans une démarche d'inventaire général de la biodiversité. Cette étape est souvent un problème car mal appréhendée en amont et donc sous-estimé dans les projets. Sharkley (2001) le résume ainsi : « le principal goulot d'étranglement (*bottleneck*) d'un ATBI sont les taxons dans le congélateur ». Dans le cadre des ATBI en Europe piloté par EDIT, les tâches de tri et d'identification n'étaient pas financées contrairement aux frais de voyage et de séjour.

La difficulté est liée aux volumes et à la diversité des prélèvements de certaines méthodes comme les pièges Malaise ou l'appareil de Berlèse (Leponce et al., 2010). La participation d'amateurs bénévoles est possible mais ce type d'intervention est limitée par la nécessité de reconnaître un large éventail de taxons pour être efficace (Villemant et al., 2015). Cette fonction est souvent assurée par des techniciens de muséums ou de laboratoires mais elle nécessite du personnel formé et des moyens ce qui n'est pas toujours le cas (Villemant et al., 2015). Dans les inventaires d'invertébrés des pays tropicaux, la formation de parataxonomistes professionnels locaux a pour objectif de répondre à ce besoin (voir Encadré 5).

Une fois triés à la famille (ou à l'ordre pour les groupes les plus difficiles), les échantillons sont envoyés à des spécialistes dans le monde entier. L'accumulation de spécimens non identifiés est un problème récurrent de ce type d'inventaires (Parker & Bernard 2006 ; Rykken & Farrell, 2013). Cela est lié à la disponibilité des spécialistes mais également au *taxonomic impediment* (obstacle ou handicap taxonomique), le manque de connaissance et d'information disponibles (Taylor, 1983) et à l'insuffisance de financements pour ces activités. Pour l'ATBI des Boston Harbour Island, les groupes échantillonnés les plus en retard dans les déterminations sont les Diptères et les Hyménoptères parasites (Rykken & Farrell, 2013) ; dans le Mercantour–Alpi Marittime ce sont notamment les Diptères et certains Coléoptères (Leccia & Morand, 2013).

La gestion de l'étiquetage des spécimens est un point de vigilance évoqué dans la plupart des projets. Pour augmenter les valorisations possibles des résultats, il est recommandé d'associer à chaque spécimen de collection un code unique correspondant à l'échantillonnage. Cette méthode a été utilisée par les chercheurs du MNHN pour les 1 243 échantillons (259 142 spécimens) du module « invertébrés terrestres » de l'ATBI Mercantour collectés entre 2009 et 2012 (Deharveng et al., 2015). Cette approche implique un important travail de gestion et fonctionne surtout pour des groupes thématiques bien coordonnés. Lorsque cela n'est pas possible, il est conseillé *a minima* de proposer un modèle standardisé d'étiquettes. Il est également primordial de pouvoir publier les codes employés sur les étiquettes placées dans les échantillons afin d'assurer leur déchiffrage et leur compréhension dans la durée.

Confronté au problème du tri des échantillons, le programme « Planète Revisitée » inclut désormais systématiquement cette fonction dans les projets et les budgets pour les arthropodes marins et terrestres. Deux

approches sont utilisées : le volet « marin » organise un atelier post expédition, généralement en France et rassemble autour d'une vingtaine de participants, bénévoles mais défrayés, pour une durée d'un mois dans un lieu dédié et équipé. Le volet « terrestre » contracte des prestataires, notamment des entomologistes généralistes pour le tri des spécimens. A titre indicatif, le maximum pour trier à la morpho-espèce est estimé à 500 spécimens d'insectes par personne et par jour.

La Figure 17 : Organisation du module Invertébrés terrestres de l'ATBI Mercantour - Alpi Marittime (Source : Deharveng et al. 2015) illustre les différentes étapes de l'inventaire des invertébrés terrestres de l'ATBI Mercantour - Alpi Marittime par les chercheurs du MNHN (source : Deharveng et al. 2015).

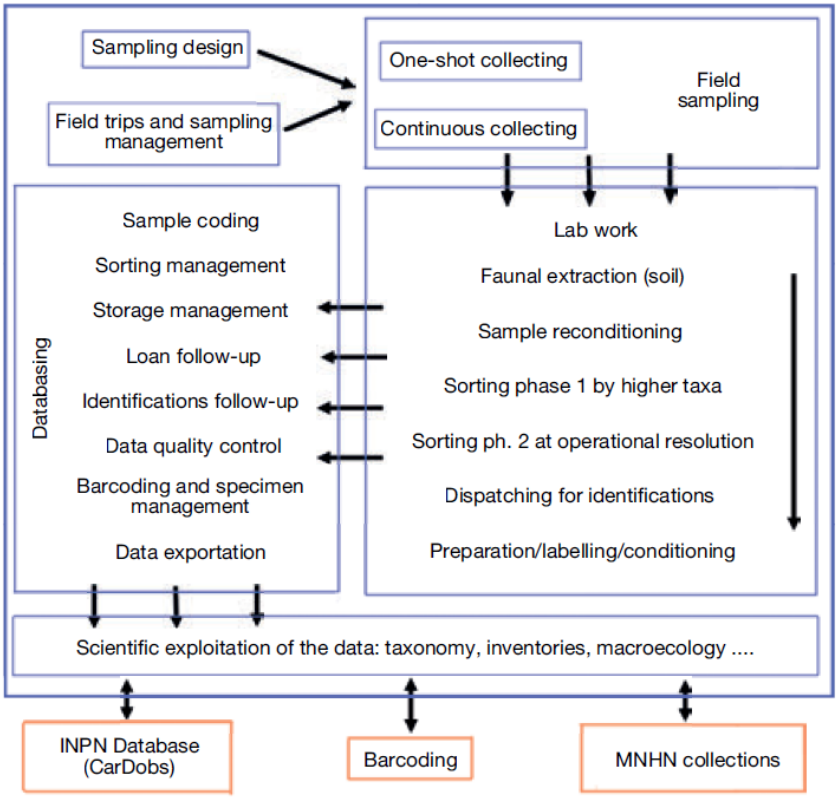


Figure 17 : Organisation du module Invertébrés terrestres de l'ATBI Mercantour - Alpi Marittime (Source : Deharveng et al. 2015)

Enfin, la constitution d'une collection de référence centralisée n'est pas toujours envisageable, ou peut rencontrer des difficultés. Malgré un engagement via une convention, de nombreux taxonomistes de l'ATBI Mercantour - Alpi Marittime n'ont finalement pas confié leurs spécimens aux collections du MNHN à Paris ou au Museo Regionale di Scienze Naturali à Turin (Leccia & Morand, 2013). À défaut d'une collection de référence unique, un système d'accès aux spécimens et la possibilité de partage peuvent être organisés. Les différentes techniques de récolte et de conservation peuvent également constituer des freins à la mise en œuvre d'une collection de référence unique : spécimens montés à sec, en fluide, tri par taxon ou par prélèvement, étiquetage, etc.

Le *barcoding* est une analyse moléculaire de séquences de l'ADN mitochondrial, qui est propre à chaque espèce végétale et animale. En prélevant des fragments de spécimens collectés, il est désormais possible d'associer un « code-barres » génétique unique que l'on peut comparer à la base de données de séquences de référence, *Barcode of Life* (Ratnasingham and Hebert, 2007). Pour des inventaires importants comme les ATBI, le *barcoding* présente l'avantage de pouvoir traiter un grand nombre taxons de manière relativement rapide et peu coûteuse grâce à l'utilisation de peu de matériel génétique et d'une séquence ADN courte (Mauz, 2011; Casazza & Brisset, 2013). Cette technique est complémentaire de la taxonomie, elle permet de formuler des hypothèses taxonomiques et distinguer les espèces notamment lorsque les critères morphologiques ne sont pas discriminants (Deharveng et al., 2015 ; Janzen et al., 2009 ; Telfer et al., 2015). Les principaux inventaires généralisés de la biodiversité ont mis en place

des études moléculaires dans leur stratégie d'inventaire. Parmi eux, deux projets (Boston Harbour Islands aux USA et Rare Reserve au Canada) ont séquencé de manière systématique les spécimens, ceux-ci provenant toutefois de la prospection de superficies limitées à quelques kilomètres carrées (Rykken & Farrell, 2013 ; Telfer et al., 2015). Au Canada, cela a permis de publier des résultats prometteurs et, pour certains groupes, de multiplier jusqu'à six le nombre d'espèces connues dans le pays (i.e. les Diptères *Cecidomyiidae*).

L'utilisation du *barcoding* est en plein développement et offre de nombreuses perspectives à la fois pour la taxonomie mais également en biologie de la conservation (Casazza & Brisset, 2013). Pourtant il existe encore des obstacles à une application systématique pour des inventaires notamment liés aux conditions de prélèvement nécessaires (e.g. alcool à 96°), au manque de bibliothèques de référence pour certains groupes (Deharveng et al., 2015), et aux réticences d'une partie des taxonomistes (Mauz & Granjou, 2013).

Figure 18 : Tamisage de la faune du sol, A. Abdou. ATBI Mercantour–Alpi Marittime

6. Gestion et diffusion des données

La stratégie de gestion des données est un facteur considéré comme déterminant pour le succès d'un projet de type ATBI (Langdon et al., 2006). La gestion des données est une réflexion transversale qui influe sur la préparation, la saisie, le partage et la valorisation de l'information. Une bonne gestion dans les différentes étapes permet de bien mesurer les résultats et de les rendre accessibles durablement.

En amont du projet, l'accessibilité des données existantes sur le territoire permet une meilleure programmation des inventaires. Pour être mobilisables, les données doivent cependant être structurées notamment au regard des référentiels taxonomiques et géographiques, ce qui n'est pas toujours le cas. Une partie des informations n'est souvent pas numérisée, comme par exemple certaines données de collection, de revues ou de littérature grise (Garrigue, 2013). Certains projets comme le Hawaii Biological Survey ont choisi d'obtenir des données en priorité par la compilation et la structuration de différentes sources d'information sur la biodiversité largement dispersées et difficilement accessibles (voir partie 1 chap. 2.3).

Un des enjeux, pour le fonctionnement d'un système d'information, est une bonne appropriation par les différents partenaires des règles de partage, des procédures, des standards de données et des outils (Langdon et al., 2006). Ce point est d'autant plus important que les différents participants ont souvent des outils et des logiques propres en fonction de leurs ressources et de leurs objectifs (Garrigue, 2013).

Une large diffusion des résultats est un des objectifs des inventaires généraux de la biodiversité et par conséquent de leur système d'information (voir chap. 7 ci-dessous). Les plateformes et les modalités de diffusion sont idéalement prévue à différents échelles : locale, régionale, nationale ou globale. Dans le projet de l'ATBI Mercantour, les participants acceptent de rendre leurs données consultables sur le site web de l'INPN, plate-forme nationale du

Système d'information sur la nature et les paysages[37], les données étant gérées via l'outil naturaliste CardObs[38] développé par le MNHN. Au niveau local, les résultats sont mis à disposition de SILENE[39], plate-forme régionale du SINP en région PACA. Enfin les données sont diffusées globalement via la plateforme du Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (Ichter et al. *in prep.*).

Dans de nombreux projets, les résultats peuvent être visualisés sur un portail web via une application cartographique. Les espèces sont affichées sous forme de cartes de distribution interactives et parfois accompagnées de différentes couches d'information (e.g. limite des parcs, relief, végétation). Aux USA, le National Park Service a lancé en 2006, *Species mapper* une application pour la visualisation des résultats de l'ATBI des Great Smoky Mountains (1800 espèces au lancement de l'application). Cet outil propose notamment une prédiction d'occurrence issue d'une modélisation[40] (voir Figure 19). Les données sont le plus souvent diffusées avec leur localisation précise à l'exception des données sensibles (e.g. espèces rares ou faisant l'objet d'un commerce ; Langdon et al., 2006). C'est également le cas dans le parc national des Écrins grâce à « Biodiv'Ecrins », un atlas en ligne de la faune et la flore du parc où tous les résultats de l'ATBI du Lauvitel sont en ligne avec la localisation précise des observations.

En créant des liens vers des initiatives globales, il est possible de maximiser la diffusion de la connaissance. En particulier, le GBIF est le principal système d'informations sur la biodiversité au niveau mondial. Lorsqu'un inventaire intègre des données moléculaires, elles contribuent également au projet BOLD, le référentiel mondial génétique des espèces.

Enfin la production de connaissance scientifique inédite doit nécessairement faire l'objet de publications examinées par un comité de lecture constitué de pairs. Il s'agit d'une étape indispensable dans le processus de validation et de partage de l'information naturaliste. L'information produite doit être accessible et pérenne sur supports numériques et/ou papiers. La constitution de collections de spécimens et/ou de *vouchers* permet plus facilement de telles publications. En cela, ces inventaires se différencient nettement des inventaires naturalistes « classiques » où seules des observations de contacts sont effectuées.

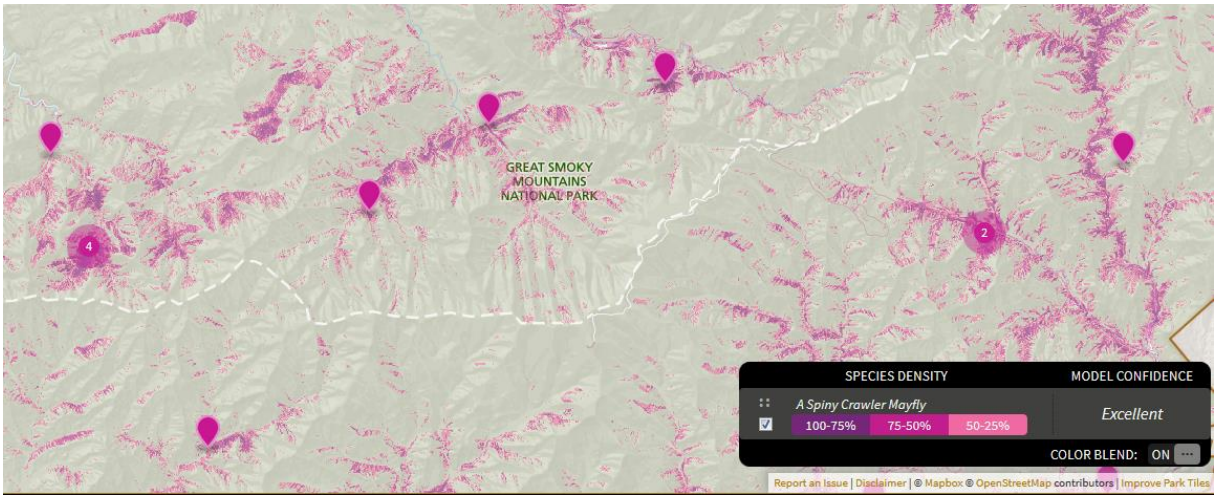


Figure 19 : Points d'observation et distribution potentielle d'une espèce d'Éphémère sur la plateforme *Species mapper* (source : National Park Service)

[37] http://www.naturefrance.fr/

[38] http://cardobs.mnhn.fr/

[39] http://www.silene.eu/

[40] https://science.nature.nps.gov/parks/grsm/species/

7. Communication et valorisation des résultats

7.1 Valorisation scientifique pour la recherche

L'identification des espèces, l'étude de leur variabilité morphologique et génétique et la découverte d'espèces nouvelles pour la science ou nouvelles pour la zone d'étude sont à l'origine de découvertes importantes en taxonomie, en systématique et en biogéographie (Leponce et al., 2010 ; Sharkley, 2001 ; Villemant et al., 2015).

Les inventaires généraux de la biodiversité offrent également de nombreuses perspectives pour l'étude des interactions écologiques des espèces et le fonctionnement des écosystèmes : chaînes alimentaires, pollinisations, parasitisme, zoochorie… (La Morgia et al., 2015 ; Lefebvre et al., 2014 ; White & Langdon, 2006)

Enfin, la concentration sur un territoire d'une grande diversité de méthodes et d'expertises, l'accessibilité de l'information produite, et l'existence de moments d'échanges ouvre la possibilité de nouvelles approches, de collaborations et d'innovations dans le domaine scientifique (Leponce et al., 2010).

7.2 Valorisation scientifique pour la gestion du territoire et portée culturelle des inventaires

À l'échelle du site ou du territoire, les gestionnaires, les experts et les administrations doivent régulièrement faire des choix de gestion ou émettre des avis sur des projets d'aménagement (e.g. infrastructures, travaux, réfection d'ouvrages) ou de planification (e.g. Plans locaux d'urbanisme). Une connaissance fine de la biodiversité du territoire, en particulier pour les groupes moins étudiés, est un atout notamment lorsqu'elle permet d'évaluer le type et le niveau de menaces qui pèsent sur les espèces et leurs habitats. Dans certains cas, les taxonomistes accompagnent les résultats de leur recherche par des recommandations en termes de gestion (Bonelli et al., 2015). Dans d'autres cas, le gestionnaire fait appel à des expertises complémentaires en raison du nombre important de données et de sources et afin de répondre à des problématiques spécifiques. Le service scientifique du Parc national du Mercantour a ainsi commandé une étude sur les milieux agropastoraux (Braud, 2012) et une autre sur les milieux forestiers (Dodelin & Kristo, 2012) en se basant sur les résultats de l'ATBI. Sur les milieux agro-pastoraux l'analyse de plus de 22 000 données sur les Lépidoptères, les Orthoptères et les Coléoptères coprophages a permis d'élaborer une stratégie d'inventaires et de suivis ainsi qu'un atlas des enjeux patrimoniaux et une liste d'espèces patrimoniales et/ou sensibles à certaines modalités de gestion (e.g. écobuage).

Outre la connaissance, les campagnes d'inventaires généraux offrent parfois l'opportunité d'augmenter les compétences et l'expertise locale. Dans le cadre du Mercantour, les personnels du parc national ont pu se former à la détermination de groupes considérés comme peu accessibles, tels les diptères Syrphidés (Lebard & Turpaud, 2014) ou les Escargots (Mauz, 2012). Ces compétences acquises permettent de poursuivre les efforts de prospection au-delà de la visite des taxonomistes et d'envisager la mise en place de suivis. La transmission des connaissances taxonomiques de la part des scientifiques vers les gestionnaires peut constituer un des critères de motivation des personnels L'acquisition de connaissances concerne également certaines catégories socio-professionnelles comme par exemple les guides et accompagnateurs en montagne.

Enfin, une mise en valeur des inventaires permet d'améliorer la perception locale de la biodiversité et des espaces protégés. Cela participe à leur intégration dans la construction de l'identité locale. Dans le Parc national des Great Smoky Mountains, les découvertes scientifiques ont été ressenties comme une valeur ajoutée par la population locale (Langdon et al., 2006). Dans des territoires à forts enjeux socio-économico-culturels, comme la forêt de Païolive, l'ATBI est un programme de « science en action » c'est-à-dire de mise en commun de savoirs préexistants, de production de nouveaux savoirs et de partage avec les populations locales. Les inventaires contribuent à l'émergence d'une nouvelle forme d'appropriation du territoire dans la culture des acteurs locaux et à l'incorporation de savoirs scientifiques validés dans cette culture.

7.3 Valorisation pour les programmes de connaissance/conservation de portée nationale

Disposer de listes de référence des espèces présentes sur le territoire national et de cartes de distribution fiables est un préalable pour la conservation, la gestion et le suivi de la biodiversité. Dans le cas de l'ATBI Mercantour, les données produites ont contribué à alimenter les programmes nationaux gérés par le MNHN, dont le référentiel taxonomique national (TAXREF), la Stratégie nationale de création d'aires protégées (SCAP), les évaluations au titre des Directives européennes Habitats et Oiseaux, les plans nationaux et régionaux d'action, les listes rouges régionales...

La description d'un grand nombre d'espèces permet également de détecter et de documenter la présence de nouvelles espèces exotiques envahissantes comme par exemple dans les Boston Harbour Islands (Rykken & Farrell, 2013).

L'amélioration de la connaissance s'accompagne d'une production d'outils de diagnoses (e.g. clés de détermination, collections de référence). Cela permet de faciliter les identifications et d'augmenter le nombre de naturalistes capables de nommer les espèces (Sharkley, 2001).

7.4 Diffusion de la connaissance et éducation

Un des enjeux des inventaires généraux de la biodiversité est de rendre l'information disponible au plus grand nombre. Les publics touchés par les différents projets identifiés sont très larges : scientifiques, taxonomistes professionnels et amateurs, naturalistes, touristes, étudiants, enseignants, élèves, populations locales et même artistes (Hilten et al., 2006).

Les plateformes web et les applications cartographiques en ligne des projets sont souvent un vecteur clé de diffusion de la connaissance (voir chap. 6). Il peut s'agir de plateformes existantes (e.g. GBIF, iNaturalist, INPN) ou développées spécifiquement (e.g *Species mapper* aux USA voir Figure 19). En Amérique du Nord, les communautés de contributeurs sont connectées via différents réseaux sociaux, certains tous publics comme Facebook (e.g. ATBI Adirondack) d'autres davantage destinées aux naturalistes comme la plateforme inaturalist.

La formation et l'acquisition de compétences représentent des points forts associés à la dynamique des ATBI (Langdon et al., 2006). La participation de nombreux étudiants à travers les thèses, les stages et les formations de type université d'été (voir Encadré 5) contribue à la formation d'une nouvelle génération de taxonomistes.

La diffusion de la connaissance taxonomique au grand public peut également être facilitée par des innovations technologiques. A l'occasion de l'ATBI des Boston Harbour Islands, le Museum of Comparative Zoology (MCZ) a réalisé des images hautes résolutions en 3D des espèces d'invertébrés inventoriées (Rykken & Farrell, 2013). Ces images ont été utilisées pour la création d'un jeu de cartes *PredatORprey* où les joueurs doivent associer prédateurs et proies. Ce jeu a été récompensé en 2008 par le fameux *American Graphic Design Awards.*

L'ensemble de ces initiatives génère une meilleure acceptation sociale du rôle de la taxonomie (Mauz, 2011 ; Sharkley, 2001).

Figure 20 : Une combinaison gagnante du jeu PredatORprey produit dans le cadre de l'ATBI des Boston Harbor Islands

Encadré 9 : Les universités d'été ou *Summer schools*

À l'occasion de l'ATBI Mercantour–Alpi Marittime, des universités d'été ou *Summer schools* ont été organisées chaque année de 2008 à 2012. Elles ont été d'abord organisées par EDIT dans le cadre des *Work Package* 7 («Taxonomie appliquée à la conservation») et 8 («Formation et sensibilisation du public») puis, à partir de 2011 par les deux parcs transfrontaliers. Les *Summer schools* s'adressent aux étudiants en Master ou en début de thèse dans le but de les aider à se professionnaliser dans les métiers liés à la taxonomie. Les enseignements alternent entre la pratique sur le terrain et en laboratoire et des interventions d'experts en salle. Depuis l'échantillonnage sur le terrain jusqu'aux différentes applications, les universités d'été offrent de nombreuses occasions d'échanges avec des taxonomistes et des professionnels de la conservation. http://www.atbi.eu/summerschool/

Figure 21 : Summer school 2011
B. Dumont. ATBI Mercantour-Alpi Marittime

8. Diagrammes synthétiques des principales expériences

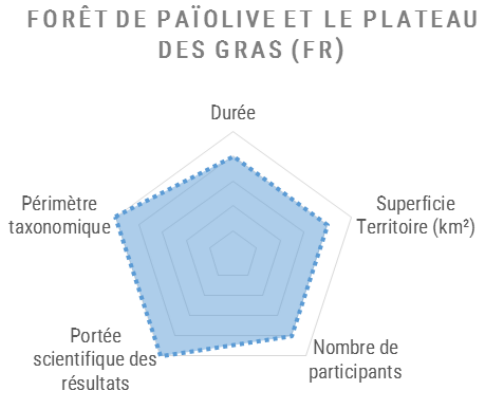
Afin de proposer un cadre comparable aux différentes initiatives, 5 facteurs structurants ont été retenus : la superficie du territoire, la durée du projet, le nombre de participants[41], la portée scientifique des résultats et le périmètre taxonomique. Le tableau 4 présente les critères pour la grille d'analyse des projets. En rouge, les critères qui ne correspondent pas à un inventaire général de la biodiversité, en jaune les critères qui correspondent partiellement ou sous conditions et en vert les critères qui correspondent pleinement.

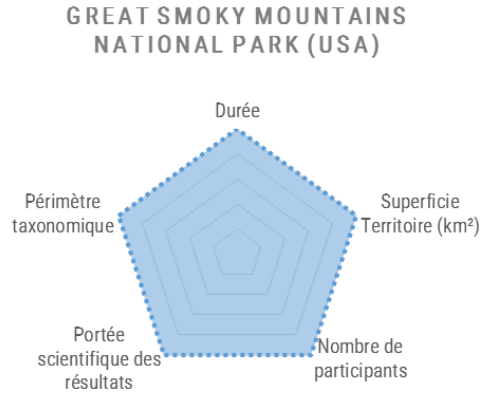
Tableau 4 : Grille d'analyse des projets d'inventaires généralisés de la biodiversité

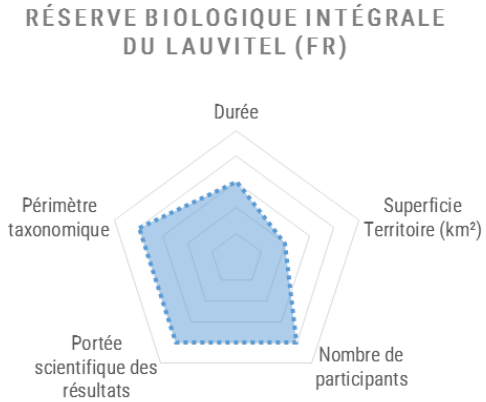
Superficie du territoire	Inf. à 1 km²	1 à 10 km²	10 à 100 km²	100 à 1000 km²	Sup. à 1000 km²
Durée du projet	Inf. à 1 an	1 à 2 ans	2 à 5 ans	5 à 15 ans	Sup. à 15 ans
Nombre de participants[41]	1 à 10	10 à 25	25 à 75	75 à 200	Sup. à 200
Portée scientifique des résultats	Portée limitée. Pas de nouveau taxon pour le site ou le territoire.	Portée locale. Description de nouveau(x) taxon(s) pour le site ou le territoire inventorié.	Portée (supra) régionale. Description de nouveau(x) taxon(s) au niveau régional ou suprarégional.	Portée scientifique nationale. Nouveau(x) taxon(s) à l'échelle nationale et /ou amélioration de la connaissance en taxonomie/ écologie.	Portée scientifique internationale. Nouveau(x) taxon(s) pour la science. Publication dans des revues scientifiques de portée internationale.
Périmètre taxonomique	Inventaire limité aux groupes les mieux connus (e.g. plantes vasculaires, Mammifères, Rhopalocères).	Inventaire exhaustif des groupes connus et inventaire partiel de quelques groupes mal connus.	Inventaire exhaustif des groupes connus et inventaire complet de quelques groupes mal connus.	Inventaire exhaustif des groupes connus et inventaire de nombreux groupes mal connus.	Inventaire le plus exhaustif possible. Un inventaire (même partiel) de tous les groupes où un expert est mobilisable.

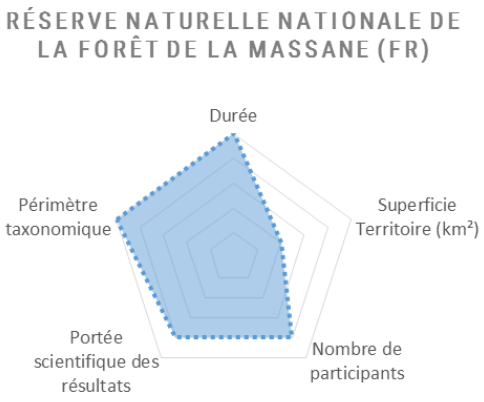
[41] Il s'agit de l'ensemble des participants en prenant en compte non seulement les étapes de terrain mais aussi, lorsque cela est possible, les phases de traitement et d'analyse du matériel.

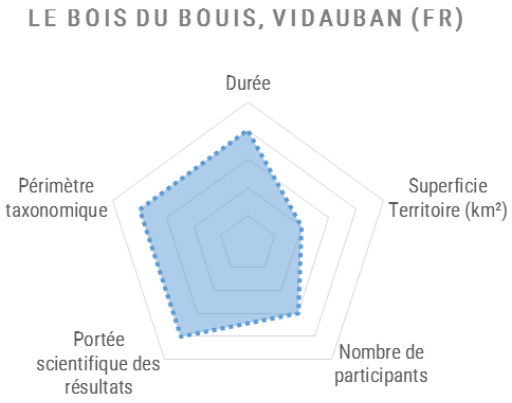
La figure 22 offre une représentation schématique de 10 initiatives illustrant les différents types d'expériences présentées dans cette étude. Il s'agit de 8 ATBI (les Great Smoky Mountains, le Mercantour-Alpi Marittime, les Boston Harbor Islands, Adirondack, la Réserve intégrale du Lauvitel, la Forêt de Païolive et du plateau des Gras, la Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane, le bois du Bouis à Vidauban), et deux initiatives proches, l'expédition Santo 2006 et Hawaii Biological Survey.

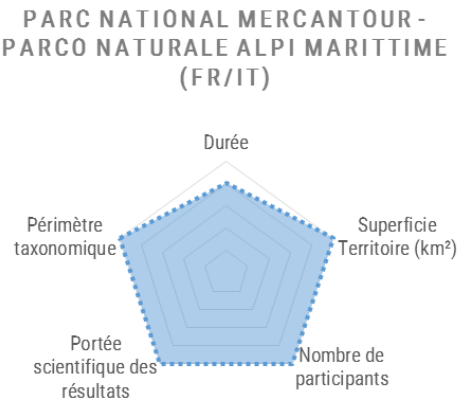












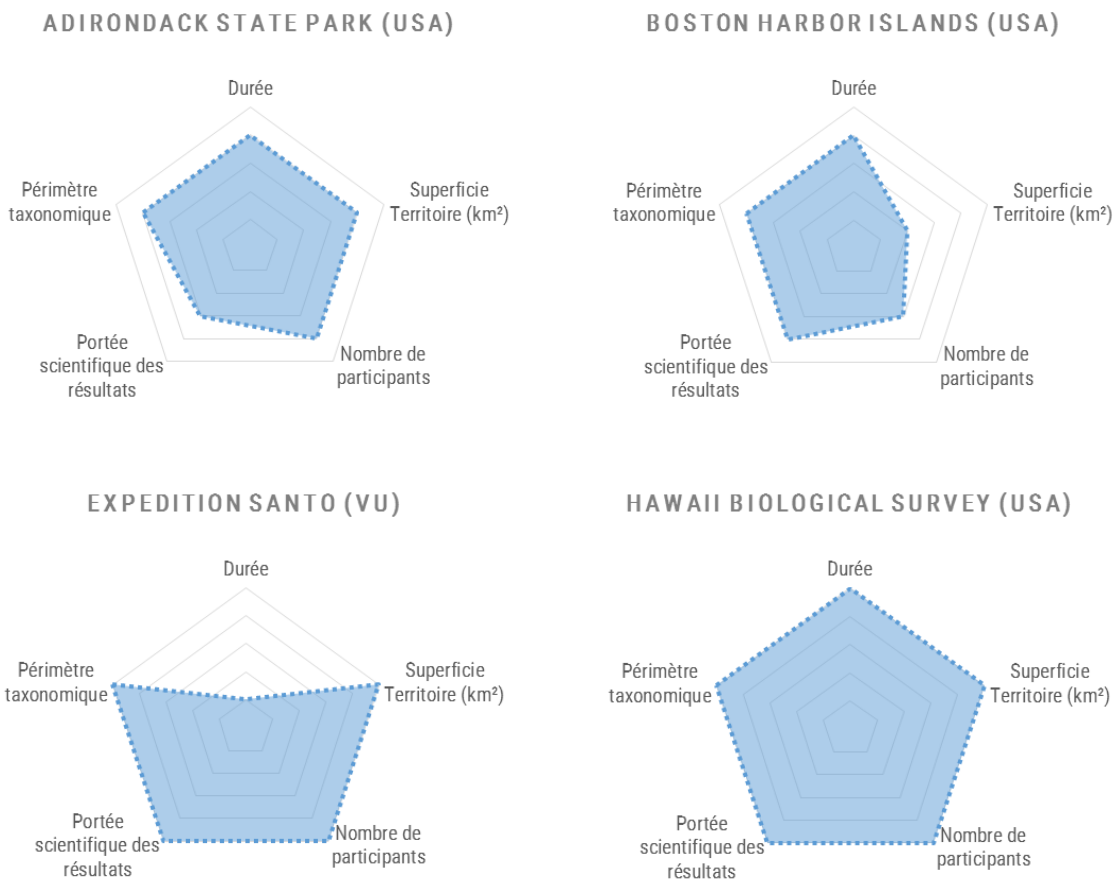


Figure 22 : Représentation schématique des principaux inventaires généraux de la biodiversité

Conclusion

À travers le monde, nombreuses sont les initiatives qui visent à inventorier des pans méconnus de la biodiversité pour découvrir des nouvelles espèces pour le territoire, pour la région et, dans de nombreux cas, pour la science. Les approches, les objectifs et les méthodes sont toutefois très variés. Les inventaires généraux de la biodiversité sont singuliers car ils mobilisent une vaste communauté d'experts– professionnels et amateurs – dans le but de produire une connaissance se rapprochant le plus possible de l'exhaustivité à l'échelle d'un territoire donné. Cette approche conçue par Daniel Janzen pour un site tropical (l'aire de Conservation Guanacaste au Costa Rica), a majoritairement été mise en œuvre dans des climats tempérés (notamment aux États-Unis, en France et en Italie). Le présent travail établit une vue d'ensemble aussi complète que possible de ce type d'initiative. Il permet de mettre en évidence plusieurs points structurants dans la perspective de l'instauration d'un réseau français des inventaires généraux de la biodiversité.

Le retour d'expérience illustre les enjeux liés à la recherche d'exhaustivité d'un inventaire « tous taxons ». Au-delà des groupes les plus connus (e.g. plantes vasculaires, vertébrés, papillons de jour), il y a des groupes d'espèces dont l'inventaire est commun à la plupart des ATBI et qui peuvent ainsi être considérés comme le socle minimal d'un inventaire général de la biodiversité. Il s'agit par exemple de nombreux groupes d'insectes (e.g. les Odonates, les Orthoptères, les Hétéroptères, les Lépidoptères, les Diptères Syrphidés, les Hyménoptères Formicidés, les Coléoptères), certains Arachnides (e.g. les Araignées, les Scorpions), des Mollusques, des Bryophytes... D'autres groupes, plus contraignants à inventorier, ne se retrouvent que dans les projets les plus avancés. Il peut s'agir de groupes nécessitant des techniques d'échantillonnage très spécialisées (e.g : la faune du sol, la faune hyporhéique) ou compliqués sur le plan taxonomique (e.g. les Hyménoptères Cynipoidea, les Diptères Empididae). Enfin pour

certains groupes, une connaissance exhaustive n'est jamais atteinte en raison de l'absence de spécialistes disponibles. C'est le cas de nombreux groupes d'insectes (e.g. chez les Hyménoptères ou les Diptères) et d'autres invertébrés (e.g. Acariens, Pauropodes). Au-delà des problématiques scientifiques, les différentes expériences montrent à la fois la nécessité de disposer de ressources matérielles et financières conséquentes et l'importance du facteur humain pour le succès ou l'échec d'un projet.

Sur le plan méthodologique, les inventaires généraux de la biodiversité font appel à une combinaison de prospections libres et d'échantillonnages reproductibles (e.g. tente Malaise, pêche électrique, piège à interception), dont les résultats sont complémentaires. Les naturalistes sont le plus souvent libres quant à leurs méthodes d'inventaires mais l'organisation en groupes de travail (e.g. les *Taxonomic Working Groups*) et/ou la mise en place d'une coordination scientifique permet d'optimiser les inventaires et d'éviter les redondances. Une des spécificités des ATBI est la répétition des inventaires. En fonction de l'écologie des taxons et des contraintes logistiques, un même groupe est souvent inventorié à différentes périodes de l'année, dans différents milieux et, si possible, sur plusieurs années. Parmi les pistes d'amélioration évoquées pour les inventaires, une documentation systématique et harmonisée des méthodes et de la pression d'observation serait à prévoir. De la même manière, il est important de consigner les remarques et recommandations des spécialistes sans lesquels les résultats sont parfois difficiles à valoriser. Un des enjeux est la possibilité de concevoir et de mettre en place des opérations de suivi à même de détecter des tendances d'évolution à des coûts raisonnables.

À l'échelle nationale, la dynamique des inventaires généraux de la biodiversité s'inscrit dans le cadre des recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes publiées par l'UMS PatriNat (Touroult et al., 2017b). Ce rapport propose de poursuivre l'effort sur une série de sites de référence en prenant en compte une certaine représentativité, notamment biogéographique et écosystémique, et en intégrant des sites ruraux et urbanisés. Sur le plan scientifique, il s'agit d'une contribution importante au référentiel taxonomique national (TAXREF) de l'Inventaire national du patrimoine naturel et une opportunité de découvrir et de publier de nouveaux taxons. En termes de perspectives, il serait intéressant de proposer un socle minimal de protocoles et de groupes taxonomiques à étudier sur un réseau de sites, renouvelé à intervalles réguliers (e.g. tous les 20 ans) et de permettre ainsi des comparaisons dans le temps et dans l'espace.

Cette étude se veut une première étape vers un suivi précis et continu des inventaires généraux en France afin de coordonner ces initiatives, mutualiser les réseaux d'experts, favoriser le partage d'expérience et aider à mobiliser les financements nécessaires à leur mise en œuvre. Enfin, la formation de parataxonomistes, tout comme celle de spécialistes de compartiments biologiques mal connus, apparaissent comme des enjeux primordiaux pour le succès et la poursuite des inventaires généraux de la biodiversité.

Figure 23 : Vue aérienne du bois de Païolive et des "rues" profondes qui parcourent le karst.

Table des figures

Figure 1 : Caricature de l'entomologiste Terry Erwin par Georges Million (Source : Courrier de l'environnement de l'INRA n°55)..... 8
Figure 2 : Inventaire des Hétérocères, Vallon de Sagnas, L. Pizzetti. ATBI Mercantour–Alpi Marittime..... 11
Figure 3 : Inventaire des Lichens ATBI Mercantour Alpi Marittime..... 14
Figure 4 : ATBI Adirondack..... 17
Figure 5 : Boston Harbor Islands National Recreational Area (Source : US Fish and Wildlife service)..... 18
Figure 6 : Carte des échantillonnages 'ATBI Rare' (Source : Telfer et al., 2015)..... 19
Figure 7 : Réserve nationale de la forêt de la Massane..... 23
Figure 8 : La forêt de Païolive..... 24
Figure 9 : Crustacés Dendrobranchiata (source : MNHN)..... 25
Figure 10 : Inventaire malacologique..... 26
Figure 11 : Superficie des projets d'inventaires généraux de la biodiversité en km²..... 31
Figure 12 : Les objectifs de l'ATBI / Inventaire biologique généralisé Mercantour-Alpi Marittime (source : Deharveng & Isaia, 2013)..... 32
Figure 13 : Les objectifs de l'ATBI Boston Harbour Islands..... 32
Figure 14 : Durée des principaux inventaires généraux de la biodiversité en France et en Amérique du Nord (en années). Les projets toujours en cours sont signalés par un astérisque (*)..... 34
Figure 15 : Inventaire entomologique, J.-C Grange. ATBI Mercantour - Alpi Marittime..... 36
Figure 16 : Échantillonnage de la faune hyporhéique, F. Malard / C. Henry. ATBI Mercantour - Alpi Marittime..... 39
Figure 17 : Organisation du module Invertébrés terrestres de l'ATBI Mercantour - Alpi Marittime (Source : Deharveng et al. 2015)..... 43
Figure 18 : Tamisage de la faune du sol, A. Abdou. ATBI Mercantour–Alpi Marittime..... 44
Figure 19 : Points d'observation et distribution potentielle d'une espèce d'Éphémère sur la plateforme *Species mapper* (source : National Park Service)..... 45
Figure 20 : Une combinaison gagnante du jeu PredatORprey produit dans le cadre de l'ATBI des Boston Harbor Islands..... 47
Figure 21 : Summer school 2011..... 48
Figure 22 : Représentation schématique des principaux inventaires généraux de la biodiversité..... 50
Figure 23 : Vue aérienne du bois de Païolive et des "rues" profondes qui parcourent le karst, prise en ballon le 3 avril 2007..... 51

Bibliographie

Aberlenc, H.-P., 2016. Les Arthropodes souterrains de l'écocomplexe de Païolive et des Gras ». *Cahiers de Païolive*, *Païolive souterrain*. Association Païolive. 2, 19–62, 70 fig.

Aberlenc, H.-P., 2006. La grande Cétoine bleue, Graal du patrimoine naturel de Païolive. *La Viste* 19, 42–48.

Allison, A., 2003. Biological surveys – new perspectives in the Pacific. *Organisms Diversity & Evolution* 3, 103–110. https://doi.org/doi:10.1078/1439-6092-00065

Anker, A., 2014. *Naushonia draconis* sp. nov., a heavily armoured mud shrimp from the Caribbean Sea, and taxonomic status of *Espeleonaushonia* Juarrero & Martínez-Iglesias, 1997 (Decapoda: Gebiidea: Laomediidae). *Marine Biology Research* 10, 755–770. https://doi.org/10.1080/17451000.2013.852684

Association Païolive, 2015a. Rencontres autour des Inventaires Généraux de la Biodiversité (ATBI) entrepris en France. Labeaume, Ardèche, p. 104.

Association Païolive, 2015b. Rencontre autour des Inventaires Généraux de la Biodiversité (ATBI) entrepris en France. Labeaume, Ardèche, p. 104.

Association Païolive, 2013. Projet d'un inventaire général de la biodiversité sur le site de Païolive et des Gras (sud de l'Ardèche) - Note à destination de la Région Rhône-Alpes.

Association Païolive (coord.), 2011. Infosciences Païolive. L'actualité scientifique à Païolive.

Basset, Y., Cizek, L., Cuenoud, P., Didham, R.K., Guilhaumon, F., Missa, O., Novotny, V., Odegaard, F., Roslin, T., Schmidl, J., Tishechkin, A.K., Winchester, N.N., Roubik, D.W., Aberlenc, H.-P., Bail, J., Barrios, H., Bridle, J.R., Castano-Meneses, G., Corbara, B., Curletti, G., Duarte da Rocha, W., De Bakker, D., Delabie, J.H.C., Dejean, A., Fagan, L.L., Floren, A., Kitching, R.L., Medianero, E., Miller, S.E., Gama de Oliveira, E., Orivel, J., Pollet, M., Rapp, M., Ribeiro, S.P., Roisin, Y., Schmidt, J.B., Sorensen, L., Leponce, M., 2012. Arthropod Diversity in a Tropical Forest. *Science* 338, 1481–1484. https://doi.org/10.1126/science.1226727

Basset, Y., Cizek, L., Cuénoud, P., Didham, R.K., Novotny, V., Ødegaard, F., Roslin, T., Tishechkin, A.K., Schmidl, J., Winchester, N.N., Roubik, D.W., Aberlenc, H.-P., Bail, J., Barrios, H., Bridle, J.R., Castaño-Meneses, G., Corbara, B., Curletti, G., Duarte da Rocha, W., De Bakker, D., Delabie, J.H.C., Dejean, A., Fagan, L.L., Floren, A., Kitching, R.L., Medianero, E., Gama de Oliveira, E., Orivel, J., Pollet, M., Rapp, M., Ribeiro, S.P., Roisin, Y., Schmidt, J.B., Sørensen, L., Lewinsohn, T.M., Leponce, M., 2015. Arthropod Distribution in a Tropical Rainforest: Tackling a Four Dimensional Puzzle. *PLOS ONE* 10, e0144110. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144110

Blandin, P., 2010. Biodiversité, l'avenir du vivant, Albin Michel. ed, Bibliothèque Sciences. Paris.

Blandin, P., Aberlenc, H.-P., Bauvet, C., Bianchin, N., Cockle-Bétian, A., Couté, A., Deso, G., Duguet, R., Gaymard, M., Holtof, J.-F., Hugonnot, V., Ladet, A., Lagarde, F., Lhermenier, W., Lhomme, M., Morin, D., Perrette, C., Richard, F., Schwaab, F., 2017. L'écocomplexe de Païolive en Ardèche méridionale (France) : un pic de biodiversité du hotspot méditerranéen. *Ecologia mediterranea* 42, 51–95.

Bonelli, S., Barbero, F., Casacci, L.P., Balletto, E., 2015. Habitat preferences of Papilio alexanor Esper, [1800]: implications for habitat management in the Italian Maritime Alps. *Zoosystema* 37, 169–177. https://doi.org/10.5252/z2015n1a7

Borkent, A., Brown, B.V., 2015. How to inventory tropical flies (Diptera)—One of the megadiverse orders of insects. *Zootaxa* 3949, 301. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3949.3.1

Bouchet, P., Le Guyader, H., Pascal, O., 2008. Des voyages de Cook à l'expédition Santo 2006 : un renouveau des explorations naturalistes des îles du Pacifique. *Journal de la société des océanistes* 167–186. https://doi.org/10.4000/jso.4622

Braud, Y., 2012. Lépidoptères, Orthoptères et Coléoptères coprophages du Parc national du Mercantour. Synthèse des connaissances. Elaboration d'une stratégie d'inventaires et de suivis des milieux agropastoraux. Rapport d'étude INSECTA pour le Parc National du Mercantour.

Brondex, F., Barnéoud, L., 2015. Biodiversité des Alpes: l'inventaire sans frontières : Mercantour-Alpi Marittime. Glénat, Grenoble.

Casazza, G., Brisset, J., 2013. Restitution de l'Atelier 3. Analyses moléculaires - Actes des journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques de l'IBG. *Les Cahiers de Séolane* 61–63.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1. https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253

De Biaggi, M., Leccia, M.F., Brandeis, A., Canavese, G., Giraudo, L., Morand, A., Rossi, P., Turpaud, A., 2013. Mercantour-Alpi Marittime Generalised Biological Inventory: An Example of Successful Collaboration between Protected Areas Managers and Taxonomists, in: 5th Symposium for Research in Protected Areas, 10 to 12 June 2013, Mittersill. pp. 121–123.

Deharveng, L., Bedos, A., Daugeron, C., Villemant, C., Judson, M.L.I., 2015. Organization, usefulness and limitations of an ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory): the inventory of terrestrial invertebrates in the Mercantour National Park. *Zoosystema* 37, 9–30. https://doi.org/10.5252/z2015n1a1

Deharveng, L., Isaia, M., 2013. Restitution de l'atelier 1 : Prospections de terrain - Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. *Les Cahiers de Séolane* 2, 52–60.

DLIA, 2012. Fifteen years of discovery.

Dodelin, B., Kristo, O., 2012. Biodiversité des forêts du Parc National du Mercantour : Bilan et mise en perspective. Rapport final d'étude, mai 2012. Parc National du Mercantour.

Dole-Olivier, M.-J., Galassi, D.M.P., Fiers, F., Malard, F., Martin, P., Martin, D., Marmonier, P., 2015. Biodiversity in mountain groundwater: the Mercantour National Park (France) as a European hotspot. *Zoosystema* 37, 529–550. https://doi.org/10.5252/z2015n4a1

Dubois, A., 2003. The relationships between taxonomy and conservation biology in the century of extinctions. C. R. Biol. 326 Suppl 1, S9-21.

Eymann, J., Degreef, J., Häuser, C., Monje, J.C., Samyn, Y., VandenSpiegel, D., 2010. Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories and monitoring. *ABC Taxa* 8, 328.

Faugère, E., Mauz, I., 2013. Une introduction au renouveau de la taxonomie. *Revue d'anthropologie des connaissances* 7, 2, 349. https://doi.org/10.3917/rac.019.0349

Fontaine, B., van Achterberg, K., Alonso-Zarazaga, M.A., Araujo, R., Asche, M., Aspöck, H., Aspöck, U., Audisio, P., Aukema, B., Bailly, N., Balsamo, M., Bank, R.A., Belfiore, C., Bogdanowicz, W., Boxshall, G., Burckhardt, D., Chylarecki, P., Deharveng, L., Dubois, A., Enghoff, H., Fochetti, R., Fontaine, C., Gargominy, O., Lopez, M.S.G., Goujet, D., Harvey, M.S., Heller, K.-G., van Helsdingen, P., Hoch, H., De Jong, Y., Karsholt, O., Los, W., Magowski, W., Massard, J.A., McInnes, S.J., Mendes, L.F., Mey, E., Michelsen, V., Minelli, A., Nafrıa, J.M.N., van Nieukerken, E.J., Pape, T., De Prins, W., Ramos, M., Ricci, C., Roselaar, C., Rota, E., Segers, H., Timm, T., van Tol, J., Bouchet, P., 2012. New Species in the Old World: Europe as a Frontier in Biodiversity Exploration, a Test Bed for 21st Century Taxonomy. *PLoS ONE* 7, e36881. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036881

Gargominy, O., 2013. Gestion, conservation et diffusion des données IBG in Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. *Les Cahiers de Séolane* 66–68.

Gargominy, O., Bocquet, A. (coord.), 2013. Biodiversité d'Outre-mer., UICN France, Paris et éditions Roger Le Guen-PANACOCO. ed. Beaumont-de-Lomagne.

Gargominy, O., Tercerie, S., Régnier, C., Ramage, T., Dupont, P., Daszkiewicz, P., Poncet, L., 2017. TAXREF v11, référentiel taxonomique pour la France : méthodologie, mise en oeuvre et diffusion. Muséum national d'Histoire naturelle, UMS PatriNat, Paris.

Garrigue, J., 2016. La Massane Tour d'horizon 2016 - Rapport d'activités de la RNN de la Forêt de la Massane.

Garrigue, J., 2014. La Massane Tour d'horizon 2014 - Rapport d'activités de la RNN de la Forêt de la Massane.

Garrigue, J., 2013. Restitution de l'atelier 2 : Utilisation des données IBG, applications à la gestion, et perspectives de monitoring - Actes des Journées transfrontalières d'échanges scientifiques et techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. *Les Cahiers de Séolane* 78–81.

Garrin, M., Herbrecht, F., 2016. Les invertébrés de la ZAD. Penn ar Bed, n° 223 / 224, spécial Notre-Dame-des-Landes, 2e partie : inventaire naturaliste 223–224.

Hervé, C., Rollard, C., 2009. Drassodes species from the Parc national du Mercantour (French Alps), with the description of a new species (Araneae: Gnaphosidae). Contrib. Nat. Hist. 12, 627–642.

Hilten, J., Cox, J., Pierce, J., Super, P., Wetzel, M., 2006. Science Education Programs with the ATBI, in: The George Wright Forum. Citeseer, pp. 37–44.

Hortal, J., Borges, P.A.V., Gaspar, C., 2006. Evaluating the performance of species richness estimators: sensitivity to sample grain size. J*ournal of Animal Ecology* 75, 274–287. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01048.x

Ichter, J., Poncet, L., Touroult, J., 2014. Catalogues des méthodes et des protocoles. Phase 1 : Etude de définition et proposition d'une démarche. Rapport MNHN-SPN 2014-52. Service du Patrimoine Naturel, Muséum national d'Histoire naturelle.

Janzen, D., Hallwachs, W., 1994. All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI) of Terrestrial Systems: A Generic Protocol for Preparing Wildland Biodiversity for Non-Damaging Use. Report of a National Science Foundation Workshop, 16–18 April 1993. Philadelphia.

Janzen, D., Hallwachs, W., Blandin, P., Burns, J.M., Cadiou, J.-M., Chacon, I., Dapkey, T., Deans, A., Epstein, M., Espinoza, B., Franclemont, J.G., Haber, W.A., Hajibabaei, M., Hall, J.P.W., Hebert, P.D.N., Gauld, I.D., Harvey, D.J., Hausmann, A., Kitching, I., Lafontaine, D., Landry, J.-F., Lemaire, C., Miller, J.Y., Miller, J.S., 2009. Integration of DNA barcoding into an ongoing inventory of complex tropical biodiversity. *Molecular Ecology Resources* 9, 1–26.

Janzen, D.H., 2004. Setting up tropical biodiversity for conservation through non-damaging use: participation by parataxonomists. *Journal of Applied Ecology* 41, 181–187.

Janzen, D.H., 1996. Prioritization of major groups of taxa for the All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI) of the Guanacaste Conservation Area in northwestern Costa Rica, a biodiversity development project. ASC Newsletter 24, 49–56.

Janzen, D.H., 1991. How to save tropical biodiversity: the National Biodiversity Institute of Costa Rica. *American Entomologist* 37, 159–171.

Kaiser, J., 1997. Unique, All-Taxa Survey in Costa Rica "Self-Destructs." *Science* 276, 897. https://doi.org/DOI: 10.1126/science.276.5314.893

Karns D.R., Ruch, D.G., Brodman, R.D., Jackson, M.T., Rothrock, P.E., Scott, P.E., Simon, T.P., Whitaker, J.O., 2006. Results of a short-term BioBlitz of the aquatic and terrestrial habitats of Otter Creek, Vigo County. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 115, 88–82.

Kohler, R.E., 2006. All Creatures: Naturalists, Collectors, and Biodiversity, 1850-1950. Princeton University Press, Princeton.

La Morgia, V., Balbo, C., Memoli, S., Isaia, M., 2015. Rodents in grassland habitats: does livestock grazing matter? A comparison of two Alpine sites with different grazing histories. *Zoosystema* 37, 571–580. https://doi.org/10.5252/z2015n4a3

Langdon, K., Parker, C., Nichols, B., 2006. Scientific Findings, Success Stories, Lessons Learned, and an Alliance of ATBIs, in: The George Wright Forum. Citeseer, pp. 52–60.

Lebard, T., Turpaud, A., 2014. L'inventaire des syrphes du Mercantour : de la formation à l'action. *Insectes* 172, 19–21.

Leccia, M.-F., 2014. L'IBG : un inventaire tous terrains tous taxons. *Insectes* 173, 6–8.

Leccia, M.-F., Morand, A., 2013. L'Inventaire Biologique Généralisé du territoire Mercantour / Alpi Marittime : sept années de collaboration entre gestionnaires d'espaces naturels et taxonomistes. *Nature de Provence* 2, 103–114.

Lefebvre, V., Fontaine, C., Villemant, C., Daugeron, C., 2014. Are empidine dance flies major flower visitors in alpine environments? A case study in the Alps, France. *Biology Letters* 10, 20140742–20140742. https://doi.org/10.1098/rsbl.2014.0742

Leponce, M., Meyer, C., Häuser, C.L., Bouchet, P., Delabie, J., Weigt, L., Basset, Y., 2010. Challenges and solutions for planning and implementing large-scale biotic inventories in Manuel of field recording techniques and protocols for All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring. *ABC Taxa* 18–48.

Longino, J.T., Colwell, R.K., 1997. Biodiversity assessment using structured inventory: capturing the ant fauna of a tropical rain forest. *Ecological Applications* 7, 1263–1277. https://doi.org/10.1890/1051-0761(1997)007[1263:BAUSIC]2.0.CO;2

Mauz, I., 2012. La mise en circulation des objets scientifiques: Organisation pratique et changements de statut. Le cas des escargots patrimoniaux du Mercantour. *Techniques & culture* 224–241. https://doi.org/10.4000/tc.6666

Mauz, I., 2011. Le renouveau des inventaires naturalistes au début du XXIe siècle. *Quaderni* 13–23. https://doi.org/10.4000/quaderni.81

Mauz, I., Granjou, C., 2013. L'ATBI, in: Actes Des Journées Transfrontalières d'échanges Scientifiques et Techniques - Inventaire Biologique Généralisé Mercantour/Alpi Marittime. *Les cahiers de Séolane*, Barcelonnette, pp. 11–21.

McNeely, J.A., Mainka, S.A., 2009. Conservation pour une ère nouvelle. Union internationale pour la conservation de la Nature, Gland.

Meyer, J.Y., Claridge, E.M., 2014. Terrestrial Biodiversity of the Austral Islands, French Polynesia. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris: ed, Patrimoines naturels.

Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da Fonseca, G.A., Kent, J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403, 853–858.

NPS Biodiversity Stewardship Steering Committee, 2009. From ATBI to BioBlitz : A National Strategy for Biodiversity Stewardship in Parks, in: Protected Areas in a Changing World. Presented at the Proceedings of the 2009 George Wright Society Conference, pp. 144–151.

Paquin, M., Roulot, J., Lévêque, P., 2014. Atlas de la biodiversité communale - S'approprier et protéger la biodiversité de son territoire. Guide ABC. MEDDE.

Parker, C., Bernard, E., 2006. The science approach to the Smokies ATBI, in: The George Wright Society Forum. Citeseer, pp. 26–36.

Penn ar Bed, 2016. Spécial Notre-Dame-des-Landes, 2e partie : inventaire naturaliste.

Penn ar Bed, 2013. Spécial Notre-Dame-des-Landes. Première partie : La dérive des mesures compensatoires.

Quézel, P., Médail, F., 2003. Ecologie et biogéographie des foréts du bassin méditerranéen, Lavoisier. ed, Environnement.

Ratnasingham, S., Hebert, P.D.N., 2007. BOLD The Barcode of Life Data System (http://www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes* 7, 355–364. https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2007.01678.x

Rault, P.-A., Gourdain, P., Herard, K., 2015. Convention d'étude : Biodiversité du golf de Vidauban et du Bois de Bouis. Bilan intermédiaire 2012-2014. Rapport MNHN-SPN.

Rossman, A.Y., Tulloss, R.E., O'Dell, T., 1998. Protocols for an All Taxa Biodiversity Inventory of Fungi in a Costa Rican Conservation Area, Parkway Publishers, Inc. ed. Boone, North Carolina.

Rykken, J.J., Farrell, B.D., 2013. Boston Harbor Islands all taxa biodiversity inventory: Discovering the "microwilderness" of an urban island park (No. NPS/BOHA/NRTR—2013/746). Fort Collins, Colorado.

Schmeller, D.S., Arvanitidis, C., Böhm, M., Brummitt, N., Chatzinikolaou, E., Costello, M.J., Ding, H., Gill, M.J., Haase, P., Julliard, R., García-Moreno, J., Pettorelli, N., Peng, C., Riginos, C., Schmiedel, U., Simaika, J.P., Waterman, C., Wu, J., Xu, H., Belnap, J., 2017. Case Studies of Capacity Building for Biodiversity Monitoring, in: Walters, M., Scholes, R.J. (Eds.), The GEO Handbook on Biodiversity Observation Networks. Springer International Publishing, Cham, pp. 309–326.

Scholtens, B.G., Wagner, D.L., 2007. Lepidoptera of Great Smoky Mountains National Park: Methods and Results of the Inventory. *Southeastern Naturalist* 6, 193–206.

Ševčík, J., 2009. Two new species and other new records of fungus gnats (Diptera: Mycetophilidae and Keroplatidae) from Slovakia and the Czech Republic. *Č as. Slez. Muz. Opava* 58, 55–60.

Ševčík, J., Kaspřák, D., Rulik, B., 2016. A new species of Docosia Winnertz from Central Europe, with DNA barcoding based on four gene markers (Diptera, Mycetophilidae). *ZooKeys* 549, 127–143. https://doi.org/10.3897/zookeys.549.6925

Sharkley, M.J., 2001. The All Taxa Biological Inventory of the Great Smoky Mountains National Park. *Florida entomologist* 84, 556–564. https://doi.org/10.2307/3496388

Taylor, R.W., 1983. Descriptive taxonomy: past, present, and future., in: *Australian Systematic Entomology: A Bicentenary Perspective*. Melbourne, pp. 93–134.

Telfer, A., Young, M., Quinn, J., Perez, K., Sobel, C., Sones, J., Levesque-Beaudin, V., Derbyshire, R., Fernandez-Triana, J., Rougerie, R., Thevanayagam, A., Boskovic, A., Borisenko, A., Cadel, A., Brown, A., Pages, A., Castillo, A., Nicolai, A., Glenn Mockford, B.M., Bukowski, B., Wilson, B., Trojahn, B., Lacroix, C.A., Brimblecombe, C., Hay, C., Ho, C., Steinke, C., Warne, C., Garrido Cortes, C., Engelking, D., Wright, D., Lijtmaer, D., Gascoigne, D., Hernandez Martich, D., Morningstar, D., Neumann, D., Steinke, D., Marco DeBruin, D.D., Dobias, D., Sears, E., Richard, E., Damstra, E., Zakharov, E., Laberge, F., Collins, G., Blagoev, G., Grainge, G., Ansell, G., Meredith,

G., Hogg, I., McKeown, J., Topan, J., Bracey, J., Guenther, J., Sills-Gilligan, J., Addesi, J., Persi, J., Layton, K., D'Souza, K., Dorji, K., Grundy, K., Nghidinwa, K., Ronnenberg, K., Lee, K.M., Xie, L., Lu, L., Penev, L., Gonzalez, M., Rosati, M., Kekkonen, M., Kuzmina, M., Iskandar, M., Mutanen, M., Fatahi, M., Pentinsaari, M., Bauman, M., Nikolova, N., Ivanova, N., Jones, N., Weerasuriya, N., Monkhouse, N., Lavinia, P., Jannetta, P., Hanisch, P., McMullin, R.T., Ojeda Flores, R., Mouttet, R., Vender, R., Labbee, R., Forsyth, R., Lauder, R., Dickson, R., Kroft, R., Miller, S., MacDonald, S., Panthi, S., Pedersen, S., Sobek-Swant, S., Naik, S., Lipinskaya, T., Eagalle, T., Decaëns, T., Kosuth, T., Braukmann, T., Woodcock, T., Roslin, T., Zammit, T., Campbell, V., Dinca, V., Peneva, V., Hebert, P., deWaard, J., 2015. Biodiversity inventories in high gear: DNA barcoding facilitates a rapid biotic survey of a temperate nature reserve. *Biodiversity Data Journal* 3, e6313. https://doi.org/10.3897/BDJ.3.e6313

Touroult, J., Chaumet, S., Poncet, L., Siblet, J.-P., 2017a. Diagnostic et recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes continentales. Tome I : Analyse des besoins et des dispositifs existants. (No. 2017–10). MNHN-SPN/UMS-2006-PatriNat.

Touroult, J., Chaumet, S., Poncet, L., Siblet, J.-P., 2017b. Diagnostic et recommandations pour une stratégie d'acquisition de connaissances naturalistes continentales. Tome II : Synthèse et proposition d'action. (No. 2017–10). MNHN-SPN/UMS-2006-PatriNat.

Villemant, C., Daugeron, C., Gargominy, O., Isaia, M., Deharveng, L., Judson, M.L.I., 2015. The Mercantour/Alpi Marittime All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI): achievements and prospects. *Zoosystema* 37, 667–679. https://doi.org/10.5252/z2015n4a10

White, P., Langdon, K., 2006. The ATBI in the Smokies: An overview, in: The George Wright Forum. Citeseer, pp. 18–25.

Yoccoz, N.G., Nichols, J.D., Boulinier, T., 2001. Monitoring of biological diversity in space and time. *Trends in Ecology & Evolution* 16, 446–453. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02205-4

Sites internet de référence

http://www.atbi.eu/ EDIT 'All Taxa Biodiversity Inventories and Monitoring' (ATBI+M).

https://bison.usgs.gov Biodiversity Information Serving Our Nation

https://www.bois-de-paiolive.org/web.php/49/fr/activites-scientifiques/science-et-documents

http://140.247.96.247/boston_islands/mantisweb/index.php ATBI Boston Islands

http://www.conservation.org/projects/Pages/Rapid-Assessment-Program.aspx

www.discoverlife.org Discover Life in America

http://eol.org Encyclopedia of Life

www.environmentalethicsandlaw.org/ le Center for Environmental Ethics and Law (Initative pour une Ethique de la Biosphère)

http://www.gbif.org Global Biodiversity Information Facility

http://www.inaturalist.org/projects/adirondack-all-taxa-biodiversity-inventory ATBI Adirondack

https://inpn.mnhn.fr Inventaire national du patrimoine naturel

http://www.laplaneterevisitee.org/fr La Planète Revisitée

http://fr.marittimemercantour.eu/nature-et-recherche/atbi ATBI Mercantour - Alpi Marittime

http://mczbase.mcz.harvard.edu/ la base de données de l'université d'Harvard

http://www.mercantour.eu/index.php/grandes-operations/atbi ATBI Mercantour - Alpi Marittime

http://www.rnnmassane.fr/ Réserve nationale de la forêt de la Massane

http://sciencepress.mnhn.fr/fr/periodiques/zoosystema

Annexe 1 : Tableau de synthèse des principales expériences d'inventaires généralisés de la biodiversité

Nom complet	Pays	Filtre	Durée (an)	Superficie (km²)	Nb sp inventoriées	Participants
ALAS project (Costa-Rica)	Costa Rica	1				100
ATBI Adirondack (USA)	USA	2	13	141	2500	178
ATBI Boston Harbor Islands (USA)	USA	2	7	6	1732	
ATBI du Lauvitel (FR)	France	2	4	6,89	400	37
ATBI Gemer (SK)	Slovaquie	2	0	747	3236	46
ATBI Great Smoky Mountains (USA)	USA	2	19	2110	19254	200
ATBI Mercantour - Alpi Marittime (FR-IT)	France/Italie	2	10	2500	12473	350
ATBI Païolive (FR)	France	2	13	150	5000	350
ATBI Rare Research Reserve (CA)	Canada	1	0	3,65	3348	113
Bois du Bouis, Vidauban (FR)	France	2	5	8,3	2104	
Forêt de la Massane (FR)	France	2	44	3,37	6556	130
Hawaii Biological Survey	USA	2	23	28337	17500	
IBISCA (PA)	Panama	2	2	6	6144	
Iles australes (FR)	France	1	1	141		11
Notre-Dame-des-Landes (FR)	France	1	5	1,5	2000	
Swedish Taxonomy Initiative (SE)	Suède	1	15	450000		

Légende filtre : 2 = projet retenu comme ATBI pour cette étude ; 1= projet non retenu comme ATBI pour cette étude

UMS 2006 PATRIMOINE NATUREL
Centre d'expertise et de données sur la nature
Muséum national d'Histoire naturelle
36 rue Geoffroy Saint-Hilaire
CP 41 - 75231 Paris Cedex 05
+33 (0)1 71 21 46 35
patrinat.mnhn.fr
inpn.mnhn.fr

Un inventaire général de la biodiversité ou *All Taxa Biodiversity Inventory* (ATBI) est **un processus d'inventaire coordonné de l'ensemble des espèces présentes dans un espace donné**.

Ce rapport, à l'initiative du Muséum national d'Histoire naturelle, a pour objectif de **dresser un état des lieux des inventaires généraux de la biodiversité** en France et dans le monde et de **fournir un retour d'expérience** sur les initiatives les plus abouties.

Cette étude se base sur la consultation d'une soixantaine de documents (articles scientifiques, littérature grise, sites internet) et sur des échanges avec **plusieurs dizaines d'experts** impliqués dans des ATBI en France et dans le monde : taxonomistes, chargés de missions, techniciens, gestionnaires de données…

Dans une première partie, **27 initiatives sont passées en revue**. Parmi celles-ci se trouvent 10 inventaires généraux de la biodiversité *sensu stricto* dont les deux expériences phares : les ATBI des **Great Smoky Mountains** aux Etats-Unis (19254 espèces inventoriées) et du **Mercantour - Alpi Marittime** (12000 espèces). D'autres types d'inventaires comme La planète revisitée ou le Hawaii biological survey sont également présentés et mis en perspective.

A l'**échelle de la France**, plusieurs initiatives d'inventaires généraux de la biodiversité sont en cours dont le Parc national du Mercantour, la Réserve intégrale du Lauvitel du Parc national des Ecrins, la Réserve naturelle nationale de la Forêt de la Massane, la forêt de Païolive et le plateau des Gras, et le site du bois de Bouis à Vidauban.

Dans une seconde partie, **les éléments structurants des principaux projets** sont présentés et discutés. Il s'agit des problématiques liées au territoire, à l'organisation du projet, aux stratégies d'inventaires et d'échantillonnage, à la gestion et la détermination des spécimens, à la gestion et la diffusion des données et à la valorisation des résultats.

Ce rapport est une première contribution en direction d'un cadrage des inventaires généraux de la biodiversité en France, en vue de fédérer et de valoriser les expériences existantes et d'accompagner le développement de ces initiatives sur un réseau de sites de référence en métropole et en Outre-mer.

AGENCE FRANÇAISE POUR LA BIODIVERSITÉ
MINISTÈRE CHARGÉ DE L'ENVIRONNEMENT
www.afbiodiversite.fr

cnrs dépasser les frontières
www.cnrs.fr

MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
www.mnhn.fr

co-édition Parc national du Mercantour