

**ÉVALUATION INBS /
EVALUATION INBS
2019**

**Acronyme du projet /
Acronym**

E-ReColNat

Acronyme du projet/ Project's acronym	E-ReColNat
Titre du projet en français	Valorisation de 350 ans de collections d'histoire naturelle: une plateforme numérique pour l'environnement et la société
Project title in English	Valorizing 350 years of natural history collections: an e-platform for environment and society
Coordinateur du projet/Project Coordinator	Nom / Name : Marc PIGNAL Etablissement / Institution : MNHN Laboratoire / Laboratory : Direction Générale Déléguée aux Collections Numéro d'unité/Unit number :
Aide complémentaire demandée/ Additional funding request	1 213 450 €
Domaines scientifiques/ Scientific fields	Collections, Systématique, Botanique, Zoologie, Ecologie / Collections, Systematics, Botany, Zoology, Ecology

Affiliation(s) du partenaire coordinateur du projet (numéro RNSR)/ Coordinator institution

Laboratoire(s)/Etablissement(s) Laboratory/Institution(s)	Numéro(s) d'unité/ Unit number	Tutelle (s) /Research institution
Direction Générale Déléguée aux Collections / Muséum national d'Histoire naturelle		MESRI

Affiliations des partenaires du projet (numéro RNSR)/ partner Institution(s)

Laboratoire(s)/Etablissement(s) Laboratory/Institution(s)	Numéro(s) d'unité/ Unit number	Tutelle (s) /Research institution
Université UM - herbier MPU		Université de Montpellier (UM)
Herbier CLF		Université Clermont-Auvergne (UCA)
IRD - UMR AMAP	M123	IRD
Université de Bourgogne	UMR 6282	Université de Bourgogne (UB)
CNAM - DICEN	EA7339	CNAM
INRA - UR ASTRO	1321	INRA
Entreprise(s)/Company(ies)	Secteur(s) d'activité/activity field(s)	Effectif/Staff size
Tela Botanica	Assoc. 1901-biodiversité	11
Agoralogie	Informatique	1

1.	Resume / Summary	3
2.	Partenaires de l'infrastructure / Infrastructure partners	5
2.1.	Institutions Partenaires / partner Institutions	5
2.2.	Organisations / Institutions	5
3.	Bilan / Project Report	6
3.1.	Réalisé / Achieved	6
3.1.1:	Objectifs initiaux du projet / Initial objectives of the project.	6
3.1.2:	Réalisation des objectifs / Achievement of the objectives.	7
3.1.3:	Prévu versus réalisé : difficultés rencontrées et solutions mises en œuvre / Planned versus achieved : encountered difficulties and implemented solutions.	16
3.1.4:	Réponses apportées suite à l'évaluation à mi-parcours / Corrective actions following the mid-term evaluation.	20
3.1.5:	Principaux faits marquants et liste des 20 principales publications / Main Highlights and list of the 20 most relevant publications.	22
3.1.6:	Indicateurs chiffrés démontrant la plus-value de l'infrastructure / Numerical indicators demonstrating the added value of the infrastructure.	23
3.2.	Impact socio-économique / Socio-economic impact	24
3.2.1:	Retombées pour la communauté scientifique / Impact for the scientific community.	24
3.2.2:	Impact pour la décision publique / Impact for public decision-making.	24
3.2.3:	Principaux brevets et licences, expertises réalisées / Main patents and licences, expert evaluations performed.	25
3.2.4:	Partenariat avec les entreprises et relations contractuelles établies / Industrial partnerships and contractual collaborations established.	25
3.2.5:	Formation / training.	26
3.3.	Moyens mis en place / implementation	27
3.3.1:	Organisation et gouvernance / Organisation and governance.	27
3.3.2:	Modalités d'accès et tarification / access mode and pricing strategy.	28
3.3.3:	Moyens humains et financiers supplémentaires apportés par les partenaires depuis la création de l'infrastructure. / Additional human and financial resources provided by the partners since the creation of the infrastructure.	29
3.3.4:	Moyens apportés par des cofinancements / Means provided through co-financing.	30
4.	Projet pour la période 2020-2024 /Project for the 2020-2024 period	30

4.1. Présentation synthétique des arguments pour une pérennisation de l'infrastructure/ Synthetic presentation of the arguments for the longer term continuation of the infrastructure.	30
4.2. Principales évolutions envisagées / Main planned evolutions	31
4.2.1: Nouveaux développements justifiés par des avancées scientifiques et technologiques / New developments justified by scientific and technical evolutions.	31
4.2.2: Changement du périmètre et services proposés en fonction des avancées scientifiques et techniques ou des besoins des utilisateurs / Changes in scope and in services offered due to scientific and technical evolutions or User needs.	32
4.3. Impact du maintien de l'infrastructure nationale / Impact of maintaining the existing national infrastructure	33
4.3.1: Sur la communauté Scientifique Nationale / Within the National Scientific community.	33
4.3.2: Sur la stratégie de la France à l'international / On France international strategy.	36
4.3.3: Dans le domaine socio-économique / In the socio-economic field.	37
4.4 Organisation en vue de la pérennisation de l'Infrastructure / Organisation with the perspective of sustainability	38
4.4.1: Evolution organisationnelle des structures de gouvernance souhaitée / Expected changes in the governance structures.	38
4.4.3: Besoins en termes de ressources en personnel / Identified human resources needs	39
4.4.4: Mécanismes de financement de l'Infrastructure / Funding mechanism of the infrastructure.	39
4.4.5: Politique de valorisation / Economic Valorisation policy.	39
4.4. Demande budgétaire / budget request	40
4.5. Engagement des tutelles partenaires / Involvement of partner institutions	40

1. RÉSUMÉ / SUMMARY

The main strategic objective of E-ReColNat is to present, on a single platform, the images and related data from all the naturalist collections in France, combining them with services for research communities. Data are produced by the digitisation of specimens and objects or originate from existing databases via operational interoperability. Altogether, these data form the basis of an original corpus to address major societal issues related to or based on the knowledge, study and understanding of biodiversity.

The work carried out by the research infrastructure has been built by 10 partners and relies on a network of several dozen institutions throughout France. As the first phase of construction of the

infrastructure reaches completion, the initial objectives have been accomplished for the most part: 2,835,127 herbarium specimens have been digitised, including 1,520,569 restored (as of 31/01/2019), and 305,641 zoological and palaeontological types and figures have been computerised, of which 156,471 have been digitised. During the project, change in image resolution (from 350 to 560 dpi) was made possible through a reassessment of the original economic model. This required the prioritising of already mounted herbarium collections. These data have been added to those of specimens already gathered, bringing to more than 10 million the number of specimens accessible on the RECOLNAT portal. This corpus represents about 10% of the specimens of the naturalist collections preserved in France.

E-ReColNat carried out the following work: (1) meta-inventory of herbarium collections in France, (2) organisation of natural history communities, (3) creation of a portal for presenting images and data, (4) development of tools for enhancing images and data online, (5) exploitation and scientific enhancement of the available data. The collection of metadata from France's naturalist collections is well advanced for herbaria and types and will be continued in future infrastructure work for other disciplines such as zoology, palaeontology, etc. The organisation of natural history communities has made it possible to organise professional working sessions to help promote the collections. The portal allows the comparison of digitised specimens and data import/export through interoperability and includes an input interface and measurement and note-taking tools. Improvement opportunities are presented in facilitating efficiency of data harvesting, enhancing interoperability and refining the online and offline laboratory tool. The participatory science site "Les Herbonautes", operational for 6 years, has enabled the computerisation of data for more than 320,000 botanical specimens, representing nearly 4 million interventions by online users. This site provides herbarium data for ongoing research programs. Significantly, the program, although still under construction, has resulted in the publication of 110 scientific articles, 14 of which have an IF > 2.

The PIA E-ReColNat is paving the way for the RECOLNAT research infrastructure in the form of a Scientific Interest Group (SIG). The experience gained from E-ReColNat makes it possible to assess where a change in scope and an increase in number of partners is required to achieve the initial objectives. The growth of the corpus, particularly through the integration of images created by the partners, as well as the inclusion of geological and ethnological collections, will continue to support and serve research communities.

While the infrastructure has proved useful in its ability to deliver scientific results, its sustainability is inherent in the type of economic model used. Regarding public owned images and data, the context of open science and open data makes balancing financial concerns challenging. A service pricing system is thus proposed. The final issue concerns an alignment strategy in the context of the ESFRI DiSSCo at a European level. RECOLNAT is positioning itself as the French node of this infrastructure, with the anticipation that further funding will continue to strengthen links between collections and research.

2. PARTENAIRES DE L'INFRASTRUCTURE / INFRASTRUCTURE PARTNERS

2.1. INSTITUTIONS PARTENAIRES / PARTNER INSTITUTIONS

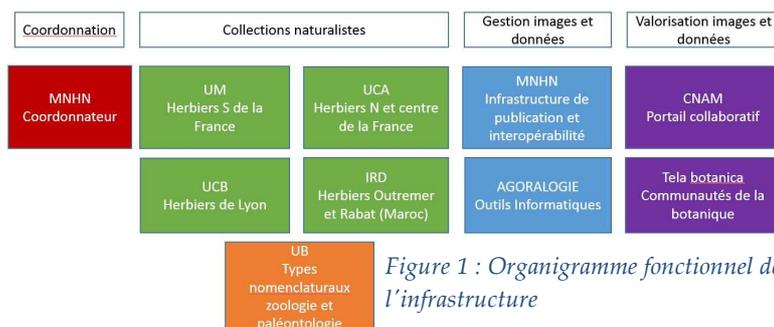


Figure 1 : Organigramme fonctionnel de l'infrastructure

L'infrastructure est structurée en fonction des WP et des objectifs. Chaque institution intervenant à la fois comme experte dans leur domaine attribué et comme coordonnatrice. Ce dispositif est amené à évoluer pour la phase de production de l'IR.

Liste des partenaires (Tutelles)

Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) : Porteur de l'infrastructure - Gouvernance et analyse des risques (WP1).

Université de Montpellier (UM) : Coordonnateur de la numérisation et du montage des herbiers du Sud de la France (coordonnateur - WP3a).

Université de Lyon (UCB) : L'herbier de l'Université Claude Bernard Lyon 1 a rejoint le projet sur le WP3a, en septembre 2017, par décision du Comité de Direction - (WP3a).

Université Clermont Auvergne (UCA) : Coordonnateur de la numérisation et du montage des herbiers du Nord et du centre de la France (coordonnateur - WP3b).

Institut de recherche pour le développement (IRD) : Coordonnateur de la numérisation de la France en outremer et de l'herbier de Rabat (coordonnateur - WP3c).

Université de Bourgogne (UB) : Coordonnateur de l'informatisation et la numérisation des types et figurés paléontologiques et zoologiques (coordonnateur - WP4).

Conservatoire national des arts et métiers (Cnam) : Coordonnateur du Portail collaboratif (coordonnateur WP5).

Association Tela Botanica (Tela) : Inventaire des herbiers et science participative, coordinateur du WP 6 - Animation des communautés et Inventaire des Herbiers publics et privés.

Agoralogie Start-up (Agoralogie) : (WP6) Développements informatiques.

Institut national de la recherche agronomique (INRA) : (WP3c) Numérisation et informatisation de l'herbier de Guadeloupe.

2.2. ORGANISATIONS / INSTITUTIONS

Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) est un EPST. Ses missions sont : la recherche, la dissémination des connaissances et la gestion des collections. Il participe à un domaine d'expertise environnemental dans le cadre de son UMS PATRINAT, participe à l'AFB. Il est membre de la FRB.

L'Université de Montpellier (UM) : Issue de la fusion des UM1 et UM2 en 2015, l'UM regroupe de nombreux enseignants-chercheurs et chercheurs. L'herbier MPU avec 3,5 millions de spécimens, est l'un des 3 plus importants herbiers de France et parmi les 15 plus importants du monde

L'Université Claude Bernard Lyon 1 (UCB-Lyon 1) est un acteur majeur, en synergie avec les organismes nationaux de recherche (CNRS, INSERM, INRA, INRIA, IFSTTAR. L'herbier se situe au second rang français et parmi les dix plus grandes institutions mondiales.

L'Université Clermont-Auvergne (UCA) Le service **UniVegE**, rattaché à la direction de la recherche et de la valorisation) comprend une équipe compétente en matière de conservation de collections d'herbier (4^e collection nationale) et d'expertise et de recherche botanique et phyto-écologique.

L'Institut de Recherche pour le développement (IRD) est un EPST multidisciplinaire. L'IRD gère les herbiers en Nouvelle-Calédonie et en Guyane. L'**UMR AMAP** (Ird-Cirad-Cnrs-Inra-UM) compte 75 permanents en majorité basés à Montpellier.

L'Université de Bourgogne (UB), et en particulier le laboratoire uB-CNRS 6282 Biogéosciences, coordonne le programme national Trans'Tyfinal®, chargé de l'inventaire des types et figurés paléontologiques conservés en France.

Le Conservatoire des Arts et Métiers (CNAM). Le laboratoire en sciences de l'information et de la communication Dicen-IdF est spécialisé dans l'étude des processus de transition digitale des organisations dans une perspective socio-économique, organisationnelle et socio-ergonomique.

L'association Tela Botanica contribue au rapprochement de tous les botanistes et curieux de la flore sauvage, la communauté Tela Botanica est constituée de plus de 45 000 personnes (experts et amateurs).

AGORALOGIE SAS <http://www.agoralogie.fr/> Agoralogie développe des solutions open source pour la construction participative de connaissances, notamment dans le domaine scientifique. A développé et publié une solution d'aide à l'enregistrement d'observations naturalistes.

Institut National de la Recherche Agronomique (Antilles-Guyane) - UR ASTRO

En Guadeloupe, accueille l'herbier GUAD, le plus grand des Petites Antilles, créé par Jacques Fournet avec le soutien du Parc National de la Guadeloupe. Il comprend 10 000 échantillons.

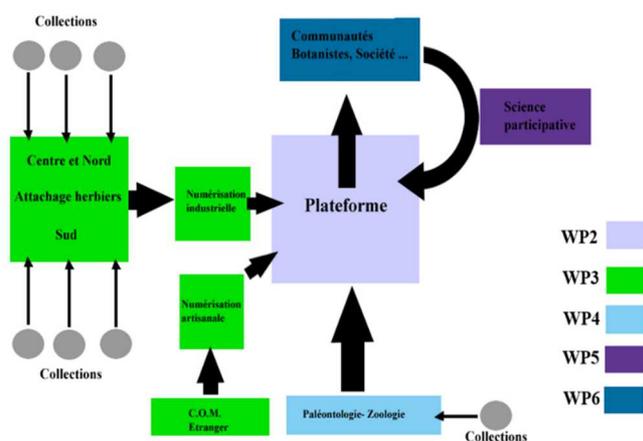


Figure 2 : Schéma de fonctionnement du montage de l'infrastructure

3. BILAN / PROJECT REPORT

3.1. RÉALISÉ / ACHIEVED

Les livrables décrits ci-après ont pour l'essentiel été atteints ou le seront à la fin du dispositif.

3.1.1: OBJECTIFS INITIAUX DU PROJET / INITIAL OBJECTIVES OF THE PROJECT.

Le montage de l'infrastructure se décompose en 7 WP chacun portant une partie du dispositif.

Le WP1 assure le fonctionnement de la gouvernance. Il coordonne les travaux des autres WP et sert d'interlocuteur avec les

comités de la gouvernance, les tutelles et les administrations.

Le **WP2 - Infrastructure de publication et interopérabilité** (lilas sur la figure) est au cœur de l'infrastructure e-ReColNat, à ce titre, il présente de nombreux points d'interactions avec l'ensemble des autres WPs qui participent au système d'information et à l'animation des flux de données.

Le **WP3 - Numérisation et remise en état des herbiers** (vert sur la figure) concerne la production d'images et de données issues des herbiers de l'ensemble de la France, et de Rabat au Maroc. D'un point de vue financier, le WP3 concerne la moitié du budget. Des réunions mensuelles spécifiques sont organisées pour suivre cette partie du travail.

Objectifs initiaux	Montage (millions de pl.)	Numérisation (millions de pl.)
WP3a (Sud)	2	2,6
WP3b (Nord et centre)	0,3	0,7
WP3c (Outres-mers et Rabat)	0	0,5
Total	2,3	3,8

Le **WP4 - Types de zoologie et de paléontologie** (bleu clair sur la figure), concerne la production de données et d'images des types nomenclatureaux de zoologie et de paléontologie.

Objectifs initiaux	Informatisation	Numérisation
Nb initialement prévus (enquêtes 2012)	227 000	227 000

Le **WP5 - Outils pour les communautés** (violet sur la figure), concerne le développement des outils destinés à exploiter les images : laboratoire virtuel (collaboratoire), laboratoire hors ligne (annotate), science participative (herbonautes).

Le **WP6 - Animation des communautés et inventaires d'herbiers** (bleu foncé sur la figure), concerne l'animation des communautés et les opérations d'inventaire de collections scientifiques.

Le WP7 - Valorisation - Diffusion - Formation

La liste des livrables, jointe en annexe 4 est par ailleurs reprise dans le paragraphe suivant.

3.1.2: RÉALISATION DES OBJECTIFS / ACHIEVEMENT OF THE OBJECTIVES.

WP1 : Gouvernance

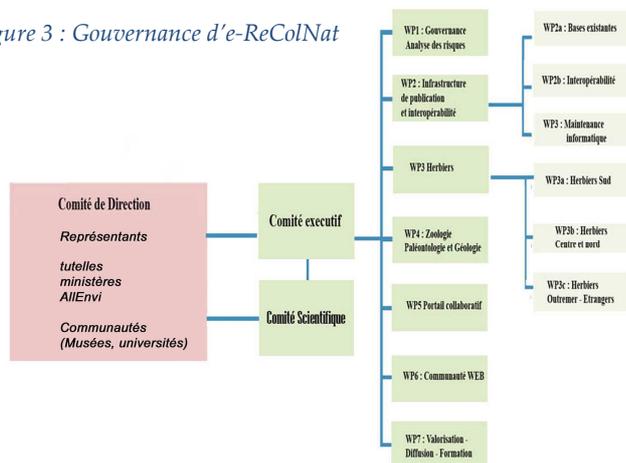
L1.1 Mise en place et fonctionnement de la gouvernance

La gouvernance a mené les activités suivantes :

a/ Réunion des comités

La gouvernance : comité exécutif (CE), comité de direction (CD) et comité scientifique (CS), ainsi que le comité de pilotage de la numérisation et restauration d'herbiers) s'est réunie régulièrement. Le pilotage de la numérisation a fait l'objet de 32 réunions.

Figure 3 : Gouvernance d'e-ReColNat



L
b/ *Gestion financière de l'infrastructure et du WP3a (herbiers du Sud de la France)*

Modèle budgétaire

Le modèle budgétaire a été revu pour faire produire des images à la définition de 560 dpi au lieu de 350 dpi. Cette partie sera détaillée dans le paragraphe concernant la réponse du jury à mi-parcours.

c/ *Activités du CS*

Le CS a suivi les travaux de l'infrastructure et a été sollicité sur les outils développés : audition des responsables du WP5, deux ateliers « outil collaboratoire ». Il a par ailleurs été missionné par le MESRI pour analyser et classer les demandes de

subventions de numérisation aux Musées d'histoire naturelle en régions.

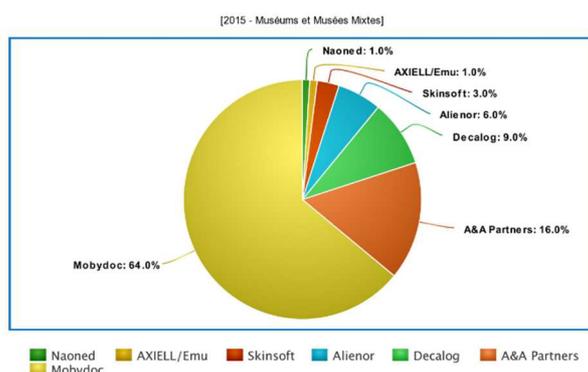
L1.2 Mise en place des conditions d'accès aux données et aux collections (Chartes de participation à E-ReColNat et RECOLNAT).

Ces conditions figurent sur les statuts du GIS en cours de finalisation.

WP2: Infrastructure de publication et d'interopérabilité

- **L2.1 Compte-rendu d'enquête sur les logiciels utilisés par les partenaires et solutions techniques pour mettre en place passerelles ou migration des données**

Figure 4 Présence des éditeurs dans les musées de sciences naturelles



L'enquête porte sur les 60 muséums et environ 130 musées mixtes. Il existe une grande diversité dans la gestion des collections qui se traduit par une hétérogénéité dans la conservation et le traitement des données. De nombreux utilisent des bases de données produites par des éditeurs privés. Depuis 2014, le MESRI lie l'octroi de « subventions numérisation » à une compatibilité avec e-ReColNat. L'éditeur Mobydoc est dominant, mais A&A Partners est bien implanté chez les musées mixtes.

Solutions techniques

Labellisation : le label ReColNat vise à faciliter les opérations d'importation / exportation entre les logiciels de gestion des collections et la plateforme e-ReColNat. Il consiste à normaliser l'information scientifique en s'appuyant sur des normes et standards internationaux pour faciliter les échanges entre des bases hétérogènes. Il a 2 parties : un **label argent**, qui correspond à une compatibilité du flux ascendant : le logiciel client exporte ses données au format ReColnat, un **label or**, qui garantit en plus, une compatibilité flux descendant : le logiciel client importe des données au format ReColnat. Le document décrivant le processus de labellisation a été envoyé à l'ensemble des éditeurs en 2016. Trois éditeurs (Mobydoc, Alienor et AXIELL) **représentant 70 % du marché**, ont obtenu une labellisation, trois autres sont activement en cours.

Le label e-ReColNat est une préconisation qui est prise en compte par le Comité Scientifique de ReColNat lors de l'analyse des demandes de subventions déposées par les musées d'histoire naturelle auprès du MESRI.

Application d'aide à la décision d'import : cet outil en ligne permet aux Institutions Partenaires d'observer les différences entre leurs bases de données et la base de données centrale ReColNat. Sur la base de ces observations, le chargé de collection peut décider, ou non, d'importer tout ou partie les nouvelles données, en créant un export personnalisé qu'il pourra intégrer dans son système d'informations.

Interface de saisie : beaucoup d'institutions de petites tailles disposent d'un outillage modeste en informatique ou ont peu de spécimens à saisir (ex. : les "musées mixtes" dont plus de 130 conservent des spécimens de sciences naturelles). Cette application permet de mettre à disposition des institutions une plateforme moderne de saisie et d'informatiser un grand nombre de spécimens. Le système développé permet la saisie par spécimen (avec des outils d'aide au géoréférencement et à la pré-saisie des données bibliographiques par consultation des DOI des articles) ou des versements en masse de données. <https://saisie.recolnat.org>

Outil autour des observations et des prélèvements naturalistes. Avec l'aide du MNHN, Agoralogie a créé un outil autour des observations et des prélèvements naturalistes, open-source, adapté aux usages mobiles, respectueux du RGPD, qui permet d'imprimer des supports "étiquettes" pour accompagner les prélèvements et améliorer leur traçabilité.

- **L2.2 : Architecture du Système d'Information (SI)**

L'architecture du SI e-ReColNat repose sur un schéma directeur fonctionnel dont l'élément central, ou information, est la donnée naturaliste. Ces données sont **multiples et hétérogènes**, réflexion de la biodiversité dans les collections de Sciences Naturelles. [voir ANNEXE - Cartographie du système d'information e-recolnat]

La circulation et le traitement de ces données au sein du SI peuvent être divisés en 4 phases :

-L'**acquisition** des données : récupérer l'ensemble des données des collections naturalistes directement des partenaires ou par le biais des opérations de numération.

-Le **stockage** des données : les données acquises contrôlées et normalisées avant d'être stockées dans une base de données centrale.

-Le **traitement** des données : les services/outils proposés permettent un enrichissement continu.

-La **publication et diffusion** des données : l'ensemble des informations est publié librement sur notre portail. Une interface de programmation sous la forme de service web, assure une diffusion ouverte libre vers d'autres plateformes. [voir ANNEXE - Flux de données au sein du SI e-recolnat]

- **L2.2a Portail d'accès unique aux données et aux spécimens**



Figure 5 : Courbe présentant le nombre d'utilisateurs [Juillet 2016 → Mars 2019] utilisant Explore - <https://explore.recolnat.org>

Mise en ligne en 2015, l'application Explore est en constante amélioration et son utilisation en perpétuelle augmentation. Propose aujourd'hui de naviguer au travers de 450 ans d'Histoire, **la barre des 10 millions de spécimens a été atteinte en février 2019.**

- **L2.2b Format d'échange**

L'infrastructure e-ReColNat vise à **faciliter l'exploitation des données de ressources biologiques** issues des collections et donc permettre, à terme, d'accélérer l'inventaire de la biodiversité mondiale.

Afin de répondre à cette ambitieuse mission, le système d'information d'e-ReColNat doit être capable de représenter les informations provenant de sources hétérogènes et être compatible avec les standards internationaux proposés par le TDWG (www.tdwg.org)

Ce contexte justifie l'utilisation de standards tel que Darwin Core et Dublin Core, essentiels dans l'uniformisation de l'information ainsi que la présence d'identifiants uniques et persistants (GUID). La plateforme ReColnat utilise des archives au format Darwin Core pour réaliser des échanges de données au niveau national et international :

→ Importation des bases de données de collection des logiciels labellisés réalisé avec succès (exemple : Muséum-Aquarium de Nancy, Muséum de la Rochelle)

→ Importation / exportation des données du MNHN comportent encore quelques erreurs.

→ Exportation vers le GBIF international : <https://www.gbif.org/publisher/02fce6f4-8dcd-4eaf-afe9-28ba30822751>

- **L2.2c Web-Services pour l'interopérabilité, mise en relation avec la banque d'image**

API [web-services données d'occurrences et images] consommé par :

- les applications internes collaboratoire / annotateur / les herbonautes
- les applications tierces extérieurs voulant utiliser les données de collections

Documentation accessible en ligne <https://api.recolnat.org/erecolnat/apidoc/>

- **L2.2d Application de filtrage et floutage des données sensibles**

Le processus de floutage se fait en 2 temps, il est étroitement lié à 2 collaborations fortes :

- Co-développement **INPN-RECOLNAT**

Les données de collection issues de la base e-Recolnat sont intégrées au sein de l'INPN. Ils subissent plusieurs traitement / contrôles qui assurent la cohérence et la mise en conformité des données naturalistes - amélioration de la **qualité de la donnée**. À l'issu de ce processus un document est généré, il fournit des informations sur des incohérences rencontrées pour chaque spécimen, ainsi que son CD_NOM et un **gradient de sensibilité** de l'espèce. Ces informations sont ensuite intégrées dans la base de données recolnat.

- Co-développement **Agoralogie-RECOLNAT**

L'objectif est la création d'un service web qui permet de flouter les étiquettes des données sensibles en utilisant des algorithmes d'apprentissage automatique. [Publication en cours de rédaction].

- **L2.3 Équipement - stockage - consultation**

Le WP2 travaille étroitement avec la DSI du MNHN qui intègre complètement les enjeux et met à disposition son infrastructure de stockage et son expertise réseau.

- **L2.3a Gestion technique des équipements**
- **L2.3b Stockage des images sur un serveur (jpg) - sur mémoires mortes (tiff) -**
- **L2.3c Intégration des images**

Au 1er Mars 2019, 3 311 459 numérisations ont été contrôlées et intégrées dans les serveurs du MNHN. 81 864 € ont été investis pour le renouvellement et la montée en gamme des infrastructures de stockage du MNHN dont bénéficie l'IR, mais aussi l'ensemble du MNHN. Le reste du budget doit être investi dans une solution de conservation pérenne au Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur (CINES) dans le cadre d'un plan de pérennisation. Cette politique de conservation est adossée à celle du plan de gestion de données définie par le MNHN.

- **L2.3d Imageur permettant la consultation des images**

Permet la consultation des images avec de multiples fonctionnalités : zoom focal, zoom manuel, possibilité de comparer plusieurs spécimens à partir d'une sélection, gestion de la sélection.

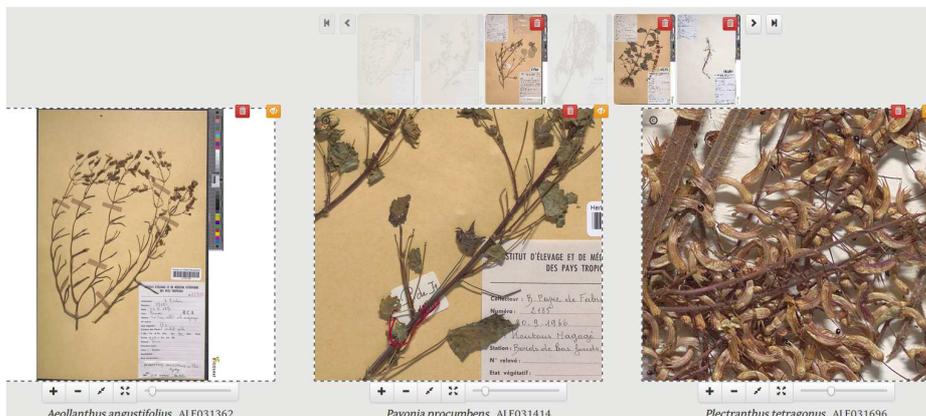


Figure 6 : Exemple de capture d'écrans de l'imageur utilisé dans Explore dans le cadre d'une comparaison de 3 spécimens

WP3 : Numérisation et remise en état (« attachage ») des herbiers

Ce WP, correspond à 50 % du budget et fait l'objet d'une surveillance constante et d'un comité de pilotage spécifique.

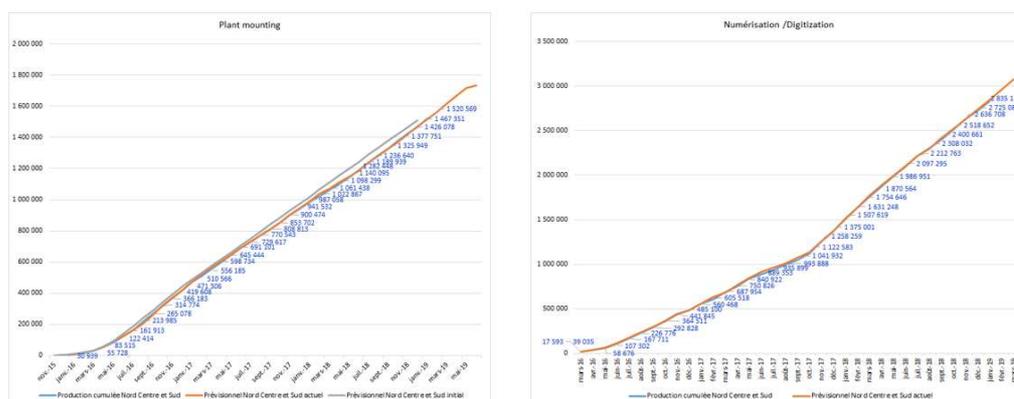


Figure 7 : Production des planches montées et numérisation (bleu : valeurs réelles, orange : prévisionnel, gris : prévisionnel initial).

Pour le WP3c Outres-mers et Rabat (Maroc) :

Nombre total estimé au début du projet : 500 0000, estimation recalculée : 410 000,

Réalisé/Objectifs = **51%**, planches numérisées au 31/12/2018 : **208 000**, dont :

- French Guiana (CAY) : 74 500 (44 % de la collection)
- New Caledonia (NOU) : 64 500 (86 % de la collection)
- Rabat, Morocco (RAB) : 41 000 (31 % de la collection)
- Reunion Island (REU) : 23 000 (100 % de la collection)
- Guadeloupe (GUAD) : 5 000 (100 % de la collection)

En cours : Cons. Bot. Nat. de Mascarine (La Réunion-Mayotte : 6 000), St Pierre et Miquelon (1 000).

% de réalisation des objectifs au 31/12/2018	Attachage	Numérisation
WP3 a et b	98,5	75
WP3c	-	51

WP4 Types de zoologie et Paléontologie

L4.1 Répertoire les collections conservant des spécimens types de Zoologie et Paléontologie

329 établissements publics conservant des collections zoologiques et/ou paléontologiques ont été répertoriés. 109 établissements conservent avec certitude des types et figurés et 93 ont participé à cet inventaire (les 30 principaux établissements français représentent 98 % des types et figurés conservés). Outre les classiques muséums et universités, plus de 200 établissements dit mixtes, à forte composante Beaux-Arts, conservent des collections naturalistes sans avoir de compétences particulières concernant la conservation et la valorisation de celles-ci. Pour ces établissements, une expertise supplémentaire serait nécessaire pour vérifier la présence de types nomenclaturaux.



Figure 8 : Établissements conservant des types et figurés zoologiques (en orange) et paléontologiques (en marron) (cartes accessibles sur www.recolnat.org).

L4.2 Produire une base de données de spécimens types de Zoologie et Paléontologie

Au 31/01/2019, 251 289 spécimens sont accessibles sur le portail de consultation suite à l'intégration des données issues de 2 bases de données : Science MNHN (64 500 types et figurés informatisés en 2012 et 8 000 numérisés) et Trans'Tyfinal® (23 500 spécimens informatisés et numérisés) ainsi que les opérations d'informatisation et de numérisation réalisées depuis. Des traitements de données sont toujours en cours et permettront le versement de spécimens supplémentaires courant 2019.

L4.3 Proposer un logiciel de saisie de Zoologie et Paléontologie

Cet objectif a été réalisé en collaboration avec le WP2 (voir L2.1).

L4.4 Informatiser et numériser les types de Zoologie et Paléontologie

L'objectif initial portait sur environ 227 000 types et figurés en zoologie et paléontologie. Au 31/01/2019, 305 641 types et figurés ont été informatisés et 158 532 spécimens ont été numérisés. Les opérations de versements et moissonnages des données se poursuivent en 2019 (ce qui explique le différentiel entre les spécimens déjà accessibles et ceux restant à verser).

	Informatisation	Numérisation
Nb spécimens initialement prévus (enquêtes 2012)	227 000	227 000
Nb spécimens traités (au 28/02/2019) nouvelles données saisies, nouvelle documentation, harmonisation des bases sources	305 641 (134 %)	156 471 (69 %)

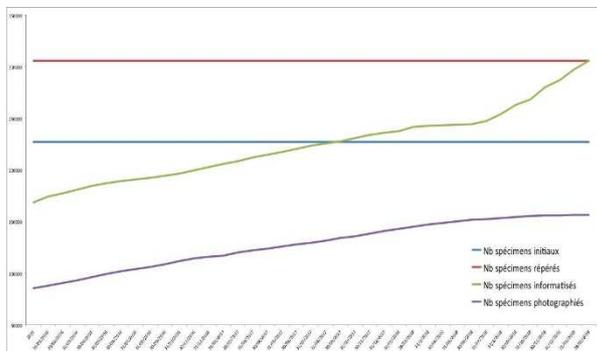


Figure 9: en bleu : valeur initiale du nombre de spécimens prévus pour le WP4 (objectifs 2012), en rouge : valeur réelle du nombre de spécimens repérés au 31/01/2019, en vert : le nombre de spécimens informatisés, en violet : le nombre de spécimens numérisés.

L4.5 Enquête explorant les aspects pratiques, les avancées et les verrous techniques pour les différents types de collections d'histoire naturelle

Une consultation auprès de fournisseurs, de prestataires et du réseau Tomo3D (RTP CNRS-INEE) a été réalisée concernant la numérisation 3D des spécimens zoologiques et paléontologiques en début de programme. Si la géométrie des spécimens peut être obtenue, le calage avec la texture n'est pas accessible. Depuis 2018, quelques solutions à l'échelle d'une numérisation industrielle nécessitant peu de moyens humains de post-traitement commencent à émerger via des solutions photogrammétriques pour des objets décimétriques. Le *service à l'innovation numérique* au MNHN mène actuellement des travaux d'exploration sur les techniques 3D. Des solutions pour les spécimens millimétriques seraient à développer (par exemple pour la numérisation des boîtes d'entomologie).

Suite à cette consultation, nous avons constaté que la numérisation 2D à l'échelle millimétrique avait fortement évolué avec l'apparition de la microscopie numérique initialement destinée au contrôle qualité dans l'industrie. Un cofinancement conjoint Région Île de France (DIM Matériaux Anciens et Patrimoniaux 2017) et e-ReColNat a permis l'acquisition en 2018 d'un appareil permettant de photographier les spécimens avoisinant le millimètre (foraminifères, radiolaires, dents de micro-mammifères...).

Des standards de numérisation 2D sont en cours de finalisation de rédaction concernant les recommandations pour les prises de vue des spécimens à destination des musées pluridisciplinaires sans compétences naturalistes et des collections privées qui peuvent participer à ReColNat.

WP5 : Outils pour les communautés

Le CNAM intervient simultanément dans une logique d'enquêtes auprès des publics et des professionnels, et dans une logique de développement d'outils logiciels au service des activités patrimoniales et scientifiques. Les enquêtes ont notamment été réalisées dans le cadre de la thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication de Mme Lisa Chupin et les développements logiciels ont été réalisés sous la responsabilité de Gilles Bertin, ingénieur de recherche au sein du laboratoire.

L5.1 Contrôle qualité chaîne de scan

Il permet de vérifier dans les WP2/WP3 la qualité des numérisations opérées par les prestataires. Les images d'un échantillon de 1 % du lot de planches dernièrement numérisé sont envoyées à des bénévoles ou volontaires qui les examinent sur certains critères : qualité photographique de cadrage, netteté et couleur, présence et localisation des codes-barres, saisie des métadonnées genre et espèce. En cas de défaut sur ces critères, il est demandé au prestataire de procéder de nouveau à la numérisation du lot. Cet outil utilisé uniquement pour la phase de numérisation existe seulement en français.

L5.2 Redocumentarisation participative : les Herbonautes

Le Cnam a mené l'analyse de l'existant et des enquêtes par entretien et questionnaire pour mieux comprendre le profil et les attentes des bénévoles travaillant à la redocumentarisation des

planches. Puis il a formalisé cela dans les spécifications de la 1ère version et plus tard dans celles de la 2ème version.

L5.3 Collections virtuelles

Le logiciel Annotate décrit ci-dessous permet également d'importer des images de la base ReColnat et de les taguer finement. Soit l'image elle-même, soit des zones d'intérêt à l'intérieur. Ces listes de taggages permettent de préparer dans des logiciels tiers des expositions, des sites web ou des ouvrages de valorisation.

L5.4 Collaboratoire

En ce qui concerne l'exploitation scientifique des collections une étude de type ethnographique a permis de suivre les nouvelles pratiques d'observation associées à la numérisation des collections. Ces études ont contribué à la spécification du Collaboratoire et de sa partie Annotate. Elles ont souligné la nécessité d'établir un lien avec le logiciel Xper de bioinformatique) développé par le Laboratoire Informatique & Systématique (Sorbonne Université / MNHN).

Le collaboratoire est d'une part une paillasse en ligne sur laquelle les scientifiques peuvent examiner des planches en provenance de la base ReColnat, soit dans le détail en opérant des mesures sur les spécimens, soit de façon systématique en les organisant à leur gré. Le collaboratoire a été complété d'un logiciel hors ligne intitulé Annotate (v1, anglais) :

<https://www.recolnat.org/en/annotate>

Annotate permet de gérer et taguer des bibliothèques d'images sur PC ou Mac provenant de ReColnat ou des photos prises sur le terrain, de les annoter et de traiter ces annotations dans un tableur. Ces annotations sont des mesures physiques, des zones d'intérêt. Son ergonomie et son fonctionnement local non connecté permettent à ses utilisateurs d'opérer rapidement un grand nombre de mesures sur un grand nombre de planches. À l'écriture de ces lignes, le couplage de Annotate (version 2) avec le logiciel d'édition et d'analyse de données descriptive Xper <http://www.xper3.fr/>

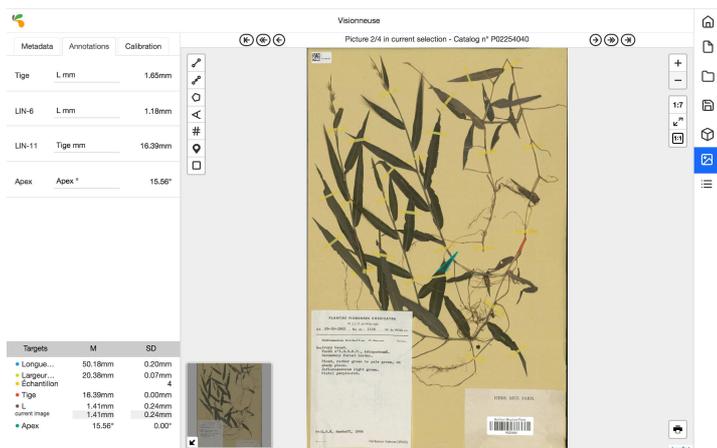


Figure 10: outil d'annotation annotate.

très utilisé dans la communauté scientifique naturaliste est

en cours de réalisation pour livraison 2019.

L5.4.1 Portail web et connecteur (menu)

Un portail web en deux langues, français et anglais à l'adresse www.recolnat.org décrit le projet, donne l'information institutionnelle sur ses partenaires et contributeurs en termes de collections, des chiffres sur les volumes numérisés. Par ailleurs, il présente les différents outils mis à disposition pour travailler sur e-ReColNat : recherche avancée de spécimens et de collections dans la base (Explore : L2.2a), transcription participative (Herbonautes : L5.2), contrôle de la numérisation (L5.1), collaboratoire (L5.4) et annotateur (L5.4).

L5.5 Étude redocumentarisation automatique

Agoralogie a développé une série d'expérimentations sur la détection des étiquettes sur les planches scannées. La piste la plus prometteuse a donné lieu à un développement exploité d'une part dans le L2.2d pour "flouter" les informations de localisation des prélèvements et d'autre part

dans un outil autour des observations et des prélèvements naturalistes qui permet d'imprimer des supports "étiquettes" pour accompagner les prélèvements et améliorer leur traçabilité.

WP6 - Animation des communautés et inventaires d'herbiers

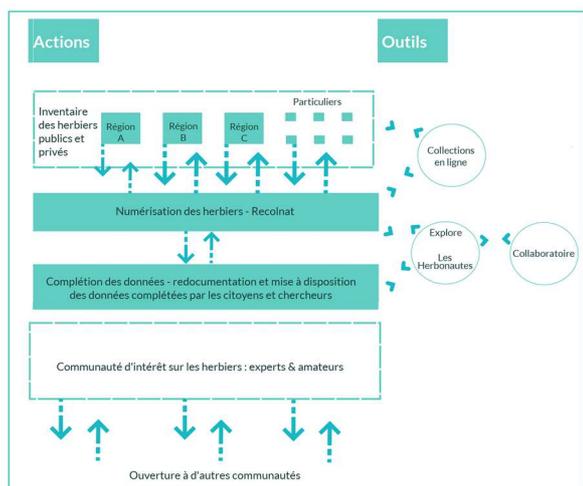


Figure 11 : Dispositif d'inventaire des herbiers

L'ensemble des livrables a été réalisé dans les échéances initialement prévues.

Valorisation et visibilité du projet auprès de la communauté: <https://www.tela-botanica.org/thematiques/herbiers/>

La mission principale menée par l'association Tela Botanica fut d'organiser et lancer le recensement des Herbiers publics et privés.

Des travaux de recensement des collections d'herbiers ont été menés dans plusieurs régions. Les données ont été rassemblées sur la plateforme « CoEL » des métadonnées sur les herbiers. Une méthodologie et une fiche d'expertise des herbiers permettent de suivre un protocole homogène pour chaque nouvelle étude. Les résultats sont aussi envoyés à la base du GBIF.

Les prospections et l'accompagnement des dynamiques a été menée à l'échelle des régions pour favoriser la

structuration partenariale.

“CoEL”¹ a été développé en 2009, elle permet aux utilisateurs de recenser l'ensemble des métadonnées de leurs herbiers, mais également de rechercher et contacter directement les propriétaires ou les gestionnaires des collections pour avoir des informations complémentaires ou travailler sur les collections.

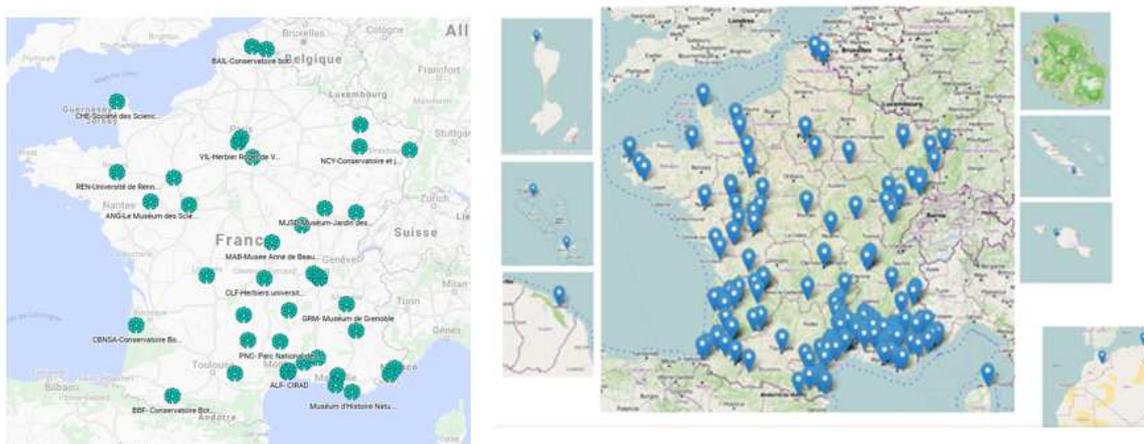


Figure 12 : Collections botaniques du réseau, Collections botaniques inventoriées par CoEL, ayant vocation à rejoindre le réseau

Livrables réalisés :

L6.1 base de données des herbiers de France

L6.5 tutoriel des outils web

¹ (<https://www.tela-botanica.org/outils/collections-en-ligne/>)

L6.6 outils de saisie et de consultation des méta-données sur les herbiers

L6.7 Enquête sur le tissu scientifique institutionnel et associatif en sciences naturelles en région PACA (MNHN)

Animation de la plateforme et la communauté des Herbonautes :

RECOLNAT dispose aujourd'hui de plus de 10 millions d'images ou de données de spécimens. Ces herbiers ne sont référencés pour la plupart que par le nom latin porté sur le spécimen d'herbier. L'objectif de réaliser l'informatisation des données de ces collections, ne peut se faire sans la participation d'un très grand nombre de contributeurs. RECOLNAT dispose d'un site de science participative, les herbonautes, qui fait appel aux amateurs pour informatiser ou trier les images de spécimens (<http://lesherbonautes.mnhn.fr/>).

Il est ainsi possible d'étudier les besoins de la communauté et capitaliser sous forme de méthodologie, d'analyser les pratiques collaboratives et de participer aux améliorations des fonctionnalités de la plateforme. La plateforme s'enrichit de missions portées par des sujets de recherche dans le cadre d'un appel à projet annuel.

Livrables réalisés :

L6.2 rapport d'analyse sur les communautés de contributeurs

L6.3 outils de communication

L6.4 méthodologie d'animation d'une communauté

L6.5 tutoriel des outils web

WP7 communication Valorisation - Diffusion - Formation

La visibilité des données et leur appropriation par la communauté scientifique, les experts et professionnels du domaine naturaliste, les sociétés savantes et le grand public est un engagement fort de l'infrastructure qui de par son positionnement central **fédère les réseaux et crée du lien entre les différents acteurs**. L'infrastructure utilise ResearchGate pour **diffuser et regrouper ses publications**, Facebook et Twitter pour informer et mobiliser un plus large public. Le portail multilingue centralise l'information et guide la communauté vers les outils adéquates.

- **L7.1 données des collections issues des contributeurs (science participative) publiées sur les bases de données nationales (INPN) ou internationales (GBIF) ou sous forme d'atlas.**

Le workflow dirigé par le WP2 dans le cadre du livrable *L2.2d* permet un échange de données bidirectionnelle entre e-ReColNat et l'INPN et plus largement vers l'IR PNDB. Ce processus s'appuie sur un échange d'archives de données en Darwin Core également utilisé pour publier les données enrichies sur la base de données du GBIF dont RECOLNAT est fournisseur officiel -- <https://www.gbif.org/publisher/02fce6f4-8dcd-4eaf-afe9-28ba30822751>

L7.2 Outils informatiques d'identification et banques d'images associées (e-taxonomie)

L7.3 Plaquettes de présentation (Deux types : l'un à destination pour la contribution bénévole, et l'autre pour les utilisateurs)

La première plaquette est diffusée (les herbonautes), la seconde le sera à la fin du programme de montage.

3.1.3: PRÉVU VERSUS RÉALISÉ : DIFFICULTÉS RENCONTRÉES ET SOLUTIONS MISES EN ŒUVRE / PLANNED VERSUS ACHIEVED : ENCOUNTERED DIFFICULTIES AND IMPLEMENTED SOLUTIONS.

WP 1 Gouvernance

<i>Points de vigilance</i>	<i>Solutions proposées</i>
----------------------------	----------------------------

Plusieurs réunions annulées faute d'atteindre le quorum	Le développement de moyens informatiques doit permettre des échanges à distance simplifiés. Un dispositif adapté dans les statuts du GIS doit apparaître dans la description de la gouvernance du GIS.
<i>Statuts du GIS</i> L'existence de plusieurs dizaines de partenaires implique une gouvernance adaptée. Par ailleurs, la mise au point d'un texte qui donne satisfaction à tous les partenaires est difficile à mettre en place.	Une série d'entretiens bilatéraux se déroulent entre janvier et juin 2019, afin de disposer d'un texte consensuel. Chronogramme : entretiens avec les principaux partenaires en France entre janvier et avril 2019 pour une finalisation fin juin 2019.

WP2: Infrastructure de publication et d'interopérabilité

Points de vigilance	Solutions proposées
<i>Augmentation du corpus</i> : Les muséums d'histoire naturelle sont fortement incités à basculer leurs données sur le portail.	Ces importations se heurtent à une organisation des pratiques et à des solutions techniques adaptées. Seuls les flux ascendants (vers l'infrastructure) ont été labellisés. Formations à l'importation et mise en place d'outils.
<i>L2.1 : Application d'aide à la décision d'import</i>	Encore à la preuve de concept. La mise en production est retardée en raison de la difficulté à contractualiser des informaticiens.
<i>L2.1 : Interface de saisie</i>	L'outil stable, doit à présent être éprouvé et amélioré.
<i>L2.2c : Web-Services pour l'interopérabilité, mise en relation avec la banque d'image</i>	Difficultés dans l'interopérabilité et le moissonnage des bases partenaires. Audit en cours. Ces points devront être résolus à la fin du dispositif de montage de l'infrastructure.
<i>L2.2d: Dispositif de floutage</i>	Mise en production prévue en mai 2019. Agorologie a mené des expérimentations sur la détection des étiquettes sur les planches scannées pour pouvoir "flouter" les informations de localisation. Un développement, open-source, sous forme de webservice. Évalué sur le corpus de l'étude ICEDIG.

WP3 Herbiers de France métropolitaine (nord, centre et sud de la France), Outres-mers et Rabat

La principale difficulté a toujours été de quantifier les collections ; il est rapidement apparu que l'objectif initial avait été surestimé. Cette majoration était une tendance générale dans tous les herbiers par le passé. Cette exagération est liée à la difficulté à compter les spécimens dans des collections très diverses et aussi au fait que nos prédécesseurs surestimaient les inventaires.

Points de vigilance	Solutions proposées
Hétérogénéité des collections	Mise en place d'un protocole qui lisse la production et tienne compte de ces différences

Préparation des collections à leur montage et numérisation. Certaines collections, après ouverture, ne répondaient pas ou seulement en partie aux exigences d'intérêt scientifique annoncées et ont dû être triées	Formations des gestionnaires de collections à l'occasion des journées des réseaux disciplinaires.
Impact de la complexité logistique sous-estimé (organisation du transport des collections réparties sur l'ensemble du territoire) et organisationnelle. Mise à disposition des collections en temps et en heure par les institutions n'a pas toujours été respectée.	
Problème sanitaire (infestations biologiques). Le stockage de collections de provenance très diverses entraînait le risque d'une infestation qui s'étendait aux cartons déposés dans la zone de stockage avec le risque de contaminer plusieurs institutions.	Dès le début du projet, deux alertes ont conduit à faire le choix d'un traitement préventif et systématique par le froid à l'arrivée des collections.
L'évolution de la définition des images (de 350 à 560 dpi) a conduit à une augmentation du prix de la planche de plus de 20 centimes, ce qui a eu pour conséquence de devoir rééquilibrer le budget afin de pouvoir atteindre les objectifs initiaux en termes de numérisation.	Rééquilibrage budgétaire entre le nombre de planches à attacher et à numériser, donner la priorité à la numérisation directe des spécimens déjà montés. L'ajout de nouveaux partenaires structurants , comme l'herbier de l'UCB-Lyon 1 en octobre 2017, a permis le changement de répartition budgétaire en conservant les objectifs de production.
Défection de plusieurs institutions sélectionnées pour des raisons diverses (collections inadaptées, travail préparatoire sous-estimé...).	Adaptation dynamique des flux de travail et important temps de gestion logistique entre établissements coordonnateurs, institutions propriétaires et prestataire du marché
Difficultés techniques de mise en place du protocole de numérisation avec boîtier numérique monté sur un statif (WP3c). Pour l'herbier de Rabat, le choix technique différent (dispositif Herbscan) a permis une meilleure qualité des images (600 dpi, vs. 350 dpi pour le statif), mais au prix d'un rythme de numérisation beaucoup plus lent.	Résolu : Une fois mis au point et validé à Cayenne (Guyane française), il a été beaucoup plus facile à mettre en place dans les autres herbiers qui ont donc des taux de réalisation beaucoup plus élevés.
L'objectif de numérisation n'est que de 51 %	La poursuite de la numérisation se fera sous la responsabilité des institutions qui fourniront progressivement images et données à l'IR dans le cadre des activités de gestion de leurs fonds.

WP4 informatisation et la numérisation des types et figurés paléontologiques et zoologiques

Points de vigilance	Solutions proposées
Données lacunaires dans les inventaires transmis par les établissements détenteurs	Vérification des données inventaires versus données bibliographiques impliquant une nouvelle documentation des spécimens.

Difficulté de quantifier les collections hétérogènes : objectif initial sous-estimé (en dépit de différentes enquêtes du MESRI, du MC et de l'OCIM) (les vérifications biblio ont permis de retrouver jusqu'à 25 % de spécimens supplémentaires pour certains établissements), d'où un objectif d'informatisation supérieur à 100 %	Priorité à l'informatisation de ces spécimens retrouvés à haute valeur scientifique (référentiels internationaux) ce qui explique l'informatisation supérieure à l'objectif initial (134 %)
Hétérogénéité des inventaires transmis	Harmonisation des données en collaboration avec WP2
Objectif de numérisation à 69 % (les 100 % ne seront pas atteints fin 2019). En raison de la découverte de spécimens supplémentaires, la priorité des moyens humains disponibles a été donnée à l'informatisation au détriment de la numérisation	Pour l'année 2019, la priorité du WP4 ira à la numérisation via du personnel supplémentaire, l'accompagnement des subventions MSRI pour les muséums d'histoire naturelle et le maintien du microscope numérique au MNHN (avec un rendement supérieur à la photographie classique)
Difficultés à numériser spécimens millimétriques. Nécessité d'un microscope numérique.	Co-financement région IDF-ReColNat du microscope numérique
Établissements fermés ou collections non accessibles	Informatisation des données suivant inventaires disponibles. La numérisation ne sera possible qu'à la mise à disposition des spécimens
Établissements pluridisciplinaires sous évaluant l'importance des collections naturalistes	Un travail en réseaux régionaux est nécessaire pour toucher ces petites collections (voir L6.7)

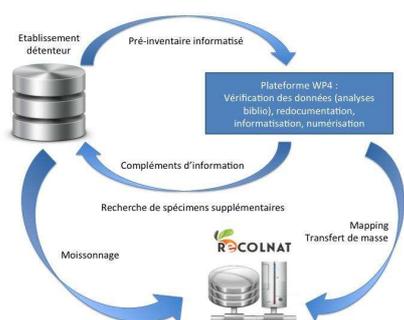


Figure 13 : Schéma de la chaîne de traitements des données pour le WP4

WP5 : Portail collaboratif

Points de vigilance	Solutions en cours de mise en oeuvre
Retard de la dimension collaborative de l'outil collaboratoire (L5.4), notamment pour la partie d'analyse des planches.	Cette partie qui présente de réelles difficultés techniques est repoussée en 2020. Demande un recrutement spécifique.

<p>“Collaboratoire” (L5.4) en ligne : deux types de difficultés, l’outil étant proposé dans un navigateur web. Difficulté ergonomique, malgré les bibliothèques web récentes il demeure long d’implémenter dans une application web une ergonomie fine pour des gestes métiers très précis. 2eme difficulté : contraintes techniques dues à la fois aux navigateurs et l’architecture client/serveur.</p>	<p>Décision de développer un outil hors ligne (Annotate) pour résoudre les difficultés liées au navigateur. Première version téléchargeable sur le portail opérationnel depuis janvier 2019 (https://www.recolnat.org/en/annotate).</p> <p>Durant 2019, sa version 2 permettra le partage de données d’analyse entre utilisateurs et sera couplée à Xper programme de bioinformatique très utilisé dans la communauté (http://www.xper3.fr/?language=en).</p>
<p>Contraintes: limiter le nombre de planches analysables simultanément sur l’écran “paillasse” du collaboratoire.</p>	

WP 7

L7.2 Outils informatiques d’identification et banques d’images associées (e-taxonomie)	Ces livrables n’ont pas été réalisés par l’IRD. Une étude supplémentaire est nécessaire.
-----------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------

3.1.4: RÉPONSES APPORTÉES SUITE À L’ÉVALUATION À MI-PARCOURS / CORRECTIVE ACTIONS FOLLOWING THE MID-TERM EVALUATION.

1. Suivre de manière plus stricte les progrès des travaux de l’infrastructure

La gouvernance a accordé une attention particulière aux progrès de la prestation de numérisation et d’attachage qui correspondaient à plus de 50 % du budget, en particulier l’organisation d’une réunion mensuelle liée à cette prestation. Par ailleurs, le CS a souhaité consulter les responsables afin d’évaluer les avancées des travaux de certains WP (WP4, WP5).

2. Transcrire le site WEB en anglais et mise en ligne des textes

La production du site en version bilingue est amorcée depuis le mois d’octobre 2016 et la traduction des différentes rubriques est effective depuis avril 2017. La langue détectée automatiquement, est sélectionnée en fonction de l’utilisateur. Deux onglets situés à droite de la page permettent cependant aussi une sélection manuelle.

3. Définir une stratégie pour un engagement accru avec des groupes

Mise en place d’un partenariat avec la société IMAGENE, spécialisée dans le stockage inerte d’extraits d’ADN. Le Centre de Ressources pour les Sciences de l’Évolution (CeReSe) de l’UCBL1. Validé par le Comité de Direction e-ReCoINat du 5 décembre 2016.

4. Développer les interactions avec d’autres infrastructures

Voir le paragraphe 4.3.1.

5. Changement de la résolution des images d’herbier, passage à 560 dpi

Le passage à 560 dpi a fait l’objet d’une étude économique afin d’en évaluer l’impact sur le programme. Les objectifs ont été revus en termes de balance attachage/numérisation des spécimens. Les herbiers ont fourni un million de spécimens déjà attachés ce qui permet de respecter les objectifs initiaux de numérisation.

Ces dispositions ont été validées par le Comité de Direction (mars 2017)

6. Projection dans la consommation des crédits

Ces dispositions ont été validées par le Comité de Direction (mars 2017). Le budget est consommé (cf. annexe).

7. Mettre en place des indicateurs pour apprécier les apports de l'infrastructure au niveau national et international

Les indicateurs suivants ont été mis en place sur le portail <https://www.recolnat.org/les-chiffres>

Indicateurs d'utilisation synthétiques : nombre de spécimens numérisés, nombre d'utilisateurs, nombre de projets.

nombre de spécimens numérisés	nombre d'utilisateurs
10 140 345	9900

Détail : sur l'infrastructure : nombre d'inscrits, institutions partenaires (les cartes de localisation apparaissent sur des onglets de la page principale), nombre de visites.

nombre d'inscrits	institutions partenaires	nombre de visites
3531	82	65695

Sur les sciences participatives : nombre de Missions, nombre de participations, nombre de spécimens traités, nombre de spécimens validés, nombre de participants.

Missions	Participations	Spécimens traités	Spécimens validés	participants
95	3 958 272	320 522	255 333	3327

Diagrammes interactifs par institutions sont présentés : nombre de spécimens, disciplines, continents.

	Discipline	Total	Pourcentage
1	botanique	8,839,875	88.186
2	zoologie	763,396	7.616
3	paléontologie	420,904	4.199

Liste des publications : mise en ligne sur le portail : <https://www.recolnat.org/fr/publications>

8. Tendre vers un haut niveau de mutualisation et d'intégration

a/ Rayonnement à l'international:

- Nœud (point nodal) français de l'ESFRI DISSCo
- Participation au programme Sudexpert plantes
- Outil de science participative Herbonauts - déclinaison version allemande "die Herbonauten", missions herbonauts en espagnol et en anglais

b/ Promotion et participation à des congrès internationaux

Depuis la réponse à l'évaluation de mi-parcours où l'infrastructure avait participé à 10 congrès ou réunions à l'international, des communications ont été réalisées dans 7 autres manifestations : Cordoba (Argentine), João Pessoa (Brésil), Hawaï (USA), Helsinki (Finlande), Sofia (Bulgarie), Shanghai (Chine) et Paris (France).

3.1.5: PRINCIPAUX FAITS MARQUANTS ET LISTE DES 20 PRINCIPALES PUBLICATIONS / MAIN HIGHLIGHTS AND LIST OF THE 20 MOST RELEVANT PUBLICATIONS.

Liste des 20 principales publications par IF

- 5.378 **Ellwood, E. R. et al.** 2018. Worldwide Engagement for Digitizing Biocollections (WeDigBio). *BioScience*, 68: 112–124.
- 5.305 **Le Bras, G. et al.** 2017. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data*, 4: 170016.
- 4.412 **Lopes-Lima, M., et al.** 2018. Expansion and systematics redefinition of the most threatened freshwater mussel family, the Margaritiferidae. *Molecular Phylogenetics and Evol.*, 127: 98–118.
- 4.122 **ter Steege, H. et al.** 2016. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. *Scientific Reports*, 6.
- 4.122 **Nel, A., et al.** 2018. Palaeozoic giant dragonflies were hawkier predators. *Scientific Reports*, 8.
- 4.122 **Bolotov, I. N. et al.** 2018. A new genus and tribe of freshwater mussel (Unionidae) from Southeast Asia. *Scientific Reports*, 8.
- 3.057 **Marramà, G. et al.** 2019. Reappraisal of the Eocene whiptail stingrays (Myliobatiformes, Dasyatidae) of the Bolca Lagerstätte, Italy. *Zoologica Scripta*, 48: 168–184.
- 3.027 **Carranza-Rojas, J. et al.** 2017. Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens. *BMC Evolutionary Biology*, 17.
- 2.685 **Fedosov, A. et al.** 2018. The collapse of *Mitra*: molecular systematics and morphology of the Mitridae (Gastropoda: Neogastropoda). *Zoological J. of the Linnean Society*, 183: 253–337.
- 2.61 **Pignal, M., de Queiroz, L. P.** 2019. The genus *Indigofera* (Leguminosae) in New Caledonia: two new species and a key for the species. *PhytoKeys*, 119: 53–66.
- 2.532 **Walton, K., et al.** 2018. Phylogeography of the New Zealand whelks *Cominella maculosa* and *C. virgata* (Gastropoda: Neogastropoda: Buccinoidea: Buccinidae). *Biol. J. of the Lin. Soc.*, 126: 178–202.
- 2.215 **Jeratthitikul, E. et al.** 2019. Integrative taxonomy reveals phenotypic plasticity in the freshwater mussel *Conradens conradens* (Bivalvia: Unionidae) in Thailand, with a description of a new species. *Systematics and Biodiversity*, 1–14.
- 2.199 **Reis, L. S. et al.** 2017. Environmental and vegetation changes in southeastern Amazonia during the late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International*, 449: 83–105.
- 2.199 **Crocetta, F., & Tringali, L. P.** 2015. Mapping alien Mollusca distribution in the Mediterranean Sea: the Lessepsian immigrant *Retusa desgenettii* (Audouin, 1826) reaches Turkey. *Quaternary International*, 390: 15–20.
- 2.118 **Strong, E. E. et al.** 2017. Quid est *Clea helena*? Evidence for a previously unrecognized radiation of assassin snails (Gastropoda: Buccinoidea: Nassariidae). *PeerJ*, 5: e3638.
- 1.971 **Bou Dagher-Kharrat, M., et al.** 2018. Setting conservation priorities for Lebanese flora—Identification of important plant areas. *Journal for Nature Conservation*, 43: 85–94.
- 1.897 **Lavin, M., et al.** 2018. DNA Sequence Variation among Conspecific Accessions of the Legume *Coursetia caribaea* Reveals Geographically Localized Clades Here Ranked as Species. *Systematic Botany*, 43: 664–675.

- 1.797 **Molino, J.-F.** 2017. On the identity of *Clausena smyrelliana*, and two new combinations in *C. anisum-olens* (Aurantiaceae, Rutaceae). *Phytotaxa*, 298: 296.
- 1.797 **Engel, J., & Sabatier, D.** 2018. *Vantanea maculicarpa* (Humiriaceae): a new tree species from French Guiana. *Phytotaxa*, 338: 130.
- 1.533 **Vega, F. J., et al.** 2018b. Review and additions to the Maastrichtian (Late Cretaceous) crustacea from Chiapas, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 85: 325–344.
- 1.533 **Vega, F. J., et al.** 2018a. Oldest record of Mathildellidae (Crustacea: Decapoda: Goneplacoidea) associated with Retroplumidae from the Upper Cretaceous of NE Mexico. *J. of South Amer. Earth Sciences*, 82: 62–75.

Manifestations de promotion

Outre les nombreuses conférences dans des congrès, le lancement officiel du programme a eu lieu à Montpellier le 28 janvier 2014 avec une médiatisation du projet, des articles de journaux et reportages télévisés. Par ailleurs, l'infrastructure organise annuellement une journée des herbiers (3 éditions à ce jour). Enfin, l'une des conférences inaugurales d'ouverture du programme européen ICEDIG qui s'est tenu à Helsinki avait pour sujet e-ReColNat et la façon de structurer une communauté d'histoire naturelle. La liste figure en annexe 7.

3.1.6: INDICATEURS CHIFFRÉS DÉMONTRANT LA PLUS-VALUE DE L'INFRASTRUCTURE / NUMERICAL INDICATORS DEMONSTRATING THE ADDED VALUE OF THE INFRASTRUCTURE.

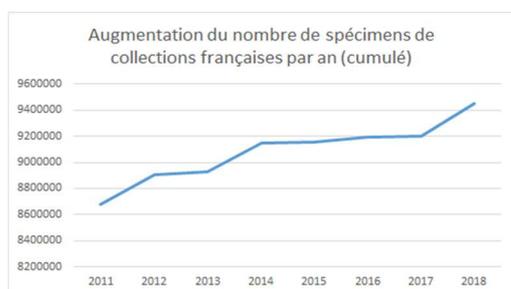


Figure 15

collections physiques baissera. Des analyses plus fines seront nécessaires pour trouver les bons indicateurs à ce sujet. Augmentation de la visibilité de l'herbier LY qui se traduit par une augmentation des sollicitations pour des visites (collègues, associations, grand public, ...) de 30 %. Augmentation de 10% des demandes de consultation (in situ ou virtuelles) à CLF depuis que les planches numérisées sont en ligne sur la plateforme e-Recolnat.

Les collections virtuelles induisent de **nouveaux usages**. Elles sont complémentaires des collections physiques. On assiste à deux tendances en apparence antagonistes. Dans certains cas porter des collections à la connaissance de la communauté des chercheurs va **augmenter leur fréquentation** et par là même les résultats scientifiques, alors que dans d'autres cas, ce sont les images elles-mêmes qui seront porteuses de données scientifiques et la **consultation des**



Figure 14

- Nous proposons donc 6 indicateurs qui complètent ou s'inspirent des indicateurs mis en ligne sur le site :
- 1/ Augmentation du corpus dans le GBIF (voir figure 13)
 - 2/ nombre de collections françaises branchées au GBIF (voir figure 14)
 - 3/ Nombre de spécimens sur RECOLNAT 10 170 489

4/ Nombre de spécimens informatisés Herbonautes	320 522
5/Nombre de données de types disponibles sur RECOLNAT	456 674
6/ Nombre de photos de types disponibles sur RECOLNAT	265 174

3.2. IMPACT SOCIO-ÉCONOMIQUE / SOCIO-ECONOMIC IMPACT

3.2.1: RETOMBÉES POUR LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE / IMPACT FOR THE SCIENTIFIC COMMUNITY.

Les activités de l'infrastructure participent à donner une meilleure visibilité aux données des sciences naturelles et organisent le réseau naturaliste. Son rôle principal est d'informer de l'existence d'objets naturalistes et faciliter leur étude. Le programme E-ReColNat a également participé à redonner de l'importance à la préservation et à la valorisation par la recherche des collections. L'informatisation et la numérisation sans précédent ont visé notamment à offrir à la communauté scientifique les possibilités de valoriser ces collections. Y compris dans les collections qui n'ont pas été numérisés, il a été observé un renouveau d'intérêt scientifique pour les collections naturalistes.

Participer à l'inventaire des collections, et des spécimens de ces collections

Les métadonnées sur les collections et les données des spécimens ont vocation à être internationaliser sur des sites comme celui du GBIF. Le rôle de l'IR est de produire et maintenir ces données.

Assurer la sauvegarde virtuelle

Par ailleurs la copie virtuelle offre une sécurité en cas de destruction accidentel (comme celle du Muséum de Rio de Janeiro en 2018). La mise en plan d'un plan de gestion des données en collaboration avec le MNHN est en lien avec cette sauvegarde.

Utilisation de ces fonds pour la production de science

Nécessite de donner à la fois un accès virtuel et coordonner un accès physique.

Appel à la société pour renseigner les images d'objets : Les herbonautes

Le besoin de données dans le cadre de programmes de recherche est en parti assuré par la science participative. Le portail les herbonautes produit annuellement environ 50 000 spécimens.

3.2.2: IMPACT POUR LA DÉCISION PUBLIQUE / IMPACT FOR PUBLIC DECISION-MAKING.

Le programme E-ReColNat a clairement participé à un renouveau de l'étude et de l'intérêt scientifique des collections naturalistes au niveau national. La mise en œuvre réussie de la numérisation de masse des herbiers des collections françaises et son corollaire (recensement des collections, sensibilisation, communication, formations, etc.) ont servi de moteur à ce que ces collections soient replacées au cœur des préoccupations des politiques publiques des collectivités territoriales et de l'État. À travers la réalisation de ce programme collectif, la place des collections naturalistes dans la sphère décisionnelle publique est renouvelée, créant ainsi un levier fort de "soft power" aux bénéfices de la communauté scientifique et des naturalistes.

Hors des frontières de la France, le programme E-ReColNat et son pilotage par le MNHN a influencé d'autres États européens. Ainsi, plusieurs muséums d'histoire naturelle ont lancé d'ambitieux programmes de numérisation et d'études de leurs collections naturalistes (e.g. Natural History Museum, London ; Finnish Museum of Natural History, Luomus ; Museum für Naturkunde, Berlin ; etc.), calquant et s'inspirant du modèle français en la matière.

Du côté de la sphère environnementale, E-ReColNat permet une visibilité et une traçabilité des témoins de la présence actuelle et passée de la biodiversité. Ainsi, des études d'impact ou des

études NATURA 2000 s'appuient sur des échantillons de référence (espèces bio-indicatrices ou remarquables) conservés dans les collections de l'UCA. D'une façon générale, le rôle des collections dans la sphère de la décision publique est renforcé.

Sur le plan de la gouvernance générale liée aux collections naturalistes en France, il est intéressant de noter l'influence de la communauté du réseau national des collections naturalistes (RECOLNAT). En effet, le conseil scientifique de l'IR RECOLNAT est chargé par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation (MESRI) de l'analyse et du classement scientifique et technique des demandes émises par l'ensemble des muséums d'histoire naturelle en France. Chaque année, ces établissements répartis à travers la France sollicitent des aides qui concernent l'étude documentaire, l'informatisation et la numérisation des objets présents dans leurs collections. L'ensemble du travail et des sommes alloués (env. 450 000€/an) permet de faire croître le corpus.

3.2.3: PRINCIPAUX BREVETS ET LICENCES, EXPERTISES RÉALISÉES / MAIN PATENTS AND LICENCES, EXPERT EVALUATIONS PERFORMED.

L'IR n'a pas déposé de brevets. Elle a en revanche des activités d'expertise et travaille avec des entreprises à de nouvelles technologies à destination du monde des collections naturalistes.

Dépôt d'invention

Dépôt d'invention à l'UCA et à la SATT Grand Centre (lettre d'engagement du 15/01/2018) pour une méthodologie de suivi diachronique de la flore par les bio-indicateurs végétaux avec dépôt dans les collections de Clermont Ferrand.

Expertise sur les réseaux

- Analyse scientifique et technique des demandes de subventions adressées au MESRI par les Muséums en région (Activité du Conseil Scientifique)
- Accueil d'une chercheuse et conservateur de collections à l'herbier de Firenze dans le cadre d'ERASMUS (10-15 septembre 2018). Son objectif est de monter un projet comparable à « ReColNat » pour les collections d'herbier en Italie. Elle souhaitait bénéficier de notre expertise dans le domaine : modalités de mise en place du projet, fonctionnement, organisation, sources de financement, difficultés, etc.
- Présentation e-ReColNat dans le cadre d'ICEDIG (voir annexe 7)

Expertise technique sur les collections

Enseignement sur la gestion et la conservation des collections, aide à l'inventaire. La journée des herbiers entre dans cette activité.

Expertise scientifique environnementale

- Rapport d'expertise (Roux & Thébaud 2016) utilisant e-Recolnat pour l'évaluation de l'évolution de l'état de conservation d'un site ENS (Espace naturel sensible du Département 63) à partir des données historiques des herbiers.
- Roux C. & Thébaud G., 2016. Observatoire de la biodiversité « Puy de Crouel », rapport d'étude UCA : 15p.

3.2.4: PARTENARIAT AVEC LES ENTREPRISES ET RELATIONS CONTRACTUELLES ÉTABLIES / INDUSTRIAL PARTNERSHIPS AND CONTRACTUAL COLLABORATIONS ESTABLISHED.

Collaboration avec la société Imagen

Objectif: mise au point d'une technique d'encapsulation sous gaz inerte de petits objets naturalisés habituellement congelés pour une conservation à température ambiante.

Picturae/Grahal

Les prestataires qui assurent la numérisation et la restauration des spécimens d'herbiers ont démarché le Marché Nord-américain à l'occasion d'une présentation conjointe à Denver.

Bluescale

A développé l'outil des herbonautes (à la suite d'un cahier des charges mis au point par Le MNHN, le CNAM et la société agoralogie) et le logiciel de validation de la qualité des images.

3.2.5: FORMATION / TRAINING.

GBIF : Dans le cadre des activités du point nodal du GBIF-France financé par e-ReColNat de nombreuses formations et séminaires ont été organisés auprès des communautés de la biodiversité et des sciences naturelles. En particulier pour diffuser les standards édifiés dans le cadre de sa politique de développement.

Journées du réseau des herbiers ReColNat (Paris le 8 octobre 2014 ; Montpellier le 24 mars 2017 ; à Lyon le 20 juin 2018 et la prochaine à Nancy le 17 mai 2019) et la visite de l'herbier de Paris, le 29 mars 2019 organisée dans le cadre de ce réseau (environ 50 personnes représentant l'ensemble des institutions participant au projet).

Label RECOLNAT et DarwinCore. Des journées de formation à destination des éditeurs de bases de données sont données depuis 2 ans et des entretiens plus personnalisés sont organisés pour développer l'interopérabilité entre recolnat et les bases locales.

Formations au logiciel de saisie e-ReColNat à Saint-Jean-de-Luz, Université Paris-Sud et Verrières-le-Buisson.

L'association Tela botanica a organisé de nombreux événements **liés à la botanique et aux herbiers.**

- **3 journées de formations / gestion d'un herbier.**

La formation a pu être proposée dans le cadre d'un financement DREAL LR en 2013.

La formation passait en revue toutes les facettes de la gestion d'un herbier : conservation, restauration, informatisation, valorisation. Alternance de conférences théoriques et ateliers pratiques par groupes, et temps d'échanges.

Un livret a été réalisé et distribué de manière à donner les principes théoriques de la formation et les principales références que les stagiaires pouvaient réutiliser par la suite.

Ce livret est sous licence Creative Commons et mis en ligne sur le site de Tela Botanica.

([https://api.tela-](https://api.tela-botanica.org/service:cumulus:doc/2e557c409ca444491ac0b4ebe95d80b403412146)

[botanica.org/service:cumulus:doc/2e557c409ca444491ac0b4ebe95d80b403412146](https://api.tela-botanica.org/service:cumulus:doc/2e557c409ca444491ac0b4ebe95d80b403412146))

- **Dans le cadre du MOOC Botanique diffusé en 2016 et 2018, à plus de 53 000** apprenants, la « [séquence 6 sujet 1 : enregistrer ses découvertes](#) »- permettait d'initier à la réalisation de planches d'herbiers. Cette séquence a été visualisée 16 300 fois.

L'activité proposée en référence à cette séquence « À vous de plancher » a reçu 460 contributions. Les ressources complémentaires de cette activité, permettaient également de découvrir la plateforme Herbonautes.

L'infrastructure a participé à la Journée Allenvi **Numérisation des collections d'histoire naturelle: nouveaux outils, nouveaux usages.**

Formations d'étudiants, de stagiaires de la 3^e (2 stages) au Master BioGet (UM), aux Masters 2 « Collections et Musées » et « Valorisation/Médiation du patrimoine » de l'université Paul Valéry : au total entre 60 et 80 étudiants par an, le master UPMC-MNHN et le Master Transition Numérique

et Innovation Collaborative en 2017, 2018, 2019. Une thèse a été défendue en 2018 (Thèse de doctorat en science sociales).

Sur la durée du projet, **formation continue des agents des prestataires Grahal et Picturae** sur l'importance patrimoniale et scientifique des collections, leur manipulation dans le cadre de ce projet (une journée chaque semaine au minimum depuis mars 2016 pour MPU) et visites des collections à tous les nouveaux agents depuis le début du projet totalisant 11 visites pour 51 personnes.

Deux journées d'études ont été organisées dans le cadre d'une mission exploratoire sur les collections naturalistes des musées de la région PACA. Portées par une collaboration entre le MNHN, Aix-Marseille Université, le MHN de Toulon et du Var, l'AGCCPF et la DRAC PACA, ces deux journées avaient pour but de rassembler les acteurs de la biodiversité, de les sensibiliser à l'importance des données présentes dans les collections, et de fédérer des compétences taxinomiques en histoire naturelle. La journée du 15 avril 2014 s'est tenue à l'université d'Aix-Marseille (Bouches-du-Rhône), celle du 12 mai 2016 à Hyères (Var).

Enfin, des **formations à destination des conservateurs du patrimoine** ont été dispensées :

La DRAC Nord-Pas-de Calais et l'Association des Conservateurs des Musées du Nord-Pas-de-Calais ont organisé une journée d'études portant sur l'Informatisation des collections des musées du Nord-Pas-de-Calais avec la participation d'e-ReColNat concernant les collections naturalistes le 16 septembre 2015 (environ 30 participants).

L'Association des Conservateurs des Musées de Bourgogne a organisé une journée sur le même thème le 19 janvier 2019, avec participation d'e-ReColNat (environ 20 participants).

L'OSU Theta (CNRS-INSU) a organisé une journée portant sur l'ouverture et la gestion des données de la recherche en Bourgogne-Franche-Comté du 13 au 15 novembre 2017 avec participation d'e-ReColNat (environ 40 participants).

Le réseau des Zones Ateliers (CNRS-InEE) organise un séminaire "Comment gérer ses échantillons avec une base de données : pratiques et perspectives" les 18 et 19 mars 2019 à Besançon avec participation d'e-ReColNat (environ 30 participants).

3.3. MOYENS MIS EN PLACE / IMPLEMENTATION

3.3.1: ORGANISATION ET GOUVERNANCE / ORGANISATION AND GOVERNANCE.

La gouvernance actuelle de l'infrastructure est composée d'un **Comité de Direction**, instance d'orientation stratégique du Projet composée des représentants des partenaires, des ministères de tutelles et du CNRS, d'un **Comité scientifique et technique (CS)**, instance de consultation scientifique et d'un **Comité Exécutif**, instance de pilotage du Projet composée d'un représentant de chacun des partenaires. La liste des membres de ces comités est fournie en annexe. Le CS est constitué de membres nationaux et internationaux et couvre les disciplines de l'histoire naturelle. Une importance a été donnée à la botanique en raison du poids budgétaire de la numérisation. Aussi, le CS évolue actuellement pour rétablir un certain équilibre entre les disciplines.

Il a été mis en place un **comité de pilotage spécifique au WP3** qui se réunit mensuellement afin de suivre la prestation de numérisation et d'attachage. Il y a eu 32 réunions.

Un point particulier concerne les relations avec le point nodal du GBIF France qui a été financé par l'infrastructure de 2013 à 2016. Les flux de données vers les portails officiels du GBIF et de l'INPN sont particulièrement importants et des séances de travail e-ReColNat/GBIF/INPN ont été

organisées afin d'harmoniser au mieux les flux de données liées aux collections. Un travail de comparaison des collections connectées sur les portails e-ReColNat et GBIF a notamment été réalisé par le GBIF France.

3.3.2: MODALITÉS D'ACCÈS ET TARIFICATION / ACCESS MODE AND PRICING STRATEGY.

Conditions d'accès du portail

La loi n°2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une république numérique et le plan national pour la science ouverte imposent le principe FAIR (données trouvables, accessibles, interopérables et réutilisables). Ainsi, la mise en place d'un modèle économique rentable est particulièrement délicat. Les données et les images sont en libre accès sur le portail RECOLNAT. Il est à noter qu'elles sont aussi diffusées sur le site des institutions partenaires (dont le MNHN) et sur les sites institutionnels pour lesquels il y a une obligation de versement et d'échanges de données : GBIF et INPN. En effet, la connaissance environnementale doit être rendue accessible au plus grand nombre comme le prévoient la convention d'AARHUS1 du 25 juin 1998 ratifiée par la France, la convention européenne du paysage et la directive 2007/2/CE INSPIRE du 14 mars 2007. Le Code de l'environnement (article L124-1 et suivants et article L127-1 et suivants) rend obligatoire la mise à disposition de l'information environnementale publique.

Travaux sur le modèle économique

Le modèle économique a fait l'objet de nombreuses approches durant ces dernières années. Il a été mené un benchmark pour comparer la situation de structures similaires dans le domaine des collections virtuelles. Il apparaît difficile de trouver un modèle dont les revenus permettent d'équilibrer les dépenses, d'autant plus que le déploiement de ce modèle doit être compatible avec le Plan national pour la science ouverte. Parmi les pistes évoquées dans cette étude et qui ont été retenues, plusieurs font l'objet de propositions de tarification. Celle-ci doivent être soumises dans un premier temps à la gouvernance du GIS RECOLNAT (en cours de mise en place), puis aux instances du coordonnateur (le MNHN).

a/ Tarification des nouvelles prises de vue

C'est le principe de la numérisation à la demande financée dans le cadre du programme européen Synthesys +

b/ Financements liés à des études d'impact ou des études d'écologie

La mise à disposition de grandes quantités de données et d'images peuvent générer des services autour de celles-ci. Ces services peuvent prendre la forme d'inventaires de données sur un territoire, d'animations de missions de sciences participatives, d'informatisation de spécimens, de mises à jour nomenclurales et taxinomiques, de préconisations de gestion ou encore de géoréférencement. C'est notamment la démarche qui a été développée dans les projets de collaboration avec la ville de Versailles ou dans le cadre d'un projet FEDER porté par l'université de Clermont-Auvergne (Voir annexe 6).

c/ Utilisation des herbonautes pour obtenir des données

Les missions herbonautes font l'objet d'un appel annuel afin de proposer des données d'herbier à des programmes de recherche. Le financement de l'animation de ces programmes, de la maintenance et du développement informatique peut se faire à partir des missions. Le fonctionnement du site est assuré par le financement de 5 missions par an.

Désignation	Prix total
-------------	------------

<i>Missions « les herbonautes » de 4 000 à 6 000 spécimens d'herbiers</i>	3400
<i>Intégration et stockage des images et données</i>	490
<i>Frais administratifs (8%)</i>	311,2
Total :	4201

d/ Mutualisation d'équipements

Il concerne deux équipements dont l'infrastructure a la charge : le microscope numérique cofinancement e-ReColNat / Région Ile-de-France et appareil photo LEAF. Proposition de tarif : un devis sera produit dans chaque cas.

Désignation	Prix
<i>Demi-journée de prises de vue (80-100 photos)</i>	150
<i>Mise en collection virtuelle (50-500 images)</i>	50
<i>Conservation pérenne (/To/an)</i>	217
<i>Frais administratifs (8%)</i>	8%

e/ Formations professionnelles

Fort de ses expériences et de ses savoir-faire, l'IR pourrait proposer des formations en direction de deux typologies d'utilisateurs :

- Formation à l'utilisation des outils, services, données et images du portail RECOLNAT. Ces formations seraient destinées aux responsables de collections des universités, muséums et autres institutions de recherche. Des sessions spécifiques pourraient être adaptées auprès des partenaires du monde privé (associations, sociétés savantes, bureaux d'étude...). L'estimation du coût journalier est de 600 € ;
- Formations professionnelles et retour d'expériences sur la numérisation et les standards. Ces formations seraient destinées aux établissements souhaitant lancer un plan de numérisation de leurs collections scientifiques et bénéficier du savoir-faire d'E-ReColNat. Une formation en langue anglaise à destination des autres muséums et universités européens pourrait également promouvoir l'IR et permettre la capitalisation des savoir-faire. L'estimation du coût journalier est de 1 800 €.

3.3.3: MOYENS HUMAINS ET FINANCIERS SUPPLÉMENTAIRES APPORTÉS PAR LES PARTENAIRES DEPUIS LA CRÉATION DE L'INFRASTRUCTURE / ADDITIONAL HUMAN AND FINANCIAL RESSOURCES PROVIDED BY THE PARTNERS SINCE THE CREATION OF THE INFRASTRUCTURE

Moyens humains supplémentaires apportés à l'infrastructure:

Plusieurs partenaires s'engagent à mettre à disposition des moyens et du personnel :

	MNHN	UB	UCA	UM	UCBL	IRD	CNAM
--	------	----	-----	----	------	-----	------

ETP/an	2	1,5	3,6	2,6	4,8	3,9	0,25
--------	---	-----	-----	-----	-----	-----	------

Par ailleurs, le MNHN utilise 2 emplois-étudiants de la Comue Sorbonne Universités.

Moyens financiers supplémentaires apportés à l'infrastructure:

Au cours des travaux, des moyens financiers ou en nature ont été mis à disposition.

MNHN : financement de la numérisation d'herbiers en 2017.

UM : Apport des muséums en nature 39 000 images numérisées.

UCA : Prêt de locaux pour un atelier de restauration des herbiers du Nord et du Centre de la France

UBCL : 60 000 € pour les années 2018- 2019

Par ailleurs, le MESRI finance les Muséums en région pour 400 000 euro par an environ pour leur politique de numérisation (accroissement du corpus RECOLNAT).

3.3.4: MOYENS APPORTÉS PAR DES COFINANCEMENTS / MEANS PROVIDED THROUGH CO-FINANCING.

UCBL: un financement participatif à hauteur de 18 000 €, un mécénat de 10 500 €.

MNHN, un mécénat de 150 000 € pour le site de science participative, 750 000 € pour un programme de coopération franco-brésilien. Les opérations européennes SYNTHESYS+ et DiSSCo sont aussi sources de financement même si pour ce dernier elles sont difficiles à estimer. Enfin, l'AllEnvi dans le cadre des SOERE a financé 20 000 € pour la coordination du réseau et le développement de méthodologie avec la société Imagene. Co-financement de l'achat d'un microscope numérique : région Île de France (DIM Matériaux Anciens et Patrimoniaux), MNHN et e-ReColNat en 2018, 60 000 €.

Clermont-Ferrand 200 000 € pour un projet FEDER en 2013 et 2014.

4. PROJET POUR LA PÉRIODE 2020-2024 /PROJECT FOR THE 2020-2024 PERIOD

4.1. PRÉSENTATION SYNTHÉTIQUE DES ARGUMENTS POUR UNE PÉRENNISATION DE L'INFRASTRUCTURE / SYNTHETIC PRESENTATION OF THE ARGUMENTS FOR THE LONGER TERM CONTINUATION OF THE INFRASTRUCTURE.

L'objectif de structurer la communauté de l'histoire naturelle en France sous forme d'un GIS permet une **meilleure cohérence** vis-à-vis des instances nationales, européennes et internationales. Elle permet l'augmentation de la production scientifique liée aux collections naturalistes. Cette évolution doit inclure un **changement de périmètre** en incluant les collections de géologie et d'ethnologie, et **augmenter le nombre de partenaires**.

La production d'un corpus de plusieurs millions d'images induit une pérennisation qui permettra de gérer les corpus d'images et de données, de les augmenter et d'en **assurer la conservation pérenne**. Plus de **10 millions de spécimens** ont été numérisés, aussi il reste **90 millions d'objets à inclure**. Les programmes futurs devront **amplifier les numérisations en zoologie et paléontologie**, ce qui demande des **innovations méthodologiques et techniques**. Afin de valoriser ces images et données, le développement des outils d'exploitation induit un **développement technologique** qui permettra le **partage des données de la recherche** sous forme de services web collaboratifs.

Les collections naturalistes, considérées comme instruments clés de la recherche scientifique, doivent constituer le cœur de l'infrastructure afin d'être en concordance avec la **stratégie d'alignement** des IR au niveau européen et international (e.g. DiSSCo).

4.2. PRINCIPALES ÉVOLUTIONS ENVISAGÉES / MAIN PLANNED EVOLUTIONS

4.2.1: NOUVEAUX DÉVELOPPEMENTS JUSTIFIÉS PAR DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES / NEW DEVELOPMENTS JUSTIFIED BY SCIENTIFIC AND TECHNICAL EVOLUTIONS.

Mise en place de workflows nouveaux pour traiter des collections de cryptogamie, de zoologie et de paléontologie. Les équipes de l'infrastructure ont une expérience de presque 10 ans (en incluant la numérisation de l'herbier de Paris de 2010-2013) qui feront l'objet de formations. Ces workflows doivent inclure des études budgétaires et un ajustement aux besoins actuels et potentiels de la recherche scientifique. Ceci est particulièrement important pour les chaînes de numérisation 3D pour lesquelles une forte demande existe mais qui exigent des innovations. De nouveaux entrepôts de **scans 3D** sont en phase de croissance (MorphoMuseum, MorphoSource...). RECOLNAT devra faire des liens entre les données de collection et ces scans. Les systèmes de numérisation 3D sont en plein développement, en particulier par photogrammétrie (projet Mercurio de l'UMR MAP, Modèles et Simulations pour l'Architecture et le Patrimoine par exemple). Les premiers tests sur des objets d'arts pourraient être transposés aux collections naturalistes.

Développement de logiciels de bioinformatique afin de permettre de nouvelles formes d'exploitation scientifique des images et des données (ex. : Annotate dans XPER3). Ces outils permettent de faire des mesures physiques et statistiques immédiates sur d'importants lots d'images de spécimens. À l'issue des enquêtes sur les nouvelles pratiques de recherche exploitant des spécimens numérisés il a été décidé de développer des interfaces avec le logiciel Xper développé par le Laboratoire Informatique & Systématique (Sorbonne Université / MNHN) pour un bénéfice mutuel des deux outils. L'industrialisation de l'outil Annotate permettrait également de créer une communauté d'utilisateurs.

Outils nouveaux de deep learning pour valoriser les corpus d'images de l'IR, et accélérer les requêtes et développements ultérieurs. La reconnaissance des zones d'étiquettes est en cours de développement et permettrait de progresser sur l'OCR des informations tapuscrites figurant sur celles-ci ou encore sur le floutage éventuel d'informations sensibles. A ces outils peuvent être associés les développements d'outils de reconnaissance phénotypique (prototype Rubus).

Logiciel d'exploitation des collections physiques. Sur la base des méta-inventaires de collections naturalistes, une interface de recherche permettra de savoir où se trouvent les spécimens d'un groupe taxinomique donné en France, quelles sont les conditions d'études, et quel est le coût de leur numérisation à l'unité ou par lot. Un lien avec des annuaires d'experts ou des interfaces de prêts pourrait également se mettre en place (collhelper, European Loans and VIsit Service...).

Transcription automatisée des informations par OCR. Les corpus d'images sur lesquelles figurent des étiquettes tapuscrites ou manuscrites pourraient être exploitées et informatisées de façon efficiente par une transcription automatisée par OCR. L'IR suit de près les avancées technologiques dans ce domaine en lien avec le programme européen Herbadrop (CINES).

Indice de confiance des déterminations. Cet indice serait issu du croisement pondéré entre publications et collections documentaires. Il permet de proposer un indice de confiance associé

aux déterminations taxinomiques de spécimens ; c'est l'objet du programme CollEx-Persée Datapoc dont RECOLNAT est partenaire (http://www.collex.eu/wp-content/uploads/2018/11/Fiche-type-pr%C3%A9sentation-laur%C3%A9ats-AAP_datapoc.pdf). La pondération des déterminations ainsi effectuée serait un indice très utile pour juger de la qualité des données scientifiques mises à disposition des communautés de la recherche.

Inventaire participatif des collections naturalistes publiques et privées. Fondée sur l'outil CoEL et mis à jour, cet inventaire permettrait de tenir à jour la liste, la localisation et la description des collections naturalistes publiques et privées conservées en France. Véritable outil participatif, il favorise la valorisation des spécimens. Un développement spécifique permettrait de lier les documents associés aux spécimens des collections : notes, cahiers de terrain, correspondances et autres archives.

4.2.2 : CHANGEMENT DU PÉRIMÈTRE ET SERVICES PROPOSÉS EN FONCTION DES AVANCÉES SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES OU DES BESOINS DES UTILISATEURS / CHANGES IN SCOPE AND IN SERVICES OFFERED DUE TO SCIENTIFIC AND TECHNICAL EVOLUTIONS OR USER NEEDS.

Dans une logique de continuité et de développement des services offerts à la communauté scientifique, la fin du PIA E-ReColNat oblige à réfléchir à la suite et à donner une existence propre à l'IR RECOLNAT. Fort de l'expérience du PIA, des avancées effectuées dans la constitution du corpus et du recueil des besoins chez les établissements partenaires, une évolution du périmètre de l'IR se dessine.

L'IR RECOLNAT a pour mission de mobiliser, rassembler, harmoniser et donner accès aux collections naturalistes et à leurs données ancillaires. Ces accès peuvent être physiques (consultation et accès aux collections) ou virtuels (numérisation, informatisation, données, etc.). L'ambition est de pouvoir proposer aux communautés scientifiques et naturalistes des données de qualité, à la bonne échelle, interopérables et dans le bon format, permettant de répondre aux grands enjeux environnementaux et sociétaux. D'un point de vue général, l'objet du réseau national est ainsi la coopération pour des activités de recherche dans le domaine des collections naturalistes, de la constitution d'artefacts numériques et de tous les services qui peuvent être associés tant aux collections physiques qu'aux collections numériques et leurs données associées. Des activités de formations sur les spécificités professionnelles des collections naturalistes feront partie intégrante du périmètre considéré.

Cette continuité incluant l'élargissement du périmètre de RECOLNAT demande une nouvelle structuration juridique et administrative, avec un modèle de gouvernance renouvelé. Dans un premier temps, la proposition la plus pragmatique semble être celle de rassembler les différents partenaires de l'IR sous la forme d'un groupement d'intérêt scientifique (GIS). Ce GIS permet de rassembler largement les partenaires, d'établir un mode de travail et d'actions, et de préserver une souplesse de gestion dans les tâches quotidiennes.

Le document cadre du GIS est actuellement en cours d'élaboration et de révision par tous les partenaires identifiés comme forts ou potentiels dans le futur périmètre RECOLNAT.

L'ouverture du périmètre des collections naturalistes à celles de la géologie (pétrographie, minéralogie) et de l'ethnologie (collections ethnographiques) d'une part, et la perspective

d'amplifier le recensement, l'informatisation et la numérisation des collections paléontologiques et zoologiques (notamment entomologiques), d'autre part, vont faire évoluer naturellement les communautés d'utilisateurs. L'objectif est d'intégrer et de structurer ces nouvelles communautés de l'histoire naturelle, tout en ouvrant ses nouveaux corpus aux autres disciplines de la recherche scientifique. La réunion virtuelle des collections minéralogiques de Paris (MNHN, Sorbonne Université et Mines ParisTech) constituerait l'une des plus importantes collections mondiales. La mise à disposition de spécimens géologiques favoriserait l'émergence de nouvelles inventions (e.g. dépôt d'une déclaration d'invention par l'université de Bourgogne et le CNRS portant sur des mesures isotopiques et testée sur des spécimens minéralogiques issues de collections).

L'ouverture aux collections ethnographiques permet un accès aux sciences humaines et sociales, et valoriser l'histoire des techniques, des matériaux et des cultures.

Sur un autre plan, le renforcement des collections paléontologiques et zoologiques dans le corpus d'objets informatisés viendra naturellement susciter l'engagement des communautés travaillant sur ces ensembles. Par le grand nombre de taxa qu'elles rassemblent ces deux composantes constituent des axes forts des liens entre collections et recherches.

Tous ces élargissements à des communautés nouvelles s'inscrivent dans le prolongement logique du développement de l'infrastructure RECOLNAT. Bien que la partie botanique soit aujourd'hui la plus avancée, la mobilisation continue des communautés déjà engagées doit être poursuivie.

Ainsi, une formation de type SPOC² sur le thème de la gestion des herbiers est en projet. Sa réalisation pourrait se faire en 2021 et impliquerait différents experts partenaires de l'infrastructure afin de valoriser les travaux et l'infrastructure auprès d'un large public. La communauté ainsi associée pourrait s'ouvrir à une communauté de professionnels et d'étudiants (SPOC pouvant être dispensé dans le cadre des UCTS universitaires).

4.3. IMPACT DU MAINTIEN DE L'INFRASTRUCTURE NATIONALE / IMPACT OF MAINTAINING THE EXISTING NATIONAL INFRASTRUCTURE

4.3.1: SUR LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE NATIONALE / WITHIN THE NATIONAL SCIENTIFIC COMMUNITY.

Telle qu'elle existe aujourd'hui, l'IR sert de ressources aux données et aux collections naturalistes, que ce soit en accès physique ou à distance. L'impact de son maintien sur la communauté scientifique évoluera de façon synchrone avec le développement de son périmètre (nouveaux corpus de collections et services en lien avec l'exploitation des collections, cf. supra). L'accroissement du corpus et des jeux de données associés continueront à servir les disciplines des sciences biologiques et environnementales : systématique, biologie de la conservation, écologie, biogéographie, biologie moléculaire, biologie des populations, etc. L'IR offre aux communautés qui travaillent dans ces disciplines de grands jeux de données et d'images qui servent la description et

² Un SPOC (Small Private Online Course) est une **formation interactive en ligne** avec un nombre limité de participants. Centrée sur la mise en pratique et sur les échanges avec le formateur et entre les apprenants, cette formation permet de développer des compétences, valorisées par un certificat de réussite.

la compréhension du monde vivant dans une perspective de profondeur historique, évolutive, technique et culturelle.

L'exemple de la communauté paléontologique apparaît ici pertinent. Dans le cadre de la préparation de la prospective CNRS-INSU 2019, cette communauté a fait remonter l'importance des collections et la place importante de RECOLNAT. La communauté souhaite la reconnaissance de ReCoINat en tant que TGIR et que de nouveaux moyens soient mis à disposition afin d'informatiser les spécimens sans statut. Les lacunes d'informatisation des données muséales sont un véritable frein à la recherche paléontologique (Marshall C.R. et al., 2018. Quantifying the dark data in museum fossil collections as palaeontology undergoes a second digital revolution. *Biol. Lett.* 14: 20180431).

Si ces approches disciplinaires, ainsi que celles des sciences de l'environnement en général, demeurent aujourd'hui les principales communautés utilisatrices des collections, les séries anciennes ou récentes permettent de procéder à des comparaisons diachroniques, et de questionner les objets issus de l'histoire naturelle sous des angles innovants de la recherche scientifique (recherche d'anticorps, dosage des polluants concentrés dans les tissus des super-prédateurs, mesure du C13 dans les herbiers pour mettre en évidence l'impact de la consommation des énergies fossiles, etc.). Ces nouvelles formes d'exploitation des ressources de l'infrastructure seront poursuivies en direction des chercheurs des disciplines liées en particulier à la santé, la chimie et à la physico-chimie de l'environnement, climatologie ou encore la sécurité alimentaire. Les potentialités qu'offrent les collections naturalistes sont encore largement sous-exploitées pour ces disciplines.

L'évolution des besoins des communautés scientifiques travaillant sur les collections naturalistes concerne de plus en plus l'accès à des ressources génétiques. Le maintien de l'IR y pourvoira en augmentant la taille des corpus et la localisation des spécimens d'intérêt dans le cadre de ces recherches. Cette approche nécessite également des échanges avec d'autres IR spécialisées en ressources microbiologiques (e.g. RaRe).

En marge de la communauté scientifique, le maintien de l'infrastructure RECOLNAT influe également beaucoup dans la gestion, l'étude et la valorisation des collections naturalistes envisagées par les professionnels de la conservation du patrimoine. En étant informatisés et en étant rendus accessibles à distance via les programmes de numérisation, les collections naturalistes bénéficient de meilleures conditions de gestion physique et documentaire, de conservation et de valorisation. En renforçant le rôle des collections naturalistes dans la recherche de haut niveau, l'infrastructure a renforcé l'intérêt de bien préserver et d'étudier ces collections. Par ailleurs, des accidents survenus récemment (destruction de parts d'herbiers par les douanes Australiennes, incendie du Muséum de Rio) insistent et démontrent la perte irrémédiable que représentent ces collections pour le patrimoine scientifique, technique et culturel de l'humanité.

Les méthodes de prospective et de veille technologique s'exercent au sein des réseaux déjà structurés ou en cours de structuration auxquels appartient l'IR RECOLNAT.

- *Méthodes de prospective*

La place de l'infrastructure est déjà bien connue de certaines communautés de la recherche scientifique. Parmi les méthodes de prospective, voici les publics et les besoins identifiés :

- développer les publics « traditionnels » de l'histoire naturelle (systématique et écologie), et accompagner le changement de pratiques liées au virtuel et aux services innovants ;
- identifier, informer et atteindre des publics nouveaux dans le domaine des sciences physiques, climatologiques, santé (en raison de la diversité des collections, emboîtements d'échelles et du champ chronologique balayé).

- *Veille technologique*

Chaque réseau dans lequel l'infrastructure est investie permet de tenir à jour des connaissances consolidées, et d'explorer collectivement les nouveaux outils et technologies en cours de développement. Dans le cadre de cette veille technologique, l'IR RECOLNAT participe aux débats, tant au niveau national (journées disciplinaires, professionnelles, ministérielles etc.) qu'au niveau européen (ICEDIG, COST Mobilise, DiSSCo), qu'à d'autres échelles internationales (rencontres du GBIF, TDWG, RDA...). Cette participation active dans ces assemblées permet de réaligner constamment les objectifs de l'infrastructure (plan de travail du GIS) avec le contexte scientifique, et dans un processus de veille technologique.

- *Stratégie de promotion*

La stratégie de promotion de l'infrastructure consiste à représenter son travail, ses avancées et ses recherches à l'occasion de colloques, débats et journées professionnelles (muséums, CPMF, universités...). D'étroites collaborations de travail et de dialogues se tiennent régulièrement avec les ministères de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, de la Culture, ou encore celui de la Transition écologique et solidaire. Au sein de chaque ministère, l'approche de l'IR se veut volontairement transversale et positionnée sur les questions relatives à la dimension scientifique, patrimoniale ou numérique des collections naturalistes. Ainsi, des relations avec les services en charge de culture scientifique, technique et industrielle, les musées de France, les universités ou les autres IR sont fréquentes.

Sur un plan plus proche des professionnels de la conservation et de l'étude des collections, des journées thématiques autour des collections d'herbiers ont été organisées annuellement tout au long du PIA. Ces journées rassemblent des établissements partenaires et d'autres intéressés en provenance de toute la France.

L'infrastructure RECOLNAT est également investie d'actions spécifiques au sein de l'AllEnvi. Elle a par exemple participé en 2016 à la journée « Transition climatique, énergétique et écologique pour une planète durable : Nouveaux outils nouveaux usages ». Au MESRI, elle a fait l'objet d'une « Success story » : « E-Recolnat fait rimer botanique et numérique »³.

Participation à des ateliers communs avec RaRe et PNDB

³http://cache.media.enseignementsup-recherche.gouv.fr/file/Infrastructures_de_recherche/70/6/RECOLNAT_754706.pdf

L'IR a travaillé avec RaRe à l'occasion d'ateliers afin d'échanger sur les thèmes de modèles économique, de la législation liée aux lois sur la biodiversité, du modèle informatique et de l'aide au montage d'une infrastructure. L'infrastructure est représentée au CS de PNDB.

Conservation des images et des données

Dans le cadre de la réalisation d'un plan de gestion des données, nous avons travaillé avec le CINES. Nous nous orientons vers un dispositif de conservation des images et des données sur 3 sites : Montpellier et Lyon pour assurer une conservation pérenne (CINES) et Paris pour un stockage et un accès rapide du corpus. Les ressources proviennent de la reconversion de l'achat de serveurs en une prestation avec le CINES, solution encouragée par la MESRI. Le CINES a coopéré avec l'IR dans le cadre du programme européen (Long-term preservation of herbarium specimen images – EUDAT) et est signataire du MoU de l'ESFRI DiSSCo.

4.3.2: SUR LA STRATÉGIE DE LA FRANCE À L'INTERNATIONAL / ON FRANCE INTERNATIONAL STRATEGY.

L'ambition de structurer un réseau national des collections naturalistes incite à repenser le positionnement, le rôle et l'organisation de l'IR. L'inscription en septembre 2018 du programme européen Distributed System of Scientific Collection (DiSSCo) sur la feuille de route du Forum stratégique européen des infrastructures de recherche (European Strategy Forum for Research Infrastructures, ESFRI) va donner une visibilité accrue à RECOLNAT. Poursuivant une grande partie d'objectifs communs (accès physiques et virtuels aux collections, e-services, formations), ce réseau constituera effectivement le nœud français de l'infrastructure européenne. RECOLNAT est ainsi investie dans la rédaction stratégique des documents de la candidature de DiSSCo Prepare, première phase de la construction, puis du déploiement du programme DiSSCo à l'horizon 2025. Fort de l'expérience de E-ReColNat, cette participation est clé, tant pour **assurer le rayonnement national des partenaires**, que pour **faire bénéficier et partager l'expérience** acquise aux partenaires des autres pays européens et **obtenir des financements**.

L'orientation stratégique européenne de RECOLNAT s'appuie sur trois points principaux :

- représenter une « offre » France fédérant un réseau d'établissements conservant et étudiant les collections naturalistes, en dépassant la diversité des structurations administratives ;
- contribuer à la co-construction d'une mise en accès globalisé et distribué aux collections au niveau européen (portail commun interopérable, plateforme de prêts, etc.) à destination de la communauté scientifique ;
- construire un modèle économique au niveau national, tout en bénéficiant de la structuration en réseau avec les autres pays européens.

Transmission/échanges de données sur GBIF France <--> international

Le financement du **GBIF-France** pendant 4 ans a permis la mise en place d'un dialogue constructif et d'outils d'interopérabilité concernant les données scientifiques de la biodiversité.

Clermont-Ferrand a valorisé les collections en répondant à des plusieurs projets FEDER (un programme réalisé et un projet déposé en 2019 : IHMAGES).

Par ailleurs une coopération avec le Brésil (programme REFLORA) a permis la valorisation des collections brésiliennes conservées en France (informatisation des collections et accueils de chercheurs, publications de taxons nouveaux), portail de consultation en portugais, français et anglais (<http://www.herbariovirtualreflora.jbrj.gov.br>).

Tel que décrit précédemment, le positionnement de l'infrastructure de recherche RECOLNAT apparaît stratégique et aligné avec la stratégie européenne visant à permettre une meilleure exploitation des données issues des collections naturalistes pour la recherche. L'horizon 2025 du déploiement du programme DiSSCo est en alignement avec l'effort national consenti par l'IR RECOLNAT.

4.3.3: DANS LE DOMAINE SOCIO-ÉCONOMIQUE / IN THE SOCIO-ECONOMIC FIELD.

Accès des collections aux publics

Par la numérisation de masse des collections publiques, l'IR donne un accès à tous les publics. Cette disposition concorde avec les avancées législatives récentes concernant l'accès aux documents des organismes publics et permet une meilleure transparence vis-à-vis des contribuables. On peut également rappeler l'importance des amateurs dans la description du monde vivant (alpha-taxinomie) ; il est certain que la mise à disposition des corpus participera à lutter contre le handicap taxinomique et à permettre la description de nouvelles espèces, tout en favorisant l'accès aux collections physiques pour des études approfondies. L'intérêt suscité par la mise en ligne de ces collections est mesurable à partir de l'important taux de participation du public aux opérations de sciences participatives. Le succès de la plateforme des Herbonautes, est édifiant à cet égard.

Culture scientifique et technique

Par son activité, RECOLNAT participe aux grandes orientations de la stratégie nationale de la culture scientifique, technique et industrielle (SNCSTI, MESRI). Elle participe notamment à rapprocher des communautés scientifiques (systématique traditionnelle et e-taxonomie), à créer de nouvelles relations avec les citoyens grâce aux outils numériques (sciences participatives, explore...), ou à mettre à disposition les données de la recherche.

Numérisation à la demande

L'infrastructure est investie dans les projets européens formant l'écosystème de la construction de l'infrastructure DiSSCo. Par son expérience et son alignement stratégique avec l'Europe, RECOLNAT participe à la définition des standards, la calibration, la mesure et la tarification des services de demain de numérisation à la demande. Par cet ensemble, l'infrastructure contribue fortement à la numérisation des collections entreprises au niveau européen (DiSSCo, Synthesys+) et mondial (iDigBio, ALA...).

Aide à l'expertise environnementale

L'infrastructure fournit des données qui permettent d'enrichir les études locales ou régionales, en lien avec les politiques publiques de connaissances et de gestion de la biodiversité. L'herbier de l'UCA a servi de socle à des études d'impact environnemental. Plus le corpus sera important et plus cette activité économique pourrait se développer. En effet, les séries longues fournies par les collections sur un territoire servent d'outils d'aide au suivi (monitoring) et à l'évaluation (assessment) pour les espèces et espaces protégés. Une communication spécifique pourrait être adressée auprès des communautés des gestionnaires d'espaces protégés.

Portail des collections naturalistes

RECOLNAT sert de portail de publication reconnu pour les collections naturalistes patrimoniales des musées de France sous label délivré par le ministère de la Culture et de la Communication. Le portail

d'accès est le pendant de Joconde qui traite des collections patrimoniales (beaux-arts, archéologie, etc.). Fort de l'infrastructure, les services régionaux déconcentrés de ce ministère (directions régionales des affaires culturelles, DRAC) font globalement émerger des besoins en conseils sur les collections naturalistes, en particulier chez les établissements mixtes n'ayant pas de personnel scientifique (anciens musées mixtes). Le réseau pourrait accroître son rôle dans cette expertise.

4.4 ORGANISATION EN VUE DE LA PÉRENNISATION DE L'INFRASTRUCTURE / ORGANISATION WITH THE PERSPECTIVE OF SUSTAINABILITY

4.4.1: ÉVOLUTION ORGANISATIONNELLE DES STRUCTURES DE GOUVERNANCE SOUHAITÉE / EXPECTED CHANGES IN THE GOUVERNANCE STRUCTURES.

La gouvernance sera cadrée par un **groupement d'intérêt scientifique (GIS)**, structure administrative recommandée par le MNHN et le MESRI. Les travaux à réaliser seront développés dans un document, le **Plan de travail général** qui sera débattu, puis voté en assemblée plénière lors de la constitution du GIS. Ce plan comprendra des actions à mener selon des échéanciers annuels ou pluriannuels, et correspondants à une grille d'objectifs stratégiques et opérationnels. Il sera actualisé annuellement par la gouvernance en fonction de l'évolution des travaux, du contexte scientifique et budgétaire. Une partie est liée à l'ESFRI DiSSCo et aux programmes européens.

La gouvernance de l'IR sera assurée par 3 instances : le **Comité de direction (CODIR)**, le **Comité exécutif (COMEX)** et le **Comité scientifique et technique (CST)**. Le **CODIR** a pour rôle de favoriser le bon déroulement du **Plan de travail**, de définir la stratégie opérationnelle et d'arbitrer les options émises par le COMEX. C'est un organe de représentation des membres, de concertation et de décision. Le **COMEX** veille au bon déroulement scientifique et technique des opérations menées. Il organise l'opérationnalité des chaînes et le processus de travail. Enfin, le **CST** est chargé de fournir des avis et recommandations aux **CODIR** et **COMEX** sur les questions d'ordre scientifique et technique ayant trait à l'exécution de l'activité de l'IR, il s'appuiera aussi sur des groupes consultatifs d'utilisateurs et d'experts.

Les comités de la gouvernance de l'IR s'organiseront tout au long de l'année, autant que de besoin, et en utilisant les nouveaux moyens de communication. Une attention particulière est portée afin que toutes les décisions puissent permettre l'engagement des membres et que le quorum ne soit pas mis en difficulté. Un vote à 2/3 des présents est envisagé pour pallier aux difficultés de rassembler tous les membres des comités de la gouvernance.

Gouvernance GIS RECOLNAT

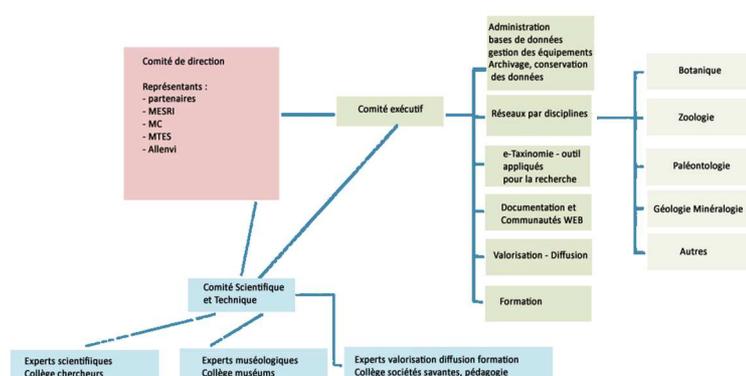


Figure 16 Organigramme fonctionnel de l'infrastructure RECOLNAT

4.4.2: ÉVALUATION / EVALUATION

Le **Comité scientifique et technique (CST)** rassemblera une quinzaine de personnalités des communautés de la recherche et

des collections. En plus des attributions précédemment énoncées au sein de la gouvernance de l'IR, le CST produira un rapport annuel d'évaluation de l'activité de l'IR. Ce rapport sera soumis aux instances et tutelles pour avis et information.

4.4.3: BESOINS EN TERMES DE RESSOURCES EN PERSONNEL / IDENTIFIED HUMAN RESSOURCES NEEDS

Pour maintenir à minima l'infrastructure :

- Coordonnateur : 1 ETP/an MNHN
- Référent administratif et comptable : **1 ETP demandé**
- Délégué à l'Europe : ½ ETP/an MNHN
- Référent muséums en région : ½ ETP/an MNHN
- Maintien informatique : **1 ETP/an demandé**
- Community manager : **1/ETP/an demandé**

Augmentation du corpus et des institutions du réseau :

- Gestion et valorisation des collections : 12,6 ETP/an fournis par les partenaires
- Opérateur de saisie : 0,3 ETP/an, puis 0,2 ETP demandé (UCA) lien avec activité du FEDER.

4.4.4: MÉCANISMES DE FINANCEMENT DE L'INFRASTRUCTURE / FUNDING MECHANISM OF THE INFRASTRUCTURE.

Le financement est fondé sur deux hypothèses. La première - basse - consiste à assurer l'existant : conservation du corpus de données et images, animation des réseaux et maintien informatique des outils. Elle constitue la base de la demande de financement présentée plus bas. L'hypothèse haute reprend les besoins de l'hypothèse basse, mais prend en compte un accroissement des corpus et des outils sur la base de fonds d'origines diverses. D'une part, les subventions versées aux muséums d'histoire naturelle pour la numérisation de leurs fonds (de l'ordre de 400 000 €/an) permettent l'ajout de nouvelles images. D'autre part, la coordination avec la base Joconde du ministère de la Culture permet d'inclure les collections d'histoire naturelle des musées mixtes. Enfin, la politique européenne construite autour de l'ESFRI DiSSCo va permettre le financement d'appels à projets pour de la numérisation et de nouveaux outils. Cette partie est difficile à chiffrer à l'heure actuelle puisque DiSSCo est encore dans sa phase préparatoire et de construction. Il est à noter que l'IR est positionnée au sein des organes délibérant de l'infrastructure européenne.

L'autofinancement de la part des partenaires est aussi à prendre en compte, ainsi que les services autour de l'utilisation du matériel (voir partie tarification) et la valorisation des images dans des études d'impact et des transversalités avec d'autres programmes : axes biodiversité des programmes régionaux FEDER (ex.: programme IHIMAGE).

4.4.5: POLITIQUE DE VALORISATION / ECONOMIC VALORISATION POLICY.

Les travaux de l'IR sont le fruit de **dix années** dans le domaine de la numérisation et des workflows. L'ESFRI DiSSCo va permettre de répondre à des appels à projets de recherches et partager cette expérience. RECOLNAT constitue le point nodal France de DiSSCo.

Au niveau des services à la recherche, c'est aussi dans ce cadre européen que les outils développés prendront leur plein essor. Le **site « Les herbonautes »** existe sous forme d'une version allemande autonome "Die Herbonauten". Le financement de la science participative s'est fait par des mécénats (Fondation de la Maison de la Chimie), et la tarification de missions particulière permettra un équilibre financier.

L'évolution du **Collaboratoire et de sa version hors ligne Annotate** pourra être co-développé avec des partenaires en Europe et être en partie être financé par des projets comme l' ANR Collabora.

Au-delà de cette échelle, l'intégration du service des herbiers de Clermont-Ferrand (UniVegE-Herbiers CLF) à la **direction de la recherche et de la valorisation** (DRV) de l'UCA va permettre le développement de relations avec le pôle « ingénierie de projets ». L'utilisation des collections naturalistes par les communautés de recherche qui ne les connaissent pas (comme la climatologie ou la santé) fait l'objet d'un projet de séminaire avec l'Académie des Sciences. Cette activité sera reprise dans une commission de valorisation au sein du GIS, émanation du Comité scientifique.

4.4. DEMANDE BUDGÉTAIRE / BUDGET REQUEST

La **demande budgétaire** permet de maintenir l'existant : 1/conservation pérenne des données et des images sous forme de prestation au CINES, et 2/salaires liés à l'animation et au développement informatique. La **seconde partie du budget**, c'est-à-dire l'augmentation du corpus provient à la fois du financement des partenaires (politique de numérisation), de celles des muséums en région (subventions MESRI, entre autres) et des financements espérés liés à l'ESFRI et aux autres projets européen et nationaux. L'équilibre budgétaire ne sera atteint qu'à la condition de l'existence de ces derniers. Nous avons distingué la partie salaires de la partie fonctionnement, car celle-ci est à même d'être intégrée lors de la création de postes.

Le budget total figure en annexe. Le budget demandé est le suivant :

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Salaires	0 €	130 000 €	130 000 €	135 000 €	135 000 €	135 000 €	140 000 €
Fonctionnement	87 400 €	88 650 €	79 500 €	59 950 €	40 000 €	25 450 €	27 500 €

Budget du réseau :

2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1 307 400 €	1 191 400 €	1 205 000 €	1 194 200 €	1 086 000 €	1 075 200 €	1 020 000 €

Le fonctionnement consiste en animation du réseau et coût de stockage informatique. Un relais est pris progressivement par les partenaires.

4.5. ENGAGEMENT DES TUTELLES PARTENAIRES / INVOLVEMENT OF PARTNER INSTITUTIONS

Les partenaires de l'infrastructure d'origine s'engagent à continuer le montage de l'infrastructure sous la forme d'un GIS par l'augmentation du corpus d'images.

Liste des annexes

ANNEXE I : Liste complète de l'ensemble des publications citant l'infrastructure

ANNEXE II : Cartographie de l'infrastructure

ANNEXE III : Flux de données

ANNEXE IV : Liste des livrables

ANNEXE V : Grille d'évaluation du label e-ReColNat

ANNEXE VI : Liste des membres de la gouvernance

ANNEXE VII : Exemple de programme conjoint avec la Ville de Versailles exploitant les images dans le cadre d'une exploitation d'un site naturel. Ce programme n'a pas été encore retenu

ANNEXE VIII : Liste des manifestations liées à l'infrastructure

ANNEXE IX : Plan du texte du GIS en cours de négociation

Liste des figures

Fig. 1: Organigramme fonctionnel de l'infrastructure

Fig. 2 : Schéma de fonctionnement du montage de l'infrastructure

Fig. 3 : Gouvernance de e-ReColNat

Fig. 4 Présence des éditeurs dans les musées de sciences naturelles

Fig. 5 : Courbe présentant le nombre d'utilisateurs [Juillet 2016 → Mars 2019] utilisant Explore -

Fig. 6 : Exemple de capture d'écrans de l'imageur utilisé dans Explore dans le cadre d'une comparaison de 3 spécimens.

Fig. 7 : Production des planches montées et numérisation (bleu : valeurs réelles, orange : prévisionnel, gris : prévisionnel initial)

Fig. 8 : Établissements conservant des types et figurés zoologiques (en orange) et paléontologiques (en marron)

Fig. 9 : en bleu : valeur initiale du nombre de spécimens prévus pour le WP4 (objectifs 2012), en rouge : valeur réelle du nombre de spécimens repérés au 31/01/2019, en vert : le nombre de spécimens informatisés, en violet : le nombre de spécimens numérisés en 2D

Fig. 10 : Outil d'annotation *Annotate*

Fig. 11 : Dispositif d'inventaire des herbiers

Fig. 12 : Collections botaniques du réseau, collections botaniques inventoriées par CoEI, vocation à rejoindre le réseau

Fig. 13 : Schéma de traitements des données pour le WP4

Fig. 14 : Organigramme fonctionnel de l'infrastructure

Fig. 15

ANNEXE I : liste complète de l'ensemble des publications citant l'infrastructure

- Ahyong, S. T.** 2018. Revision of Ostracotheres H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura: Pinnotheridae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 66.
- Aissaoui, C., Galindo, L. A., Puillandre, N., & Bouchet, P.** 2017. The nassariids from the Gulf of Gabès revisited (Neogastropoda, Nassariidae). *Marine Biology Research*, 13: 370–389.
- Audo, D., & Schweigert, G.** 2018. Large polychelidan lobsters with a rounded carapace from the Middle Jurassic La Voulte-sur-Rhône Lagerstätte: taxonomic clarifications. *Geodiversitas*, 40: 183. <https://doi.org/10.5252/geodiversitas2018v40a9>
- Azofeifa Bolaños, J.** 2018. *Respuestas morfológicas de plántulas in vitro y esquejes de Vanilla planifolia Andrews provenientes de poblaciones silvestres, caracterizadas molecularmente y cultivadas en invernadero y en sistemas agroforestales, Guápiles, Costa Rica*. UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA.
- Azofeifa-Bolaños, J. B., Gigant, L. R., Nicolás-García, M., Pignal, M., Tavares-González, F. B., Hágsater, E., Salazar-Chávez, G. A., Reyes-López, D., Archila-Morales, F. L., García-García, J. A., Da Silva, D., Allibert, A., Solano-Campos, F., Rodríguez-Jimenes, G. D. C., Paniagua-Vásquez, A., Besse, P., Pérez-Silva, A., & Grisoni, M.** 2017. A new vanilla species from Costa Rica closely related to *V. planifolia* (Orchidaceae). *European Journal of Taxonomy*. <https://doi.org/10.5852/ejt.2017.284>
- Beer, C., Burckhardt, D., Cibois, A., Gonseth, Y., Price, M., Scheidegger, C., Stieger, P., & Tschudin, P.** 2019. *National significance of natural history collections in Switzerland*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1481727>
- Berezovsky, A. A.** 2018. Upper Eocene Bivalves from Dnepr, Ukraine: Crassatellidae. *Paleontological Journal*, 52: 1225–1291.
- Blieck, A., Cuvelier, J., & Thierry, O.** 2013. Eurypteridés des collections de paléontologie de Lille : collections du Musée d'Histoire naturelle de Lille (vii) et collections de l'université Lille 1 (catalogue I). *Annales de La Société Géologique Du Nord*, 20.
- Bolotov, I. N., Pfeiffer, J. M., Konopleva, E. S., Vikhrev, I. V., Kondakov, A. V., Aksenova, O. V., Gofarov, M. Y., Tumpeesuwan, S., & Win, T.** 2018. A new genus and tribe of freshwater mussel (Unionidae) from Southeast Asia. *Scientific Reports*, 8.
- Bonino, E.** 2019. *Spiagge Cambriane - Meduse e tappeti algali*, 61 pp.
- Borges, L., & Merckelbach, L. M.** 2018. *Lyrodus mersinensis* sp. nov. (Bivalvia: Teredinidae) another cryptic species in the *Lyrodus pedicellatus* (Quatrefages, 1849) complex. *Zootaxa*, 4442: 441–457.
- Bottini, T.** 2017. "Critical Spaces": A Study of the Necessary Conditions for Scholarly and Multimedia Reading. *Reading and Writing Knowledge in Scientific Communities: Digital Humanities and Knowledge Construction*, 43–57.
- Bou Dagher-Kharrat, M., El Zein, H., & Rouhan, G.** 2018. Setting conservation priorities for Lebanese flora—Identification of important plant areas. *Journal for Nature Conservation*, 43: 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2017.11.004>
- Brignon, A.** 2019. Les conditions d'acquisition de la collection Gazola de poissons fossiles du Monte Bolca (Éocène, Italie) par le Muséum national d'Histoire naturelle. *Geodiversitas*, 41: 11. <https://doi.org/10.5252/geodiversitas2019v41a2>
- Carranza-Rojas, J., Goeau, H., Bonnet, P., Mata-Montero, E., & Joly, A.** 2017. Going deeper in the automated identification of Herbarium specimens. *BMC Evolutionary Biology*, 17. <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1014-z>

- Ceulemans, L., Van Dingenen, F., Merle, D., & Landau, B. M.** 2016. The lower Pliocene gastropods of Le Pigeon Blanc (Loire-Atlantique, northwest France). Part 3. Muricidae. *Vita Malacologica*, 15: 35–55.
- Charbonnier, S., Audo, D., Garassino, A., & Hyžný, M.** 2017. *Fossil Crustacea of Lebanon*. Publications Scientifiques du Muséum.
- Chupin, L.** 2015. Enjeux de la numérisation des herbiers pour l'information et la communication scientifiques: de la transformation des matières documentaires à l'évolution des pratiques. *Les Enjeux de l'information et de La Communication*, 69–82.
- Chupin, L.** 2016. Documentarisation participative et médiation du patrimoine scientifique numérisé. Le cas des herbiers. *Études de Communication. Langages, Information, Médiations*, 33–50.
- Chupin, L.** 2018. L'informatisation participative d'herbiers comme dispositif de médiation du patrimoine et de la culture scientifique. Quelles convergences avec les dispositifs de formation à la médiation? *Tréma*, 119–131.
- Cowie, R. H., Héros, V., Yeung, N. W., & Hayes, K. A.** 2016. Annotated catalogue of types of Hawaiian land and freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) in the Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, with lectotype designations. Addendum: lectotype designation for *Lymnaea affinis* Souleyet, 1852. *Zoosystema*, 38: 389–391. <https://doi.org/10.5252/z2016n3a6>
- Crocetta, F., & Tringali, L. P.** 2015. Mapping alien Mollusca distribution in the Mediterranean Sea: the Lessepsian immigrant *Retusa desgenettii* (Audouin, 1826) reaches Turkey. *Quaternary International*, 390: 15–20. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.03.009>
- DeLeo, V. L., Menge, D. N., Hanks, E. M., Juenger, T. E., & Lasky, J. R.** 2018. Effects of two centuries of global environmental variation on phenology and physiology of *Arabidopsis thaliana*. *BioRxiv*, 424242.
- deMaintenon, M. J.** 2016. On the identity of *Graphicomassa albina* (Kiener, 1841) (Gastropoda: Columbellidae). *Zoosystema*, 38: 43–48. <https://doi.org/10.5252/z2016n1a2>
- Ellwood, E. R., Kimberly, P., Guralnick, R., Flemons, P., Love, K., Ellis, S., Allen, J. M., Best, J. H., Carter, R., Chagnoux, S., Costello, R., Denslow, M. W., Dunckel, B. A., Ferriter, M. M., Gilbert, E. E., Goforth, C., Groom, Q., Krimmel, E. R., LaFrance, R., Martinec, J. L., Miller, A. N., Minnaert-Grote, J., Nash, T., Oboyski, P., Paul, D. L., Pearson, K. D., Pentcheff, N. D., Roberts, M. A., Seltzer, C. E., Soltis, P. S., Stephens, R., Sweeney, P. W., von Konrat, M., Wall, A., Wetzler, R., Zimmerman, C., & Mast, A. R.** 2018. Worldwide Engagement for Digitizing Biocollections (WeDigBio): The Biocollections Community's Citizen-Science Space on the Calendar. *BioScience*, 68: 112–124. <https://doi.org/10.1093/biosci/bix143>
- Engel, J., & Sabatier, D.** 2018. *Vantanea maculicarpa* (Humiriaceae): a new tree species from French Guiana. *Phytotaxa*, 338: 130. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.338.1.12>
- Fedosov, A., Puillandre, N., Herrmann, M., Kantor, Y., Oliverio, M., Dgebuadze, P., Modica, M. V., & Bouchet, P.** 2018. The collapse of Mitra: molecular systematics and morphology of the Mitridae (Gastropoda: Neogastropoda). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 183: 253–337. <https://doi.org/10.1093/zoolinnean/zlx073>
- Foon, J. K., & Liew, T.-S.** 2017. A review of the land snail genus *Alycaeus* (Gastropoda, Alycaecidae) in Peninsular Malaysia. *ZooKeys*, 692: 1–81. <https://doi.org/10.3897/zookeys.692.14706>

- Fraussen, K., & Stahlschmidt, P.** 2016. Revision of the *Clivipollia* group (Gastropoda: Buccinidae: Pisaniinae) with description of two new genera and three new species. *Novapex*.
- Galil, B., Levitt-Barmats, Y., Lubinevsky, H., Yudkovsky, Y., Paz, G., & Rinkevich, B.** 2017. A record of *Arcania brevifrons* Chen, 1989 (Crustacea; Decapoda; Leucosiidae) from the Mediterranean coast of Israel. *BioInvasions Records*, 6: 249–253. <https://doi.org/10.3391/bir.2017.6.3.10>
- Galindo, L. A., Kool, H. H., & Dekker, H.** 2017. Review of the *Nassarius pauperus* (Gould, 1850) complex (Nassariidae): Part 3, reinstatement of the genus *Reticunassa*, with the description of six new species. *European Journal of Taxonomy*. <https://doi.org/10.5852/ejt.2017.275>
- García, E. F.** 2015. A new *Latiromitra* (Gastropoda: Ptychactractidae) from the Gulf of Mexico. *The Nautilus*, 129: 90–93.
- Güller, M., & Zelaya, D. G.** 2018. Revision of Pyramidellidae (Gastropoda: Heterobranchia) from Argentina triples their diversity in northern Patagonia. *Journal of Molluscan Studies*, 85: 103–125.
- Hennion, M., Cuvelier, J., Gallego, O. F., Oudoire, T., & Vachard, D.** (n.d.). Collections of the Natural History Museum of Lille. VIII.—Diplostraca (types and figured specimens). *Annales de La Société Géologique Du Nord*, 109–118.
- Houart, R.** 2015a. Description of a new species of *Typhinellus* (Gastropoda: Muricidae: Typhinae) from the Western Atlantic. *Zootaxa*, 4007: 427. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4007.3.9>
- Houart, R.** 2015b. Four new species of Muricidae (Gastropoda) from New Caledonia, Papua New Guinea, and Indonesia. *The Nautilus*, 129: 153–155.
- Houart, R.** 2017. *Siphonochelus japonicus* (A. Adams, 1863) and *Siphonochelus nipponensis* Keen & Campbell, 1964, and Their Intricate History with the Description of a New *Siphonochelus* Species from Mozambique (Gastropoda: Muricidae). *Venus (Journal of the Malacological Society of Japan)*, 75: 27–38.
- Houart, R., & Héros, V.** 2015. New species of Muricidae Rafinesque, 1815 (Mollusca: Gastropoda) from the Western Indian Ocean. *Zoosystema*, 37: 481–504.
- Houart, R., & Héros, V.** (n.d.). New species and records of deep water muricids (Gastropoda: Muricidae) from Papua New Guinea. *Vita Malacologica*, 15: 7–34.
- Inkhavilay, K.** 2016. *Taxonomy of terrestrial pulmonate snails in Laos*. Chulalongkorn University.
- Inkhavilay, K., Siriboon, T., Sutcharit, C., Rowson, B., & Panha, S.** 2016. The first revision of the carnivorous land snail family Streptaxidae in Laos, with description of three new species (Pulmonata, Stylommatophora, Streptaxidae). *ZooKeys*, 589: 23–53. <https://doi.org/10.3897/zookeys.589.7933>
- Inkhavilay, K., Sutcharit, C., & Panha, S.** 2017. Taxonomic review of the tree snail genus *Amphidromus* Albers, 1850 (Pulmonata: Camaenidae) in Laos, with the description of two new species. *European Journal of Taxonomy*. <https://doi.org/10.5852/ejt.2017.330>
- Jauvion, C., Charbonnier, S., & Bernard, S.** 2017. A new look at the shrimps (Crustacea, Decapoda, Penaeoidea) from the Middle Jurassic La Voulte-sur-Rhône Lagerstätte. *Geodiversitas*, 39: 705–716. <https://doi.org/10.5252/g2017n4a3>
- Jeratthitikul, E., Phuangphong, S., Sutcharit, C., Prasankok, P., Kongim, B., & Panha, S.** 2019. Integrative taxonomy reveals phenotypic plasticity in the freshwater mussel *Conradens*

- contradens (Bivalvia: Unionidae) in Thailand, with a description of a new species. *Systematics and Biodiversity*, 1–14.
- Kantor, Y. I., Fedosov, A., Puillandre, N., & Bouchet, P.** 2016. Integrative taxonomy approach to Indo-Pacific Olividae: new species revealed by molecular and morphological data. *Ruthenica*, 26.
- Kembellec, G., & Bottini, T.** 2017. Réflexions sur le fragment dans les pratiques scientifiques en ligne: entre matérialité documentaire et péricope. in: *20° Colloque International sur le Document Numérique: CiDE. 20.*
- Kembellec, G., & Bottini, T.** (n.d.). matérialité documentaire et péricope.
- Kembellec, G., & Broudoux, E.** 2017a. *Écriture augmentée dans les communautés scientifiques: humanités numériques et construction des savoirs*. ISTE Editions.
- Kembellec, G., & Broudoux, E.** 2017b. *Reading and Writing Knowledge in Scientific Communities: Digital Humanities and Knowledge Construction*. John Wiley & Sons.
- Lathuilière, B., Charbonnier, S., & Pacaud, J.-M.** 2017. Nomenclatural and taxonomic acts and remarks for the revision of Jurassic corals. *Zitteliana*, 133–150.
- Lavin, M., Pennington, R. T., Hughes, C. E., Lewis, G. P., Delgado-Salinas, A., Duno de Stefano, R., De Queiroz, L. P., Cardoso, D., & Wojciechowski, M. F.** 2018. DNA Sequence Variation among Conspecific Accessions of the Legume *Coursetia caribaea* Reveals Geographically Localized Clades Here Ranked as Species. *Systematic Botany*, 43: 664–675.
- Le Bras, G., Geoffroy, J.-J., Albenga, L., & Mauriès, J.-P.** 2015. The Myriapoda and Onychophora collection (MY) of the Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN, Paris). *ZooKeys*, 518: 139–153. <https://doi.org/10.3897/zookeys.518.10223>
- Le Bras, G., Pignal, M., Jeanson, M. L., Muller, S., Aupic, C., Carré, B., Flament, G., Gaudeul, M., Gonçalves, C., Invernón, V. R., Jabbour, F., Lerat, E., Lowry, P. P., Offroy, B., Pimparé, E. P., Poncy, O., Rouhan, G., & Haevermans, T.** 2017. The French Muséum national d'histoire naturelle vascular plant herbarium collection dataset. *Scientific Data*, 4: 170016. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.16>
- Lee, H., Samadi, S., Puillandre, N., Tsai, M.-H., Dai, C.-F., & Chen, W.-J.** 2016. Eight new mitogenomes for exploring the phylogeny and classification of Vetigastropoda. *Journal of Molluscan Studies*, 82: 534–541. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyw027>
- Lopes-Lima, M., Bolotov, I. N., Do, V. T., Aldridge, D. C., Fonseca, M. M., Gan, H. M., Gofarov, M. Y., Kondakov, A. V., Prié, V., Sousa, R., Varandas, S., Vikhrev, I. V., Teixeira, A., Wu, R.-W., Wu, X., Zieritz, A., Froufe, E., & Bogan, A. E.** 2018. Expansion and systematics redefinition of the most threatened freshwater mussel family, the Margaritiferidae. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 127: 98–118. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2018.04.041> (IF 4.412)
- Lorenz, F., & Puillandre, N.** 2015. *Conus hughmorrisoni*, a new species of cone snail from New Ireland, Papua New Guinea (Gastropoda: Conidae). *European Journal of Taxonomy*. <https://doi.org/10.5852/ejt.2015.129>
- Mahdjoub, M. M., Zemouri, T., Benmouhoub, H., & Sahnoune, M.** 2018. Morphological, karyological and biogeographical study of the Algerian endemic species *Salvia jaminiana* de Noé (Lamiaceae), with taxonomic and evolutionary interpretations. *Flora*, 242: 102–119. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2018.03.009>
- Mallard, D., Verlag, B. und A. D. C. R. C., Robin, A., & Robin, A.** 2017. *Recent Fasciolariidae*. ConchBooks.

- Marramà, G., Carnevale, G., Engelbrecht, A., Claeson, K. M., Zorzin, R., Fornasiero, M., & Kriwet, J.** 2018. A synoptic review of the Eocene (Ypresian) cartilaginous fishes (Chondrichthyes: Holocephali, Elasmobranchii) of the Bolca Konservat-Lagerstätte, Italy. *PalZ*, 92: 283–313. <https://doi.org/10.1007/s12542-017-0387-z>
- Marramà, G., Carnevale, G., Naylor, G. J. P., & Kriwet, J.** 2019. Reappraisal of the Eocene whiptail stingrays (Myliobatiformes, Dasyatidae) of the Bolca Lagerstätte, Italy. *Zoologica Scripta*, 48: 168–184. <https://doi.org/10.1111/zsc.12330> (IF3.057)
- Marshall, B. A., & Walton, K.** 2019. A review of Buccipagoda Ponder, 2010 and descriptions of new species and a new genus (Gastropoda: Neogastropoda: Buccinoidea: Buccinidae). *Molluscan Research*, 39: 70–81.
- Molino, J.-F.** 2017. On the identity of Clausena smyrelliana, and two new combinations in C. anisum-olens (Aurantioideae, Rutaceae). *Phytotaxa*, 298: 296. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.298.3.10>
- Moro, L., Caballer Gutiérrez, M., & Ortea Rato, J. Á.** 2016. The study case of Pleurobranchus lowei Watson, 1897 (Gastropoda: Nudipleura: Pleurobranchidae), indeed a species of Haliotinella (Gastropoda: Naticidae) from the eastern Atlantic. *Journal of Conchology*, 42: 401.
- Moulds, M. S.** 2018. Cicada fossils (Cicadoidea: Tettigarctidae and Cicadidae) with a review of the named fossilised Cicadidae. *Zootaxa*, 4438: 443. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4438.3.2>
- Neiber, M. T., & Glaubrecht, M.** 2019. Oligohalinophila, a new genus for the brackish water assassin snail Canidia dorri Watterble, 1886 from Vietnam (Buccinoidea: Nassariidae: Anentominae). *Journal of Molluscan Studies*.
- Nel, A., Prokop, J., Pecharová, M., Engel, M. S., & Garrouste, R.** 2018. Palaeozoic giant dragonflies were hawkers predators. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30629-w>
- Pacaud, J.-M., & Pouwer, R.** 2017. Rediscovery of the syntype series of Astarte omalii de la Jonkaire, 1823 and Astarte basterotii de la Jonkaire, 1823 (Mollusca, Bivalvia, Astartidae). *Cainozoic Research*, 17: 63–69.
- Páll-Gergely, B.** 2016. A new species of Vargapupa Páll-Gergely, 2015 and a new synonym of Pseudopomatias Möllendorff, 1885 (Gastropoda: Caenogastropoda: Pupinidae). *Zootaxa*, 4139: 431. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4139.3.9>
- Pall-Gergely, B., Hunyadi, Andr., Otani, J. U., & Asami, T.** 2016. An impressive new camaenid, Entadella entadiformis gen. & sp. n. from Guangxi, China (Gastropoda: Pulmonata). *Journal of Conchology*, 42: 167–179.
- Pernègre, V., & Tassy, P.** 2014. Albert Gaudry et les vertébrés fossiles du Luberon. Histoire d'une collection de référence. *Geodiversitas*, 36: 623–667. <https://doi.org/10.5252/g2014n4a5>
- Pignat, M., & de Queiroz, L. P.** 2019. The genus Indigofera (Leguminosae) in New Caledonia: two new species and a key for the species. *PhytoKeys*, 119: 53–66. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.119.32221>
- Quinton, E., Perreau, C. P., Linyer, H., Ancelin, J., Pignol, C., Cipièrre, S., Heintz, W., Damy, S., & Bretagnolle, V.** 2018. Gestion d'échantillons pour la recherche scientifique avec Collec-Science. in: *INFORSID*.

- Raven, J. G. M. (Han).** 2016. Notes on molluscs from NW Borneo. 3. A revision of Taurasia (Gastropoda, Muricidae) and Preangeria (Gastropoda, Buccinidae) with comments on Semiricinula from NW Borneo1. *Vita Malacologica*, 15: 77–104.
- Reis, L. S., Guimarães, J. T. F., Souza-Filho, P. W. M., Sahoo, P. K., de Figueiredo, M. M. J. C., de Souza, E. B., & Giannini, T. C.** 2017. Environmental and vegetation changes in southeastern Amazonia during the late Pleistocene and Holocene. *Quaternary International*, 449: 83–105. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.04.031>
- Signorelli, J. H., & Raven, J. G. M. (Han).** 2018. Current knowledge of the family Cardiliidae (Bivalvia, Mactroidea). *Journal of Paleontology*, 92: 130–145. <https://doi.org/10.1017/jpa.2017.86>
- Strong, E. E., Galindo, L. A., & Kantor, Y. I.** 2017. Quid est *Clea helena*? Evidence for a previously unrecognized radiation of assassin snails (Gastropoda: Buccinoidea: Nassariidae). *PeerJ*, 5: e3638. <https://doi.org/10.7717/peerj.3638>
- Tenorio, M. J., & Monnier, E.** 2016. A new deep water species from the Philippines: *Profundiconus limpalaeri* sp. nov. (Gastropoda, Conilithidae). *Xenophora Taxonomy*, 12: 41–48.
- ter Steege, H., Vaessen, R. W., Cárdenas-López, D., Sabatier, D., Antonelli, A., de Oliveira, S. M., Pitman, N. C. A., Jørgensen, P. M., & Salomão, R. P.** 2016. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. *Scientific Reports*, 6. <https://doi.org/10.1038/srep29549>
- Vega, F. J., Ahyong, S. T., Espinosa, B., Flores-Ventura, J., Luna, L., & González-González, A. H.** 2018a. Oldest record of Mathildellidae (Crustacea: Decapoda: Goneplacoidea) associated with Retroplumidae from the Upper Cretaceous of NE Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 82: 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.12.002>
- Vega, F. J., Charbonnier, S., Gómez-Pérez, L. E., Coutiño, M. A., Carbot-Chanona, G., Távora, V. de A., Serrano-Sánchez, M. de L., Téodori, D., & Hernández-Monzón, O.** 2018b. Review and additions to the Maastrichtian (Late Cretaceous) crustacea from Chiapas, Mexico. *Journal of South American Earth Sciences*, 85: 325–344. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2018.05.017>
- Walton, K., Marshall, B. A., Phillips, N. E., Verry, A. J., & Ritchie, P. A.** 2018. Phylogeography of the New Zealand whelks *Cominella maculosa* and *C. virgata* (Gastropoda: Neogastropoda: Buccinoidea: Buccinidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 126: 178–202.
- Zacklad, M.** 2015. Genre de dispositifs de médiation numérique et régimes de documentalité. *Les Genres de Documents Dans Les Organisations, Analyse Théorique et Pratique*, 145–183.
- Zacklad, M., & Chupin, L.** 2015. Le crowdsourcing scientifique et patrimonial à la croisée de modèles de coordination et de coopération: Le cas des herbiers numérisés/Scientific and Heritage Crowdsourcing at the Crossroads of Models of Coordination and Cooperation: The Case of Digital Herbaria. *Canadian Journal of Information and Library Science*, 39: 308–328.