

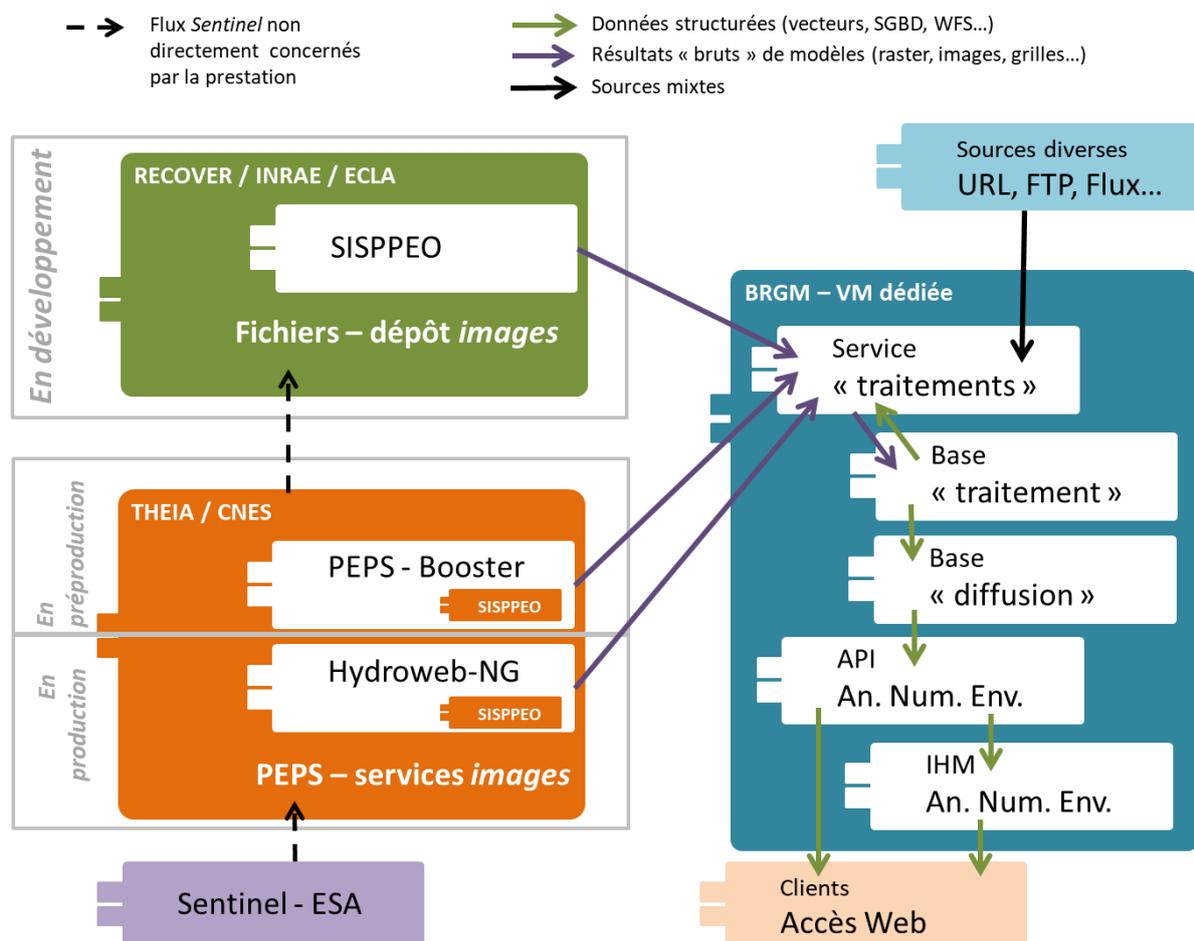
Projet Analyses numériques environnementales pour les métiers de l'OFB
Annexes au document de cadrage projet

Pour l'équipe projet, alexandre.liccardi@ofb.gouv.fr, 02/09/2021

Annexes techniques.

Annexe 1.1 Architecture de développement et cible (diagramme de composants simplifiés). Se référer notamment à l'Annexe 0.3.1 pour le détail de chaque composant (associé conceptuellement à un *composant applicatif*). Trois fonctionnements sont décrits ici : un fonctionnement « en développement », dans lequel les traitements d'images satellitaires sont réalisés sur l'infrastructure RECOVER, un fonctionnement « en préproduction » et un fonctionnement « en production » où la solution est hébergée sur les infrastructures Théia / CNES.

On note que le recours aux solutions Théia / CNES fait appel à des besoins tiers spécifiques, car s'inscrivant dans le cadre de collaboration des *Centres d'Expertise Scientifique* de Théia (<https://www.theia-land.fr/>).

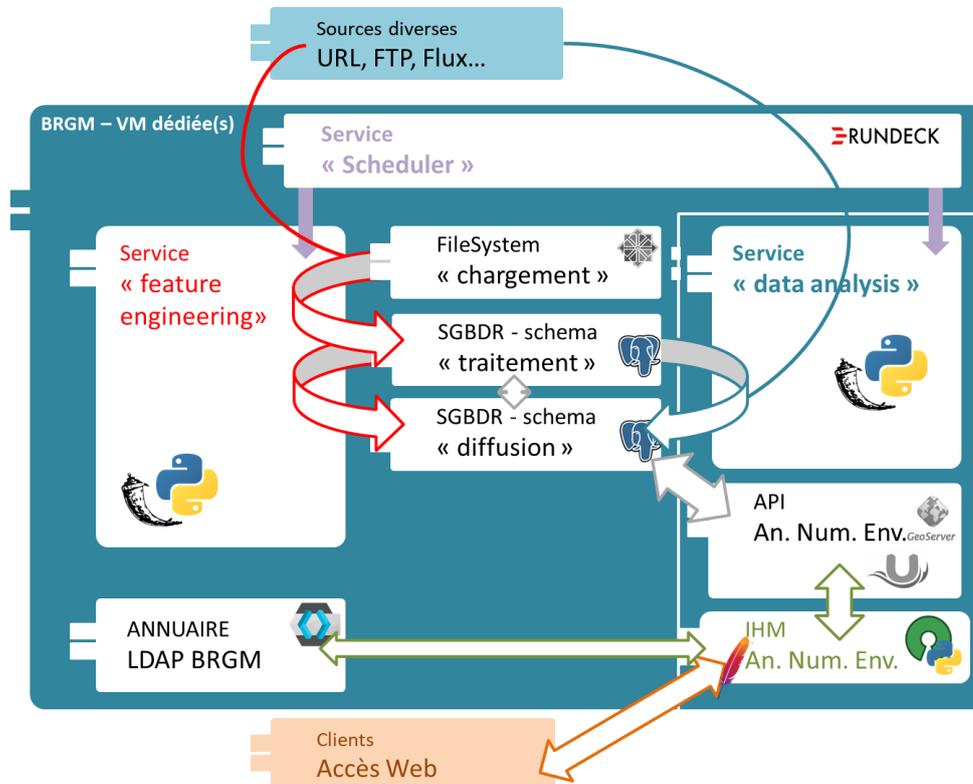


Annexe 1.2. Liste des composants applicatifs prévus dans l'architecture cible. Figure ici un inventaire non exhaustif, donnant un aperçu des technologies mobilisées.

* Des mises à niveau vers des technologies permettant une plus haute disponibilité des données pourront être envisagées et seront éventuellement mises en place par le BRGM (service de données) ou par le prestataire (proposition de choix de nouvelles bibliothèques, scientifiques ou graphiques notamment). Les API REST, mobilisées par les différentes interfaces, ne devront pas être modifiées dans la forme et la structure des données diffusées.

Nom du composant / du service <i>Description</i>	[H] : Hébergeur [MCO] : MCO après projet [TMA] : TMA après projet [MOa] : MOa globale projet	Technologie(s) et/ou framework(s)	Cas d'utilisation
IHM <i>AnNumEnv</i> Applicatif de restitution des données et de cartographie prédictive	[H] BRGM [MCO] BRGM [TMA] BRGM / OFB [MOa] BRGM / OFB	Base de l'IHM 2019 : Python, Dash, scikit-learn, Mapbox.js*	Consultation par les métiers de l'OFB Représentation statistiques
API <i>AnNumEnv</i> API REST d'accès aux données		Base de l'API 2019 : Python, Dash*	Diffusion des statistiques, par thème / variable / maille
Base « <i>diffusion</i> » SGBD dont le modèle de stockage est optimisé pour la diffusion des données		PostgreSQL 13*	Alimentation de l'API <i>AnNumEnv</i>
Base « <i>traitement</i> » SGBD dont le modèle de stockage est optimisé pour le traitement des données		PostgreSQL 13	Traitements et calcul statistiques
Service « <i>traitements</i> » Ensemble de scripts faisant l'objet d'une orchestration, pour l'alimentation, la mise à jour et l'articulation des bases <i>diffusion</i> et <i>traitement</i> , ainsi que des analyses statistiques de leurs données		PostgreSQL 13 / PostGIS 3 PLR, R Python Shell, GDAL JAVA 8	Moissonnage et préparation des données Carroyage, modèles d'attribution des différents résultats aux mailles de référence Calculs d'analyse et valorisation, sur les résultats aux mailles
SIPPEO sur DataRECOVER Environnement d'exécution pour la chaîne de modélisation	[H] INRAE [MCO] INRAE [TMA] INRAE / ECLA [MOa] INRAE / ECLA	Python, GDAL Voir https://github.com/inrae/SISPPEO/tree/v1.0	Environnement pour lancement à la demande, des modèles et traitements depuis les images satellitaires vers des produits de modélisation
SISPPEO sur PEPS <i>Chaîne de développement paramétrée, intégrée à la plateforme PEPS pour POC avant production</i>	[H] PEPS (loc. CNES) [MCO] [TMA] Service limité à 6 à 12 mois.		Intégration des modèles et traitements depuis les images satellitaires vers des produits de modélisation, sur les différentes plateformes Ici environnements de traitement automatisé, accès par API
SISPPEO sur Hydroweb-NG <i>Chaîne de développement paramétrée, intégrée à la plateforme Hydroweb-NG</i>	[H] CNES [MCO] CNES [MOa] OFB via CES Théia		
Fichiers / dépôts et services images <i>Services propres aux plateformes utilisées</i>	Dépendant de la plateforme		

Annexe 1.3. Un zoom sur le macro-composant hébergé au BRGM, qui constitue l'hébergement applicatif et des bases de données du projet. Cette proposition de schéma technique pourra évoluer en phase de conception, selon les préconisations des membres du projet. L'existant se concentre aujourd'hui sur une base PostgreSQL, un ensemble de scripts Python (Flask, Dash) et un applicatif React.js (composants centraux et applicatifs). L'applicatif de communication externe (*front*) est à refondre.



Le langage « standard » de traitement de données est ici **Python 3** et ses multiples bibliothèques de datascience. C'est donc en ce langage qu'il est demandé au prestataire et aux développeurs de l'OFB de développer (respectivement, les scripts relatifs aux modèles et les scripts d'alimentation et de mise à jour des bases de données – *feature engineering*).



Afin de garantir une possible répartition des composants, les scripts Python sont composés dans un framework **Flask** et exposés via des routes simples.



L'ordonnanceur **Rundeck** permet in fine d'organiser le lancement cohérent des traitements.

Les données sont appelées depuis des sources externes et transitent via différents schémas **PostgreSQL 13** (avec l'extension PostGIS 3) et systèmes de fichiers **CentOS**, afin d'être facilement traités via Python.



La fin annoncée de CentOS Linux pose la question du passage à RedHat (sans incidence sur les développements de datascience).



Le schéma PostgreSQL « diffusion » est le point de stockage des jeux de données finalisés (*features* notamment). Il devra être hautement optimisé.



Le standard OGC **API Coverage** est identifié par les experts comme le format dédié à la diffusion de mailles géographiques, le serveur API REST qui exposera les données devra donc l'implémenter nativement. C'est le cas de **GeoServer**, mais **Undertow** est aussi couramment utilisé dans les différents projets des acteurs impliqués (décision à fixer).

L'hébergeur BRGM fixe aussi des outils précis de développement pour accéder à ses services internes, dont l'annuaire permettant l'identification lors de la connexion. L'outil SSO est **KeyCloak**.



Apache est, pour des raisons de sécurité, le serveur d'exposition HTTP.



L'IHM actuelle mobilise Python Dash et une brique MapBox / OpenStreetMap. Le prestataire sera assez libre tant qu'il reste en Python et sur des solutions open source.

Annexe 2. Liste des données devant faire l'objet d'une reprise ou d'une réappropriation pour les Analyses numériques environnementales 2021. Le périmètre est lié aux capacités d'utilisation et de recoupement sur les thématiques « petits plans d'eau » et « pollutions chimiques diffuses », en phase 3 par les services territoriaux.

NB1. « IDD OFB » : Ingénieur de données en interne à l'OFB ; « prestataire tierce » : via un marché public à bons de commande préexistant (différent du marché ciblé ici), l'OFB peut réaliser des ingénieries de données portant sur de la mise en qualité, de la mise à jour ou de la transformation de données. Ce terme ne désigne donc pas le prestataire visé.

NB2. En parallèle à la reprise de ces données concernant directement le candidat dans le cadre du projet, l'OFB et ses partenaires garantissent la mise à jour de tout ou partie des 93 variables précédemment identifiées dans l'architecture cible (projet *IA en appui à l'élaboration des plans de contrôle*). En particulier, les informations faisant l'objet d'un rapportage à la Commission Européenne pour la Directive Cadre sur l'Eau et celles relatives aux pentes devront être considérées.

NB3. Pour des raisons de disponibilité de données et de faisabilité technique, le projet ne concerne que les territoires métropolitains et Corse sur 2021-2022.

Nom Description	URL ou source	Rattachement à la maille de référence	Opération / réalisateur	Commentaire
Maille INPN référentiel Mailles de 1*1km, 5*5km et 10*10 km utilisées comme unité de référence territoriale	https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cart-es-et-information-geographique/ref/referentiels Fichiers SHP	Chargement unique	Script de récupération / IDD OFB.	Opération unique. Sur la métropole, la projection de référence est RGF93.
Mesures météorologiques Cumul pluviométriques et informations complémentaires à la station	https://donneespubliques.meteofrance.fr/ Dépôt FTP	Par pondération inverse à la distance, avec effet de seuil fort sur la surface de la maille.	Script de récupération et de calcul / IDD OFB.	Mise à jour automatisée, tous les 15 jours
Occupation des sols milieux naturels Traitements spécifiques OSO-CESBIO	http://osr-cesbio.ups-tlse.fr/oso/ Fichiers SHP	Par pourcentage des surfaces de recoupement.	Script de récupération et de calcul / IDD OFB et prestataire tierce	Opération unique, mise à jour à la demande.
Altitude Statistiques topographique à la maille de référence	https://geoservices.ign.fr/documentation/services/api-et-services-ogc/calcul-altimetric-est#1872 API dédiée ou BD ORTHO® (grille)	Par intersection géométrique Par détermination de statistiques (extrema, moyenne, médiane)	Script de récupération et de calcul / IDD OFB et prestataire tierce	Opération unique, mise à jour à la demande.
Réseau hydrographique Réseau de précision métrique, principaux cours d'eau et plans d'eau	https://bdtopage.eaufrance.fr/ BD TOPAGE®	Par intersection géométrique	Script de récupération et de calcul / IDD OFB et prestataire tierce	Opération unique, mise à jour à la demande.
Chimie des eaux Concentrations en produits chimiques issus de produits phytopharmaceutiques	https://hubeau.eaufrance.fr/ http://www.naiades.eaufrance.fr/ Hub'eau PPV métabolites ANSES	Par intersection géométrique Par territorialisation par bassin versant Par lien produits / métabolites	Script de récupération et de calcul / IDD OFB et prestataire tierce	Mise à jour automatisée, tous les 15 jours Implique l'utilisation du géoservice <i>bassins versants</i>
Registre Parcellaire Graphique Délimitation et description des parcelles agricoles soumises à la PAC	https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/registre-parcellaire-graphique-rpg-contours-des-parcelles-et-ilots-culturels-et-leur-groupe-de-cultures-majoritaire/	Par intersection géométrique	Script de récupération et de calcul / IDD OFB et prestataire tierce	Mise à jour automatisée, annuelle
Couverture végétale des parcelles agricoles Classification des hauteurs et épaisseur de végétation en interculture, d'après images satellites	Sentinel 2, LandSat Algorithme OFB	Par intersection géométrique Par détermination de statistiques (extrema, moyenne, médiane)	Script de récupération et de calcul statistique / IDD OFB et candidat Voir phase 2	Mise à jour automatisée, tous les 15 jours
Petits plans d'eau Identification de plans d'eau inférieurs à 10 ha, d'après images satellites	Sentinel 2, LandSat Algorithme CNRS / Hydroweb-NG	Par intersection géométrique Par détermination de statistiques (extrema, moyenne, médiane)	Script de récupération et de calcul statistique / IDD OFB et candidat Voir phase 2	Mise à jour automatisée, tous les 15 jours

Annexe 3. Présentation des trois thématiques considérées dans un premier temps, ainsi que des *composantes* (= thématique x indice) qui leur seront associées. Cette liste cite les indices principaux issus des jeux de données construits en *phase 0* et en *phase 1*, elle sera complétée lors de ces phases.

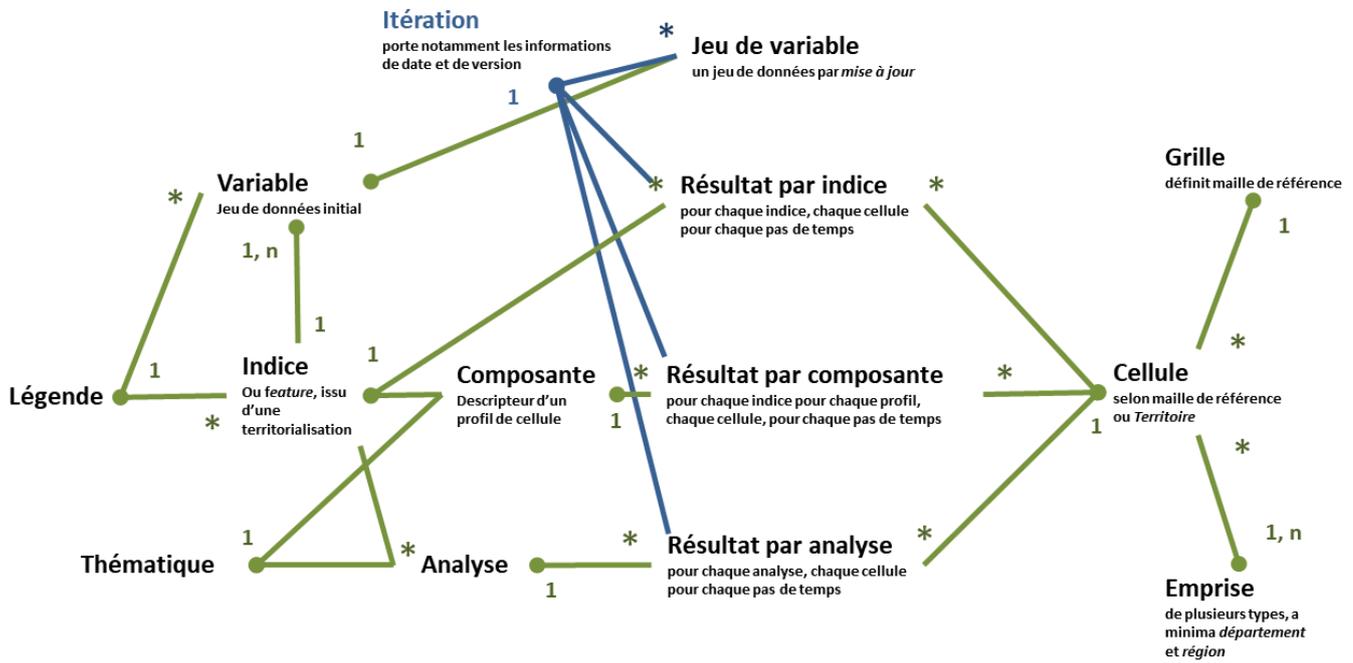
Thématique	Indice	Date de début	Périodicité de mise à jour
Connaissance des petits plans d'eau	Proportion de plans d'eau inférieurs à 10 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion de plans d'eau supérieurs à 10 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau inférieurs à 10 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau supérieurs à 10 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion de plans d'eau inférieurs à 5 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion de plans d'eau supérieurs à 5 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau inférieurs à 5 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau supérieurs à 5 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion de plans d'eau inférieurs à 1 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion de plans d'eau supérieurs à 1 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau inférieurs à 1 ha apparue	2016	Mensuelle
	Surface de plans d'eau supérieurs à 1 ha apparue	2016	Mensuelle
	Proportion d'occupation des sols en zone de culture RPG	2016	Annuelle
	Proportion d'occupation des sols en zone agricole selon OSO	2016	Annuelle
	Proportion d'occupation des sols en habitat naturel selon OSO	2016	Annuelle
	Proportion d'occupation des sols en zone artificialisée selon OSO	2016	Annuelle
	Densité du réseau hydrographique en m/km ² selon BD TOPAGE®	2019	Annuelle
	Pourcentage de surface en pente supérieure à 10 %	2017	Fixe
Cumul pluviométriques (MétéoFrance)	2016	Mensuelle	
Connaissance des pratiques en interculture	Proportion des surfaces, dans les différentes classes de végétations	2016	Mensuelle
	Proportion des surfaces, dans les différentes cultures renseignées au RPG	2016	Mensuelle
	Indice de ruissellement (réseau hydro x pente x grandes cultures)	2016	Annuelle
	Tendances polluants spécifiques de l'état écologique	2010	Mensuelle
	Quantités polluants spécifiques de l'état écologique	2010	Mensuelle
	Tendances Nitrates	2010	Mensuelle
	Quantités Nitrates	2010	Mensuelle
	Tendances Phosphates	2010	Mensuelle
	Quantités Phosphates	2010	Mensuelle
	Cumul pluviométriques (MétéoFrance)	2016	Mensuelle
	Achat déclarés en produits phytopharmaceutiques (BNV-d)	2010	Annuelle
Variables éco-agricoles RGA	1970	Décennale	
Profils génériques de territoire	<i>A déterminer avec les régions pilotes, incluant le retour d'expérience des diagnostics territoriaux.</i>		Annuelle

Annexe 4. Liste des tables du modèle applicatif existant (2019) et quelques caractéristiques fonctionnelles.

Ce modèle est généré à l'initialisation de l'application Python développée en 2019, pour l'AMI IA et le projet *IA en appui à l'élaboration des plans de contrôle*. Il ne concerne qu'un bassin grand bassin versant sur six hors DOM : il n'est donc question ici que d'ordre de grandeur. Les variables indiquées correspondent à celles mobilisées en 2019, qui ne seront pas nécessairement celles mobilisées en 2021-2022 (notamment, les données de Police de l'Environnement ne seront pas mobilisées). D'autres variables pourront venir s'ajouter. Il s'agit ici du modèle de stockage lié à l'applicatif ia-ciblage.ofb, et non à l'intégralité des traitements, une part importante étant réalisée en Python.

Nom de la table	Nb d'éléments	Type d'information	Fréquence de mise à jour	Réutilisation 2021-2022 ?
aire_alimentation_captage	1602	Référence géographique thématique	> 3 ans	Non
bassin_versant	10198	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
bassin_versant_group	14	Référentiel lexical ou nomenclature	> 3 ans	Oui
cipan_controles_landsat	880	Variable de score à la parcelle	< au mois	Non
cipan_landsat	21520	Résultat de modèle à la parcelle	< au mois	Non
cipan_sentinelle	978261	Résultat de modèle à la parcelle	< au mois	Oui
code_cas_sandre	627	Référentiel lexical ou nomenclature	> 3 ans	Oui
Courseau	66207	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
Dce	34372	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
dce_line	11839	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
dce_surface	795	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
Elthydrosurface	24904	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
maille_10	9625	Mailles de références, variables agrégées	variables < au mois, référentiel fixe	Oui
maille_5	23060	Mailles de références, variables agrégées	variables < au mois, référentiel fixe	Oui
massedeauriviere_fxx	4055	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
modele_numerique_terrain	23864458	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
occupation_agricole	9393747	Résultat d'inventaire	> 3 ans	Oui
opale_fiche_controle_2010_2018_anonymise	213998	Résultat d'inventaire	Mensuel	Non
oscean_fiche_controle_2019_04_12	4706	Résultat d'inventaire	Mensuel	Non
oscean_fiche_controle_2019_05_06	6064	Résultat d'inventaire	Mensuel	Non
Pluviometrie	25531	Résultat de modèle à la station	< au mois	Oui
referentiel_communal	34886	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
referentiel_departemental	96	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
referentiel_postal	6048	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
Soussecteurhydro	540	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
station_pc	2724	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
tendance_agricole	3688	Résultat d'inventaire	> 3 ans	Oui
topo_troncon_cours_eau	2640078	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
Tronconhydrograelt	213159	Référence géographique thématique	variables < au mois, référentiel > 3 ans	Oui
vente_pesticide	4200618	Résultat d'inventaire	Annuel	Oui
zone_humide	8115219	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui
Zonehydro	2871	Référence géographique thématique	> 3 ans	Oui

Annexe 5.1. Modèle conceptuel de l'application (*Diagramme de classes simplifié*) cible (2022).



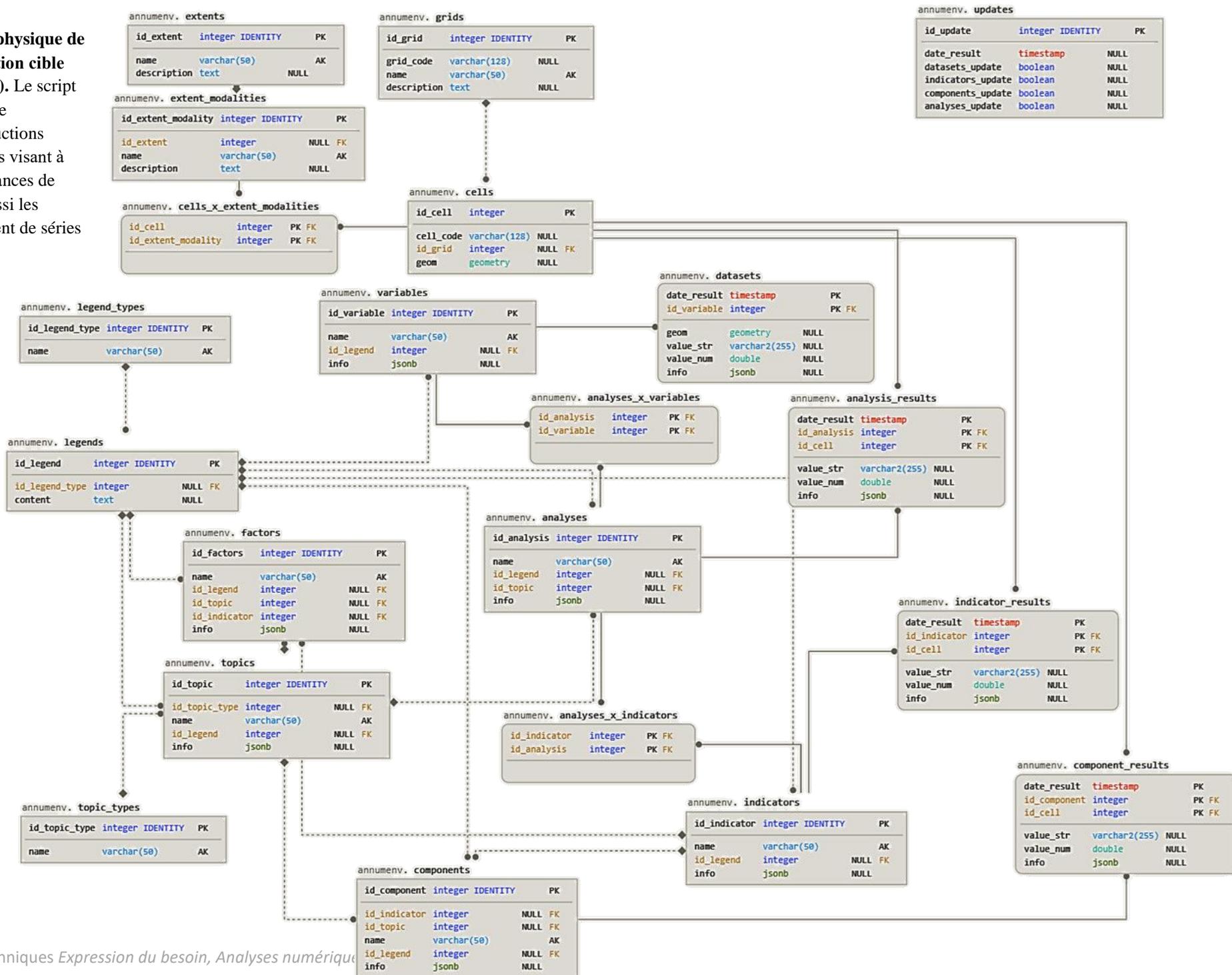
Annexe 5.2. Descriptif du modèle conceptuel de l'application cible (2022) (Diagramme de classes simplifié) – 1/2

Classe	Finalité / Description de l'objet	Type de contenu	Index (tri)	Partition (séries distinctes)	Référentiels
Itération	Versions et dates des mises à jour	Alphanumérique Numéros de version Dates			Liste complétée à l'usage
Cellule	Maille Territoire de carroyage / d'interpolation	Codes référentiels Géométries		Grille	https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique/ref/referentiels
Grille	Ensemble de cellules, définissant un référentiel de territorialisation	Nom et description			Modalités connues : {"1 x 1 km"; "5 x 5 km"; "10 x 10 km"}
Variable	Propriété, caractéristique et/ou indicateur observé.	Nom et description			Liste complétée à l'usage
Jeu de variable	Série de données non transformées, indexées par des objets géographiques / topographiques uniques. Un jeu de variable est la déclinaison d'une variable, sur les objets géographiques ciblés, pour une mise à jour donnée.	Série indexée	Variable Emprise	Itération	
Indice	Résultat issu de calcul issu d'une, ou de la combinaison de plusieurs, variable(s). Un indice est jugé significatif d'un phénomène, sur un territoire, par le <i>métier</i> .	Nom et description			Liste complétée à l'usage
Résultat par indice	Valeur d'indice, pour une cellule à un moment donné.	Série indexée	Indice Emprise	Itération	
Thématique	Contexte de traitement statistique. Constitue, sur un plan <i>métier</i> , un sujet d'intérêt.	Nom et description			Liste complétée à l'usage
Analyse	Dans le cadre d'une <i>thématique</i> , une analyse est une "recette" de traitement technique. Permet le renseignement d'atlas.	Nom et description	Thématique		Liste complétée à l'usage
Résultat par analyse	Résultat de l'exécution d'une analyse, pour une cellule à un moment donné.	Série indexée Possible contenu éditorial (BLOB, extrait JSON ou HTML, images...)	Analyse Emprise	Itération	

Annexe 5.2. Descriptif du modèle conceptuel de l'application cible (2022) (Diagramme de classes simplifié) – 2/2

Classe	Finalité / Description de l'objet	Type de contenu	Index (tri)	Partition (séries distinctes)	Référentiels
Composante	Dans le cadre d'une <i>thématique</i> , une composante représente la contribution d'un indice à la description d'une cellule, par un ensemble d'indices (<i>profil</i> de la cellule).	Nom et description			Liste complétée à l'usage
Résultat par composante	Valeur de contribution d'une composante ("poids d'un indice") dans le profil d'une cellule, à un moment donné. Plus ce résultat est important, plus on peut considérer que la cellule doit sa spécificité à cet indice.	Série indexée	Composante Emprise	Itération	
Légende	Éléments éditoriaux descriptifs d'autres éléments. Peut apparaître en description dans l'interface et/ou en infobulle.	Description indexée Possible contenu éditorial (BLOB, extrait JSON ou HTML, images...)			Liste complétée à l'usage
Emprise	Périmètre d'inclusion géographique d'un objet. Classiquement, <i>département, région, bassin versant...</i>	Nom et description Renvoi aux listes correspondantes	Type d'emprise		Modalités connues, évolutives : {"Département", "Région", "National"}

Annexe 5.3. Modèle physique de données de l'application cible (2022) (après refonte). Le script *Script_db.sql* comporte notamment les constructions d'index et de partitions visant à améliorer les performances de recherche. Il inclut aussi les fonctions de chargement de séries de données.



Annexe 6. Formats de données mobilisés et standards correspondants. Leur utilisation en « sortie de modèle », c'est-à-dire tel que délivré par les APIs à développer est donnée en phase 2 et 3. La liste n'est pas exhaustive et se concentre ici sur les formats techniques, et non métadonnées (*Dublin Core, Darwin Core*) ou plus directement autour des thématiques naturalistes (voir alors des guides spécialisés comme <http://standards-sinp.mnhn.fr/>, <https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/301951> ou <https://geobon.org/>).

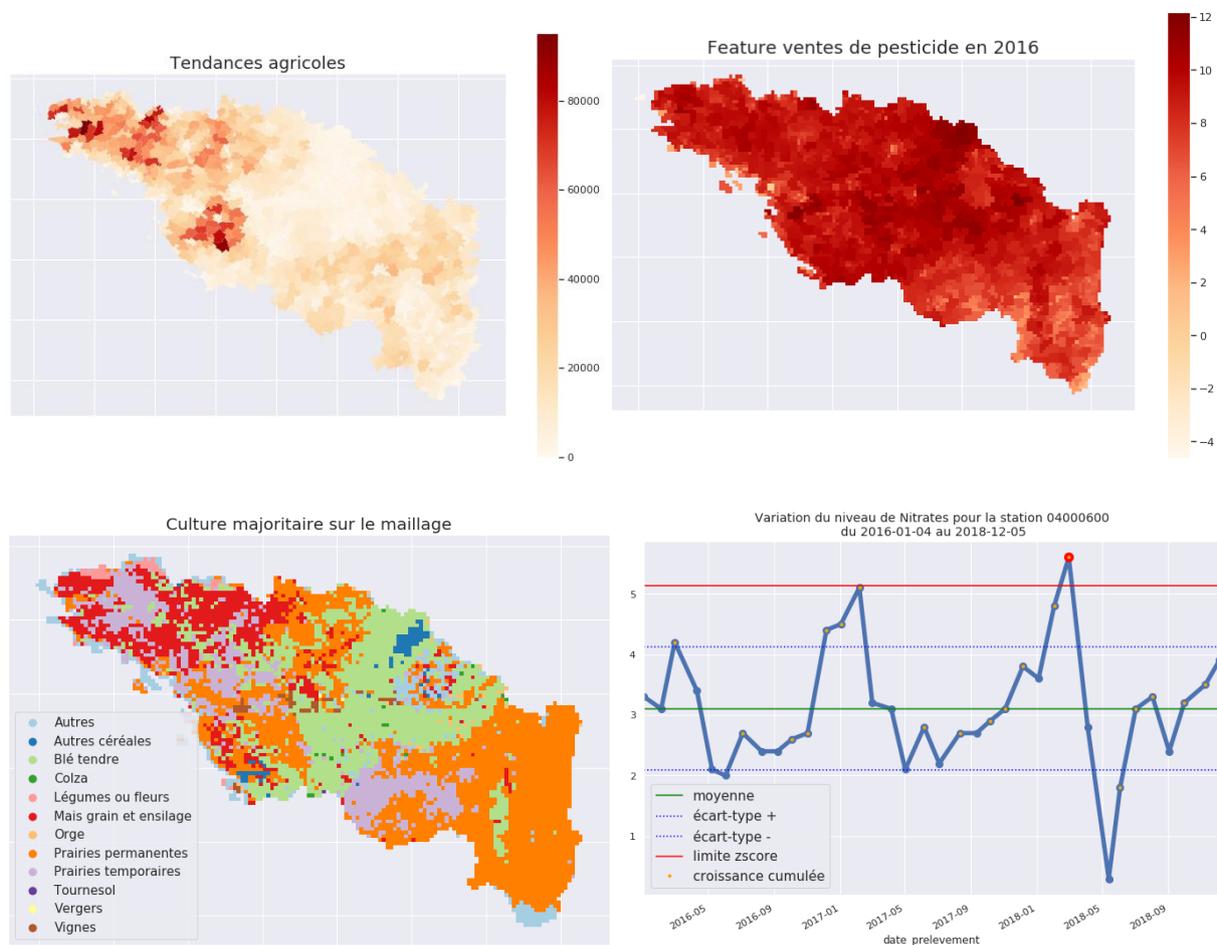
En particulier, l'OFB dispose du pôle **RDI INSIDE** (<http://www.pole-inside.fr/fr>) consacré à l'interopérabilité des systèmes d'information, et bien représenté dans les réseaux internationaux de standardisation des données. Les établissements participants sont aussi représentés au **réseau SIST** (<https://sist.cnrs.fr/>), qui traite des problématiques spécifiques à la gestion de données d'observation tels que les logiciels utilisant les standards d'interopérabilité de l'OGC, les séries temporelles, la représentation des données géo-localisées, les formats de fichiers et protocoles interopérables, les identifiants uniques (DOI), les entrepôts de données, les plans de gestion de données, etc, par l'intermédiaire de participants au projet.

Groupe de format de données	Format mobilisé	Standards liés et/ou cadre de compatibilité	Exemple(s) de jeux de données concernés
Structurés à balise	GML, XML	W3C https://www.sandre.eaufrance.fr/ Spécifications SANDRE https://water.europa.eu/ Spécifications WISE	Référentiels nationaux Données européennes
WKT et SGBD	PostGIS 3	https://www.ogc.org/standards Standards OGC, dont WKT et SFSQL (cadre SQL)	Format de traitement de données, reprise des données 2019
Images Grilles / matrices (raster)	https://www.jedemics.net/public/C4spec.html C4 – JEDMICS https://trac.osgeo.org/geotiff GéoTIFF, JP2 https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/ NetCDF Formats bitmap, PNG...	https://www.ogc.org/standards Standards OGC https://gdal.globe.org/gdal/formats/ Voir en particulier comptabilité GDAL	Entrées et sorties de modèles, notamment issus du traitement des images satellitaires et des modèles numériques de terrain
Fichiers tabulaires	CSV, XLS et XLSX, ODS...	Le format CSV (RFC 4180 et équivalents français) sera le plus mobilisé.	Données météorologiques Séries temporelles longues (Naiades)
SHP, WKT, vecteur	SHP, TAB, GéoPackage...	http://cnig.gouv.fr/?page_id=18959 Dans la mesure du possible, se référer à CNIG et INSPIRE https://www.ogc.org/standards	Fichiers hétérogènes (dont RPG, OSO, mailles référentielles...)
Flux WMS	Flux WMS, WFS, WPS	Standards OGC	Service de calcul des bassins versants
API REST	JSON, GéJSON Coverage (coverage.py)	https://www.ogc.org/standards OGC : API sensorML et SensorThings Autres format basés sur la norme RFC 7946	API Hub'eau (dont chimie des eaux) API développées en phase 1

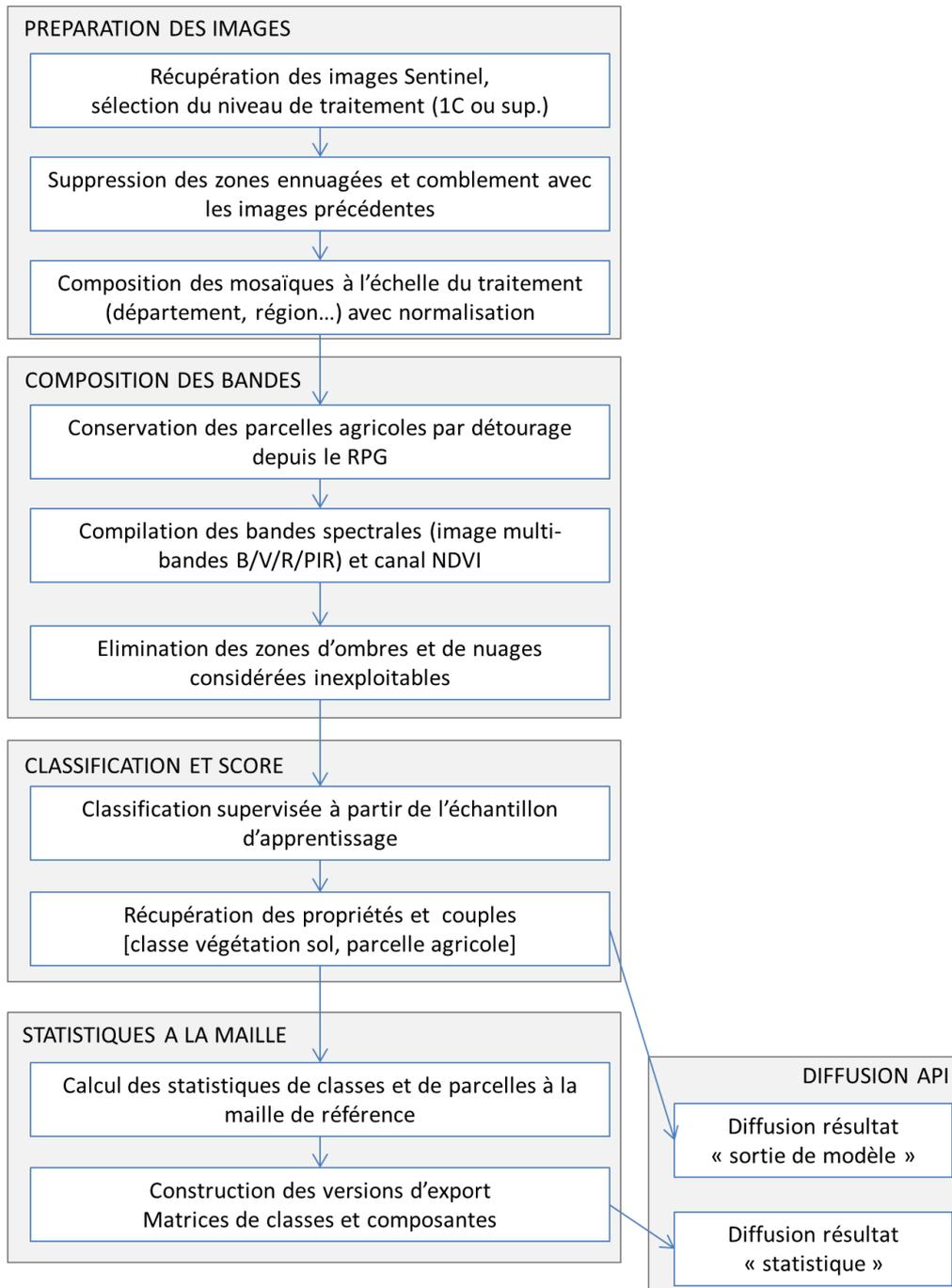
Annexe 7. Liste des logiciels, applicatifs et bibliothèques logicielles d'intérêt, notamment celles déjà implémentées dans les services et chaînes de développement existantes. L'OFB dispose d'une forge GitLab pour suivi des développements et intégration continue.

Applicatif ou logiciel	URL et ressources	Langage informatique	Utilisation attendue
QGIS	https://www.qgis.org/ Version 3 et supérieure	Utilisation <i>classique</i> : NA Plugins éventuels : C, Python, SQL Suite : SAGA	Découverte et exploration des données Consommation des API REST produites
QGIS Modéleur	https://docs.qgis.org/3.16/fr/docs/user_manual/processing/modeler.html Compatibilité Python 3 et QGIS 3	Python	Automatisation et export de chaînes de traitement à complexité faible à moyenne
Python	https://pypi.org https://pypi.org/project/Shapely/	Python, parmi les paquets concernés : GDAL/OGR, Fiona, Pyproj, Shapely, Descartes, Matplotlib, Psycopg2, Mapnik	Automatisation et export de chaînes de traitement à complexité élevée
PostgreSQL	https://www.postgresql.org/ Version 13 et supérieure	SQL	Traitement sur serveur, notamment de mise à disposition des données et/ou de tri
PostGIS	https://postgis.net/ Version 3 et supérieure	SQL	
GDAL	https://gdal.org/	Shell, Python	Automatisation et export de chaînes de traitement
SISPPEO	https://github.com/inrae/SISPPEO/tree/v1.0	Python	Traitement des images satellitaires

Annexe 8. Exemple d'exploitations simplifiées des données mobilisées pour le projet, en vue d'appuyer l'expression de besoin. Ici sur un seul grand bassin versant (le projet 2021 – 2022 aura une portée nationale) ; et à des résolutions différentes : zonages administratifs, mailles de référence, axe temporel... La présentation de tels graphiques dans un classeur Jupyter, associé au script d'automatisation, est attendue en livrable de phase 0.



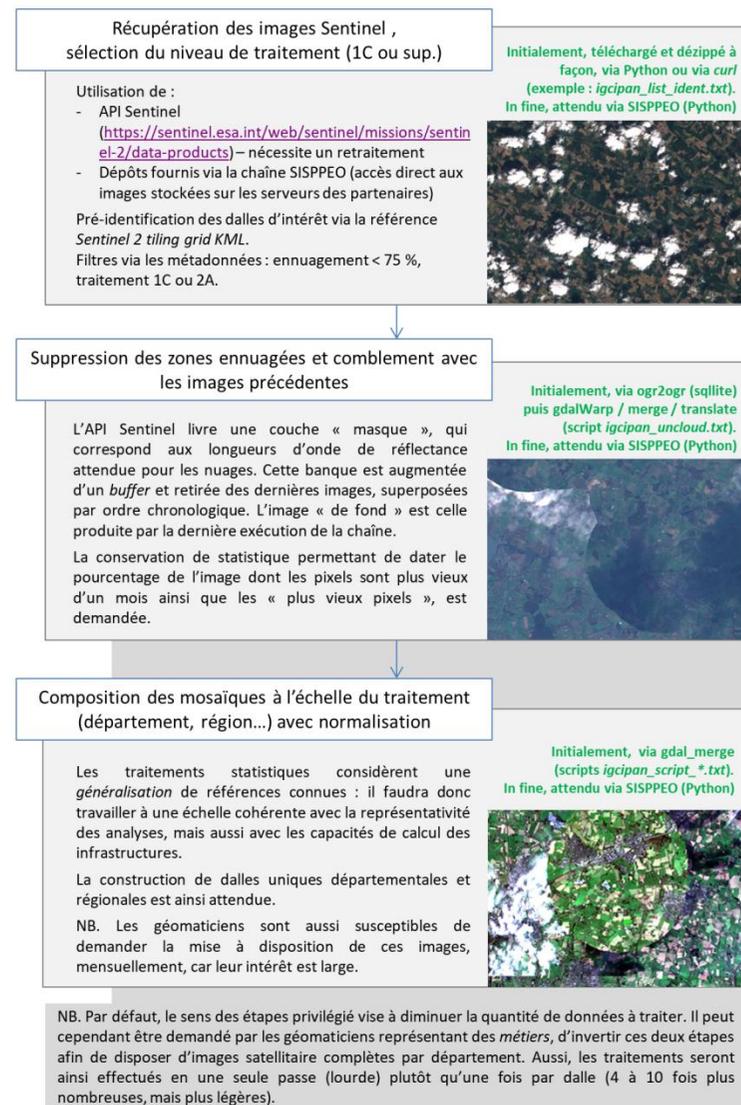
Annexe 9.1. Méthodologie générale de mise à disposition de l'API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique du type de couverture de sol sur les parcelles agricoles mentionnées au RPG. Une version modifiable de cette méthodologie est fournie sous forme de fichier pptx (methodo_obj1-1.pptx). Les ressources complémentaires sont associées dans le dossier « methodo_obj1-1 ».



Méthodologie OFB – Analyses Numériques Environnementales 2021 – Planche 1/6

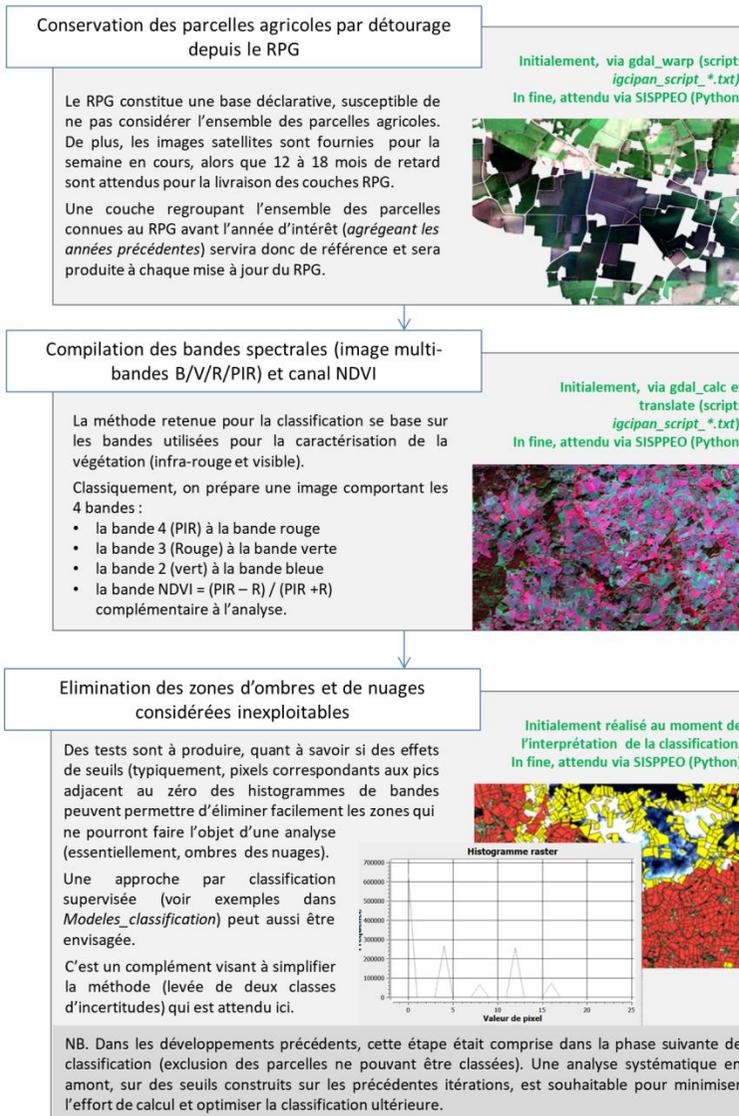
Objectif 1.1. Mise à disposition d'une API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique du type de couverture de sol sur les parcelles agricoles mentionnées au RPG.

PREPARATION DES IMAGES



Méthodologie OFB – Analyses Numériques Environnementales 2021 – Objectif 1.1 – Planche 2/6

COMPOSITION DES BANDES



Méthodologie OFB – Analyses Numériques Environnementales 2021 – Objectif 1.1 – Planche 3/6

CLASSIFICATION ET SCORE

Classification supervisée à partir de l'échantillon d'apprentissage

Objectif : association d'une valeur de type de végétation (5 classes), à **chaque pixel**.

Rasterisation du RPG. Via `gdal_rasterize`, composer un masque GeoTIFF à partir du RPG. Similaire aux opérations de découpage réalisées plus haut. Un buffer de -10 ou -5 mètres, visant à exclure les bordures de champs, est souhaitable.

Description des échantillons. La classification commence par l'entraînement d'un modèle : env. 1 300 points datés, à comparer aux images satellitaires aux mêmes dates. Les modèles entraînés sont ensuite enregistrés (voir exemples dans *Modeles_classification*).

Réalisation d'une classification supervisée :

- à partir d'un échantillon (modèle préenregistré)
- méthode de maximum de vraisemblance (*maximum likelihood*)

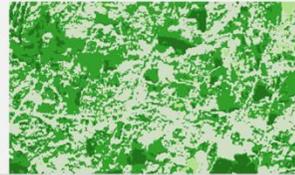
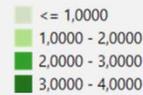
Evaluation de la qualité de la classification par construction d'une matrice de confusion.

Le **résultat** de classification est un fichier **image**.

Processus de rééchantillonnage. L'échantillon d'apprentissage permet la construction des modèles : leur qualité dépend directement de celle de l'échantillon. Or la plupart des échantillons actuels sont localisés en région Bretagne (biais géographique) et sur la période 2015 – 2016 (LandSat et non Sentinel : précision différente – biais temporel), même si une faible partie l'est sur 2016 – 2021 et France entière (issue des contrôles CIPAN).

Il est à prévoir la capacité de **réentraîner les modèles sur de nouveaux jeux, obtenus suite à des prospections / observations de terrain dédiées**, sur de nouvelles régions par exemple, ou régulièrement au cours des saisons à venir.

Initialement, via le plugin *Supervised classification de la suite SAGA* via QGIS.
In fine, attendu via SISPEO (Python : packages statistiques)



Récupération des propriétés et couples [classe végétation sol, parcelle agricole]

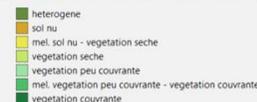
Objectif : association d'un score par classe (pourcentage de pixels de chaque valeur précédemment calculée) à **chaque parcelle agricole**, ainsi qu'un mode (valeur de score max. : *classe végétation sol*).

De 5 classes, on passe à 8 classes car on rajoute les classes mixtes dans les cas où plus de 25 % de plusieurs classes sont représentées.

Statistiques attendues. Pour chaque parcelle, l'identifiant RPG, la géométrie, le pourcentage de pixel de chaque *valeur* issue de la classification, le *mode (classe végétation sol)*. Des données de contexte (dont la date du « pixel le plus ancien » sur la parcelle, et la médiane de date d'image) sont nécessaires.

Le **résultat** de classification est un fichier **vecteur et/ou une matrice** comportant la colonne de géométrie, de clé primaire l'identifiant de parcelle RPG.

Initialement, via PostgreSQL/PostGIS (script *igcipan_results.sql*).
In fine, attendu via SISPEO (Python : packages statistiques et SIG) si hébergé via *Hydroweb-NG*, ou via PostgreSQL si hébergement au BRGM



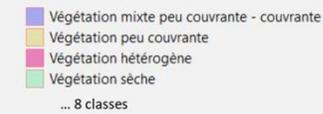
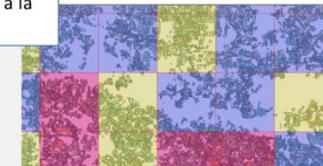
STATISTIQUES A LA MAILLE

Calcul des statistiques de classes et de parcelles à la maille de référence

Objectif : association d'un score par classe (pourcentage de surface de chaque classe précédemment calculée, nombre de parcelles agricoles) à **chaque maille**, ainsi qu'un mode (valeur de score max. : *classe végétation sol*).

Statistiques attendues. Pour chaque maille, la géométrie, le pourcentage de pixel de chaque *classe*, le *mode (classe végétation sol)*. Des données de contexte (dont la date du « pixel le plus ancien » sur la maille, et la médiane de date d'image) sont nécessaires.

Le **résultat** de ces recoupements est une table PostgreSQL de clé primaire l'identifiant de la maille de référentiel. A réaliser pour les 3 échelles (1 km, 5 km, 10 km) de référentiel.

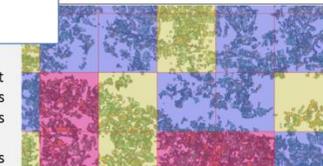


Initialement, via PostgreSQL/PostGIS (script *igcipan_results.sql*).
In fine, via Python ou PostgreSQL.

Construction des versions d'export Matrices de classes et composantes

La production des résultats de la classification doit s'accompagner de données complémentaires d'analyse, qui permettront de donner une idée plus précise de leur qualité :

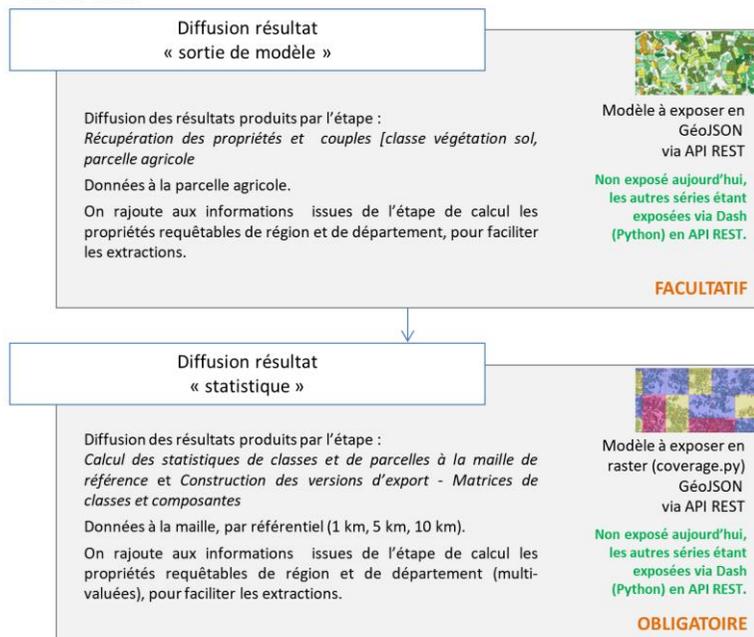
- détail des classes, par des statistiques complémentaires sur les pixels et/ou les parcelles ;
- différents calculs de *mode* ;
- des notions de dates des images satellitaires utilisées, qui permettront d'objectiver la « fraîcheur » des données et leur homogénéité ;
- les autres demandes spécifiques, qui seront formulées par les géomaticiens *métiers* lors des premiers tests.



Initialement, via PostgreSQL/PostGIS (script *igcipan_results.sql*).
In fine, via Python ou PostgreSQL.

Le **résultat** de ces calculs est une table PostgreSQL de clé primaire l'identifiant de la maille de référentiel. A réaliser pour les 3 échelles (1 km, 5 km, 10 km) de référentiel.

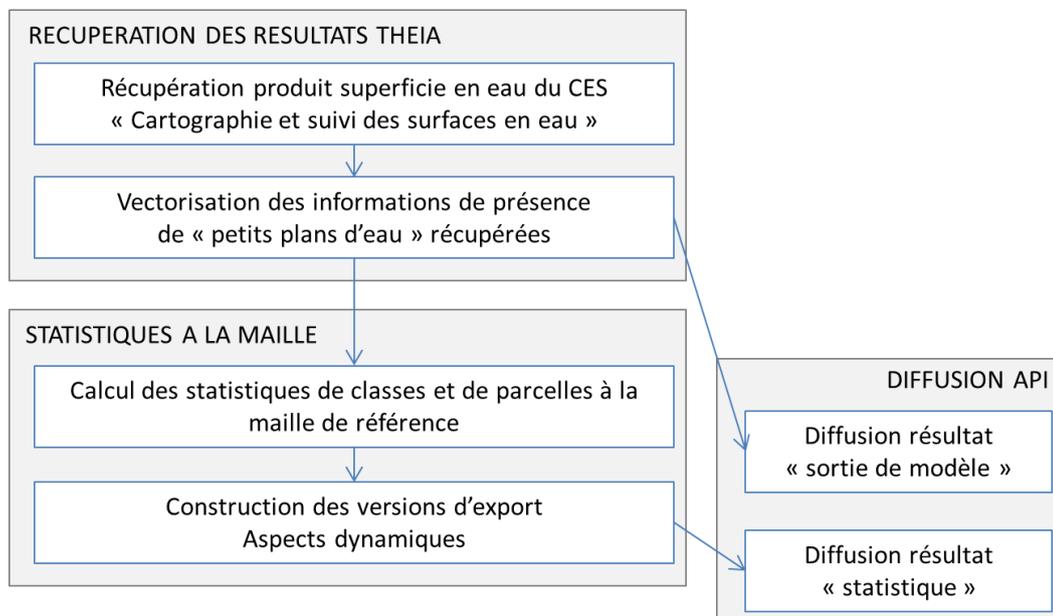
DIFFUSION API



Annexe 9.2. Informations technico-fonctionnelles complémentaires à la méthodologie de l'objectif 1.1. Deux options, correspondant à la capacité de traiter des données vectorielles (et non raster) dans la chaîne SISPEO ou non, restent à évaluer.

Nom de l'étape	Type d'intrant	Type de produit sortant	Hébergement du traitement, en développement	Hébergement du traitement, en production	Réalise	Accompagne	Avis technique
Récupération des images Sentinel, sélection du niveau de traitement (1C ou sup.)	Image (TIF)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Suppression des zones ennuagées et comblement avec les images précédentes	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Composition des mosaïques à l'échelle du traitement (département, région...) avec normalisation	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Conservation des parcelles agricoles par détourage depuis le RPG	Image (GeoTIF, JP2), vecteur (SHP)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Compilaison des bandes spectrales (image multi-bandes B/V/R/PIR) et canal NDVI	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Elimination des zones d'ombres et de nuages considérées inexploitable	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2) Modèles de classification	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB, Géomaticien, Expert SOAD		ECLA, DRAS
Classification supervisée à partir de l'échantillon d'apprentissage	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2) Modèles de classification	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB, Géomaticien, Expert SOAD		ECLA, DRAS
Récupération des propriétés et couples [classe végétation sol, parcelle agricole] - option 1	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (SHP, GeoJSON, CSV...)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Récupération des propriétés et couples [classe végétation sol, parcelle agricole] - option 2	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (via PostGreSQL)	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Calcul des statistiques de classes et de parcelles à la maille de référence	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (via PostGreSQL)	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA, DRAS
Construction des versions d'export - Matrices de classes et composantes	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (via PostGreSQL)	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Géomaticien, Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	ECLA, INSIDE, DRAS, Directions Régionales
Diffusion résultat « sortie de modèle » - option 1	Vecteur (SHP, GeoJSON, CSV...)	GeoJSON	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, BRGM, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA, INSIDE
Diffusion résultat « sortie de modèle » - option 2	Vecteur (via PostGreSQL)	GeoJSON	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, BRGM, Expert SOAD	Géomaticien, BRGM, INSIDE, ECLA
Diffusion résultat « statistique »	Vecteur (via PostGreSQL)	GeoJSON, coverage	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, BRGM, Expert SOAD	Géomaticien, BRGM, INSIDE, ECLA

Annexe 10.1. Méthodologie générale de mise à disposition de l'API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique du type de couverture de sol sur les parcelles agricoles mentionnées au RPG. Une version modifiable de cette méthodologie est fournie sous forme de fichier pptx (methodo_obj1-2.pptx). Les ressources complémentaires sont associées dans le dossier « methodo_obj1-2 ».



Méthodologie OFB – *Analyses Numériques Environnementales 2021* – Planche 1/4

Objectif 1.2. Mise à disposition d'une API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique de l'apparition et de la disparition de petits plans d'eau (inférieurs à 1 ha).

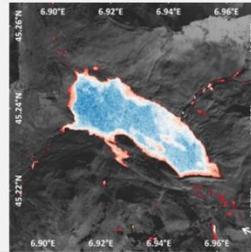
RECUPERATION DES RESULTATS THEIA

Récupération produit superficie en eau du CES « Cartographie et suivi des surfaces en eau »

Le produit (aspect **cartographie**) est récupéré sous forme de raster, porteur de l'information « probabilité de surface en eau ».

D'autres information, comme la fréquence de surface en eau sur l'année (aspect **suivi**), sont susceptibles d'être mises en ligne. Ces produits pourront aussi être consommés, notamment pour éviter les calculs intermédiaires en phases suivantes.

API à consommer par l'utilisation de Python.



Le produit source sera mis à disposition en fin 2021 sur Hydroweb-NG.

Les spécifications de l'API seront fournies en amont par Théia.

Afin de faciliter le lancement des développements, le CES correspondant a fourni à l'OFB une première itération nationale, et sera en mesure de fournir une itération intermédiaire au dernier trimestre 2021. Ces résultats seront à télécharger directement à un format raster.

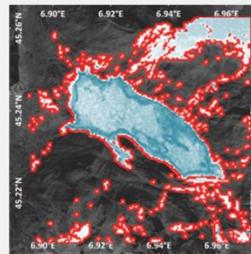
Vectorisation des informations de présence de « petits plans d'eau » récupérées

La **vectorisation** permet l'interpolation d'objets, mais pose la question de leur définition. Cette phase devra notamment consolider :

- les seuils inférieurs et supérieurs d'intérêt de la thématique « petits plans d'eau », fixés arbitrairement entre jusqu'à 10 ha ;
- les questions de connectivité et de pérennité (en comparaison à la BD TOPAGE®).

L'objectif est la production d'une couche vectorisée mensuelle ou bimensuelle, sur le territoire d'intérêt. Cette couche comporte **une ligne par objet « petit plan d'eau »**.

Script à réaliser en Python (GDAL) et/ou en PostgreSQL



STATISTIQUES A LA MAILLE

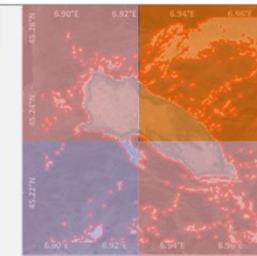
Calcul des statistiques de classes et de parcelles à la maille de référence

Objectif : association de scores statistiques aux mailles de référence, par recouplement.

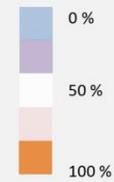
Statistiques attendues. Pour chaque maille, des statistiques descriptives des *petits plans d'eau* (nombre, taille moyenne / médiane...) ainsi que des surfaces représentées (couverture de surface en eau...) sont à calculer e- à automatiser.

Le **résultat** de ces recouplements est une table PostgreSQL de clé primaire l'identifiant de la maille de référentiel. A réaliser pour les 3 échelles (1 km, 5 km, 10 km) de référentiel.

Script à réaliser en Python (GDAL) et/ou en PostgreSQL



Couverture surfacique en eau



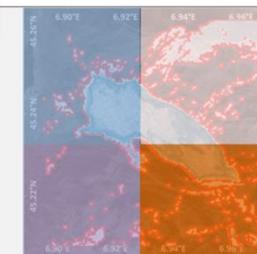
Construction des versions d'export Aspects dynamiques

En plus des résultats **statiques**, des aspects dynamiques des données vont être attendus par les correspondants *métiers*. Ces aspects dynamiques vont notamment viser l'apparition et la disparition des plans d'eau sur des périodes visées.

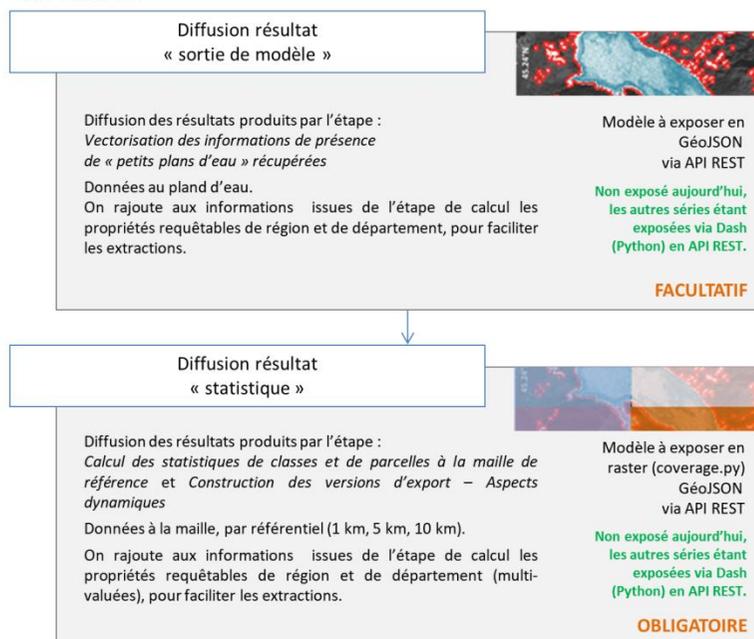
Certaines notions, comme la « scintillance » (apparition / disparition) des plans d'eau et les effets de seuils guideront les utilisations statistiques.

Ces statistiques sont à préciser en **collaboration avec les experts thématiques**, lors des premiers retours des développements.

Script à réaliser en Python (GDAL) et/ou en PostgreSQL



DIFFUSION API



Annexe 10.2. Informations technico-fonctionnelles complémentaires à la méthodologie de l'objectif 1.2.

Nom de l'étape	Type d'intrant	Type de produit sortant	Hébergement du traitement, en développement	Hébergement du traitement, en production	Réalise	Accompagne	Avis technique
Récupération produit superficie en eau du CES « Cartographie et suivi des surfaces en eau »	Image (TIF)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Vectorisation des informations de présence de « petits plans d'eau » récupérées	Image (GeoTIF, JP2)	Image (GeoTIF, JP2)	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Expert SOAD	Géomaticien, ECLA
Calcul des statistiques de classes et de parcelles à la maille de référence	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (via PostGreSQL)	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA, DRAS
Construction des versions d'export – Aspects dynamiques	Image (GeoTIF, JP2)	Vecteur (via PostGreSQL)	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Géomaticien, Prestataire AnNumEnv, Expert SOAD	ECLA, INSIDE, DRAS, Directions Régionales
Diffusion résultat « sortie de modèle » - option 1	Vecteur (SHP, GeoJSON, CSV...)	GeoJSON	RECOVER et/ou PEPS	Hydroweb-NG	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, BRGM, Expert SOAD	Géomaticien, ECLA, INSIDE
Diffusion résultat « statistique »	Vecteur (via PostGreSQL)	GeoJSON, coverage	Local / BRGM	BRGM	IDD OFB	Prestataire AnNumEnv, BRGM, Expert SOAD	Géomaticien, BRGM, INSIDE, ECLA

Annexe 11. Ressources spécifiques à disposition pour la réalisation de la phase 2. Cette liste n'est pas exhaustive et sera progressivement complétée par l'équipe projet.

Objectif 1.1. Mise à disposition d'une API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique du type de couverture de sol sur les parcelles agricoles mentionnées au RPG.

Expérimentation 2014 – 2015 en région Bretagne :

- Gaury, Romain, Méthode de cartographie par imagerie satellitaire, méthode CIPAN appliquée au département du Morbihan, UMR TETIS, IRSTEA 2014 (fourni : CIPAN_Tetis-ONEMA_Morbihan_2014.pdf)
- Gaury, Romain, Barry, Josselin, Cibler les contrôles CIPAN en Zone Vulnérable Nitrate à partir des photographies satellites, IRSTEA, ONEMA 2015 (fourni : CIPAN_Tetis-ONEMA_ZVN_2015)
- Jeux de données 2015 (relevés de terrain) :
donnees_experimentation_CIPAN_56_janv_2015.zip
- Jeux de données 2015 – 2021 : sur la base des extractions des contrôles de Police de l'Environnement

Exploitation 2018 – 2019 :

- Présentation au comité de pilotage de la méthode de classification du type de couverture végétale (CIPAN_Quantmetry-AFB_2019_coproj.pdf), alexandre.liccardi@ofb.gouv.fr.
- Les scripts sont fournis en répertoire *scripts_obj1-1*.
- Valorisations pour réutilisation dans le projet d'analyse statistique (*IA en appui à l'élaboration des plans de contrôle*) 2019 : Synthèse de phase 3, Quantmetry, CIPAN_Quantmetry-AFB_2019.pdf.

Objectif 1.2. Mise à disposition d'une API de résultats statistiques aux mailles de référence INPN, sur la thématique de l'apparition et de la disparition de petits plans d'eau (inférieurs à 10 ha).

- <https://www.theia-land.fr/ceslist/ces-cartographie-et-suivi-des-surfaces-en-eau/>
- Descriptif du produit Cartographie et suivi des surfaces en eau (fourni : CES_Cartographie-et-suivi-des-surfaces-en-eau.pdf)

Environnement de développement

Le système d'information au Pôle ECLA : <https://www.youtube.com/watch?v=nZ2XLX8nLcg>

Initiative GéoRECOVER : <https://www6.paca.inrae.fr/recover/Zoom-sur/GeoRECOVER>

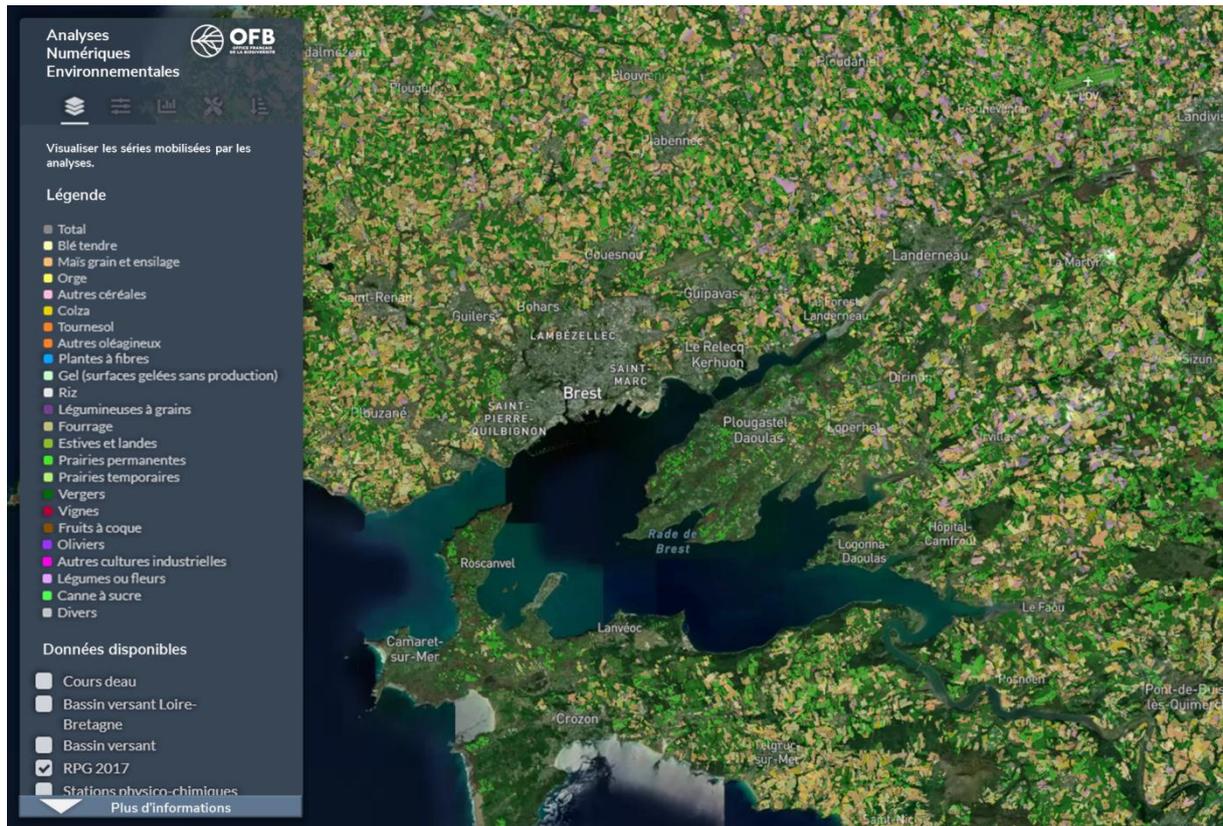
Applicatif cible déployé au BRGM : [à compléter]

Chaîne de traitement SISPEO

Présentation : <https://data.ecla.inrae.fr/outils-et-methodes/sispeo>

Dépôts de code : <https://zenodo.org/record/4639630#.YRtM2ogzZPY>,
<https://github.com/inrae/SISPPEO>

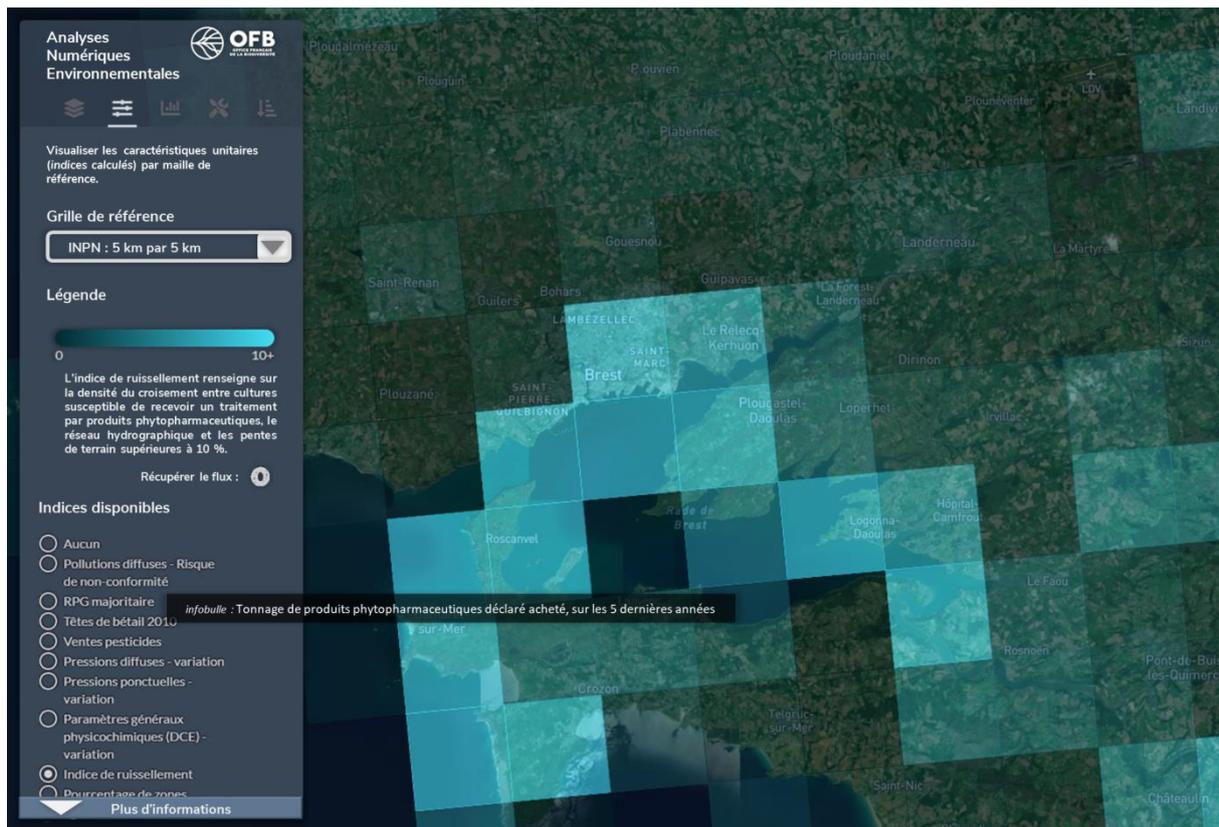
Annexe 12. Ecrans applicatifs attendus. Pour une meilleure qualité de fichiers, voir anumenv_screensapp_2.pptx.



Panneau 1. Visualisation simple des séries de données.

Fonctionnalités :

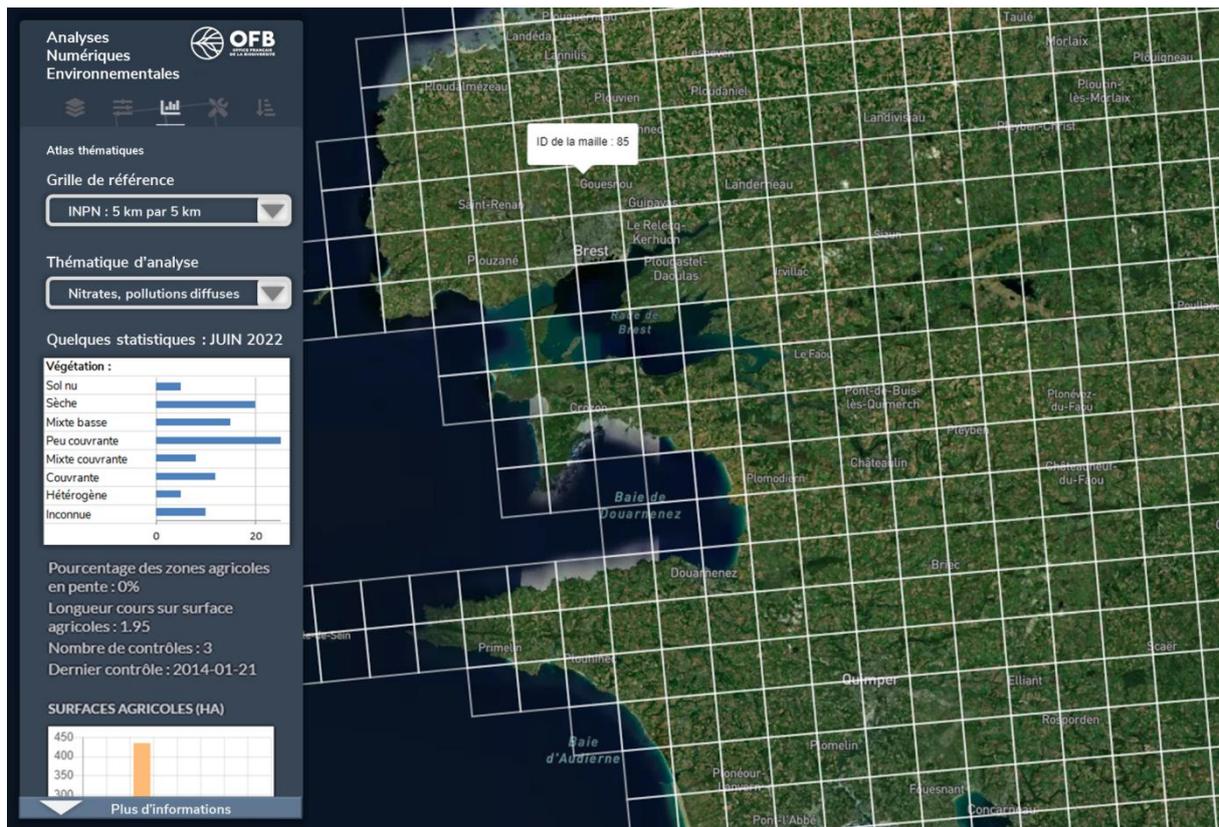
- visualisation cartographique de jeux de données
La sémiologie utilisée sera celle précédemment proposée pour le projet Diagnostics territoriaux.



Panneau 2. Visualisation simple des « features » : caractéristiques ou *indices* pour chaque maille. Ces caractéristiques sont des indices pré-calculé

Fonctionnalités :

- visualisation cartographique de descripteurs à la maille (*indices*)
- affichage de la légende associée (unique par indice)
- choix de la résolution (*grille de référence*)

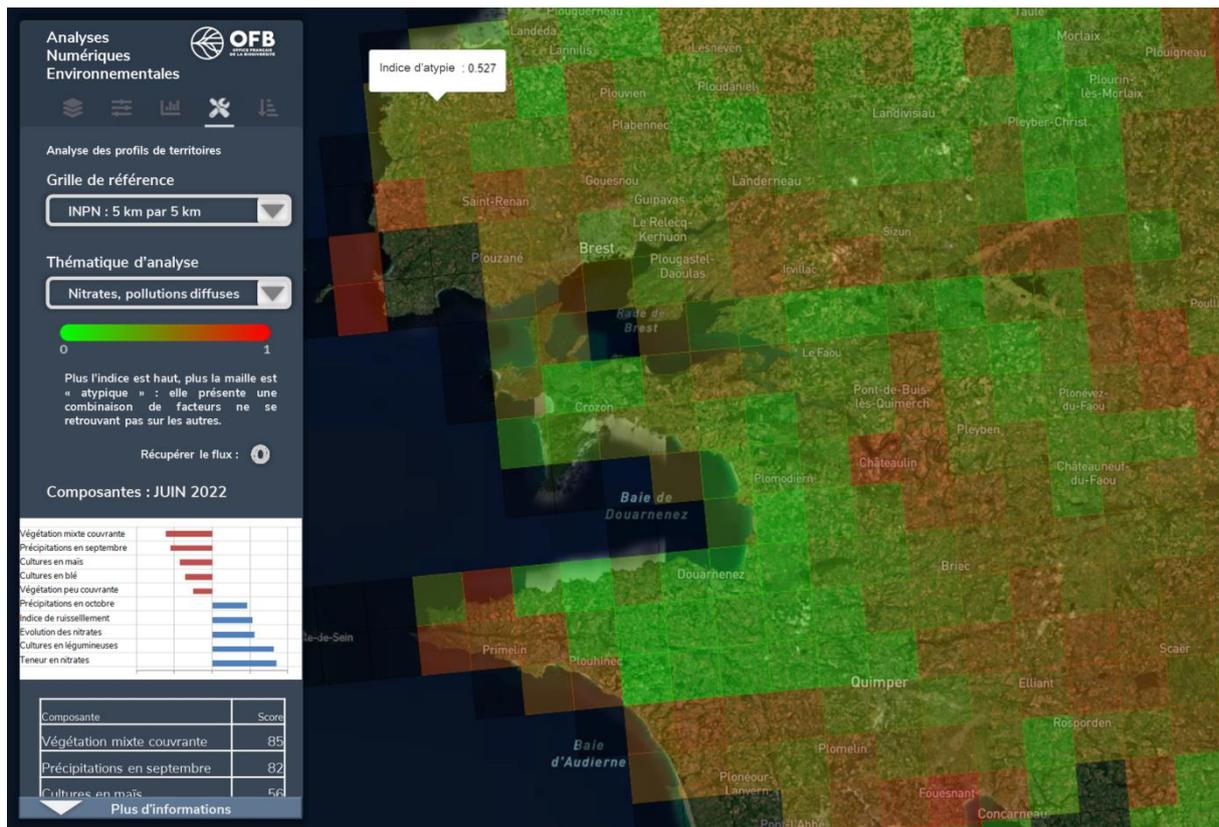


Panneau 3. Les « atlas thématiques » permettent de visualiser des statistiques simples sur chaque territoire. Les exploitations graphiques sont visées par thématique.

Fonctionnalités :

- visualisation cartographique d'analyses statistiques, correspondant à des productions précalculées – un résultat par cellule
Les analyses peuvent notamment comporter des résultats graphiques (fichiers images).
- choix de la résolution (*grille de référence*)
- choix de la thématique : un « atlas », correspondant à un ensemble d'analyses, en proposé par thématique

Une option serait de proposer la version à visualiser (mois ou année).

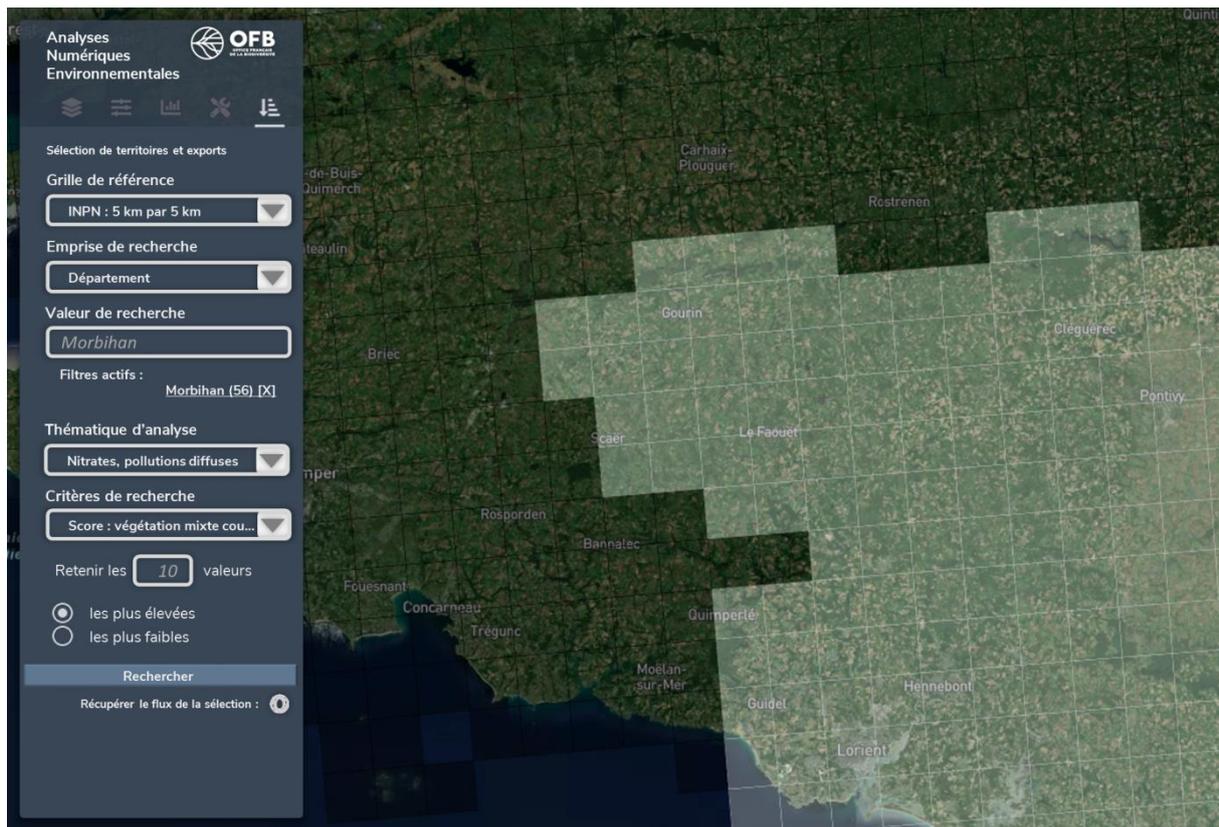


Panneau 4. L'analyse des profils de territoires permet de comparer les indices précédemment calculés entre eux, dans le périmètre d'une même thématique.

Fonctionnalités :

- visualisation cartographique des résultats du modèle multivarié, un résultat par cellule.
Les analyses peuvent notamment comporter des résultats graphiques (fichiers images).
- choix de la résolution (*grille de référence*)
- choix de la thématique : une *thématique d'analyse* correspondant à un modèle
- l'interface propose des éléments d'explicitation des résultats statistiques propres à chaque cellule, en particulier la contribution des *composantes* aux différents résultats.

Une option serait de proposer la version à visualiser (mois ou année).



Panneau 5. La recherche par critère de score permet de sélectionner et d'exporter des territoires spécifiques, et les données associées.

Fonctionnalités :

Menu d'export selon *thématique d'analyse*

- choix de la résolution (*grille de référence*) et de l'emprise de recherche (*région, département...*)
- choix de la thématique : une *thématique d'analyse* correspondant à un modèle
- Choix du critère de recherche : un « top », selon une *composante* d'étude.

Une option serait de proposer la version à extraire (mois ou année).

Annexe 13. Ressources bibliographiques complémentaires. Cette liste n'est pas exhaustive et sera progressivement complétée par l'équipe projet.

Documents de référence et dynamiques d'ouverture des données et d'innovation numérique, impliquant l'OFB directement ou au titre de ses missions pour la Biodiversité

[Plan biodiversité](#) (2018)
[Loi OFB & Police de l'Environnement](#) (2019)
[Stratégie nationale pour la Biodiversité](#) (2021)

[Plan d'application satellitaire 2018 - 2022](#) (2018)
Secteur prioritaire [Rapport Villani](#) (2018)
[Rapport Bothorel](#) (2020)
[Politique publique données et suivi](#) (2021)

Focus sur les cas métiers directement concernés par le projet

Sur les retenues d'eau

Etudes, bilans et méthodologies
<https://professionnels.ofb.fr/doc-comprendre-agir/impact-cumule-retenues-deau-milieu-aquatique-expertise-scientifique-collective>
<https://expertise-impact-cumule-retenues.inrae.fr/wp-content/uploads/2016/05/Rapport-complet-VF.pdf>

Sur les mares de chasse

Descriptions générales et études de cas
<https://www.pnr-seine-normande.com/upload/medias/maresdechasse161.pdf>
https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/RevueFS/FauneSauvage285_2009_Art5.pdf

Synthèses et études de cas
<https://docplayer.fr/56617984-Gestion-des-mares-de-chasse-et-biodiversite.html>

Sur les cultures intermédiaires pièges à nitrates

<https://www.senat.fr/questions/base/2015/qSEQ150917844.html>
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03130201/document>

Textes de référence
Directive européenne n°91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, dite directive « nitrates »
Code de l'environnement, notamment ses articles L.212-1, L.216-3, R.122-17 à R.122-21 et R.211-80 à R.211-84
Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national (PAN) à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole, modifié par les arrêtés du 23 octobre 2013, du 11 octobre 2016 et du 27 avril 2017.

Détection satellitaire
http://ids.equipe-geosud.fr/documents/10180/16712/retour-experience_cipan-tetis.pdf/0e51329b-f96b-4f81-a67f-bea80b10a0ff
<https://docplayer.fr/7480289-Methode-d-evaluation-par-imagerie-satellitaire-des-anomalies-de-cultures-intermediaires-pour-pieges-a-nitrate-cipan-geosud-ddt79.html>
<http://ids.equipe-geosud.fr/documents/10180/16714/Guide+m%C3%A9thodologique+CIPAN/0b1c226f-1720-4432-be6a-ebf840a4b114>

Sur l'innovation numérique à l'OFB, les systèmes d'informations fédérateurs pour la Biodiversité et les missions d'établissement

Présentation Société Hydrologique française 2021
<http://ns388720.ip-176-31-255.eu/nextcloud/index.php/s/pJe5kXpNEDH6wPW>

Portails de référence
<https://ofb.gouv.fr/>
<https://www.eaufrance.fr/>
<https://www.milieufrance.fr/>
<https://naturefrance.fr/>

Sur le projet *Intelligence artificielle en appui à l'élaboration des plans de contrôle de la Police de l'Environnement*

<https://www.quantmetry.com/blog/machine-learning-donnees-spatio-temporelles-pollutions-environnement/>

<https://www.lemagit.fr/actualites/252474813/LAdministration-francaise-veut-transformer-les-controles-grace-a-IIA>

<http://ns388720.ip-176-31-255.eu/nextcloud/index.php/s/RFAKynffGwrLoq4>

Sur les activités de télédétection du Pôle Ecosystèmes Lacustres (ECLA)

Présentation du Pôle ECLA : <https://professionnels.ofb.fr/fr/pole-ecla-ecosystemes-lacustres>

Outils de modélisation thermique et thermodynamique : <https://professionnels.ofb.fr/node/454>

Télédétection de la qualité écologique des lacs (Telquel) : <https://professionnels.ofb.fr/fr/node/455>

Centre d'Expertise Scientifique (CES) Couleurs des eaux continentales : <https://www.theia-land.fr/ceslist/ces-couleurs-des-eaux-continentales/>

Le système d'information au Pôle ECLA : <https://www.youtube.com/watch?v=nZ2XLX8nLcg>

Sur la cartographie prédictive et l'intelligence artificielle au BRGM

<https://www.brgm.fr/fr/offre-service/cartographie-predictive-evaluation-exploration-ressources-minerales>

https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=kT_PLg3fzpg&feature=emb_logo

Annexe 14. Gouvernance et composition du comité de pilotage.

Membres permanents.

Coordinateur / directeur technique du projet.
Alexandre Liccardi (OFB/DSUED/SOAD)

Sponsor de haut niveau / directeur du projet.
François Hissel (OFB/DSUED)

Responsable de l'intervention BRGM.
Olivier Pouvesle (BRGM/DSI)

Coordinateur scientifique pour le BRGM.
Vincent Labbé (BRGM/DSI)

Coordinateur scientifique pour le Pôle ECLA.
Thierry Tormos (OFB/DRAS/ECLA)

Directrice *Stratégie Numérique Connaissance* et *Diagnostics territoriaux* à l'OFB.
Gaëlle Deronzier (OFB/DSUED/SOAD)

Référents territoriaux
Chefs des services Connaissance DR PACA – Corse ; DR Bretagne
Thibault Vigneron (OFB/DR Bretagne)
Mathieu Clair (OFB/DR PACA - Corse)

Représentant de l'EcoLab pour le Ministère de la Transition Ecologique
Directeur de projet "IA et Transition écologique"
Marc Léobet (MTE/CGDD/SRI/Ecolab)

Directeurs des services territoriaux. DR PACA – Corse ; DR Bretagne
Chef de service et/ou Directeur des Systèmes d'Informations (OFB/DSI)

Membre de la DINUM représentant France Relance

Représentant niveau directeur du prestataire retenu
Chef de projet pour le prestataire retenu

Membres invités, pour participation aux thématiques associées (voix consultative).

Membres du Comité de Pilotage des *diagnostics territoriaux*
Membres du GT *Données territoriales*
Membres des réseaux de compétence OFB *data* et *géomatique*
Représentant du Service Stratégie Surveillance Contrôle DPPC à l'OFB
Thierry Miramont (OFB/DPPC/SSSC)

Directeur technique pour Théia et HydrowebNG
Nicolas Baghdadi (INRAE/TETIS/ATTOS/Théia)
Flavien Guillon (CNES/HydrowebNG)

Membres du groupe de travail *utilisateurs* spécifiquement constitué

Un **comité de suivi**, qui fera état hebdomadairement de l'avancée du projet et veille au respect des orientations du comité de pilotage, sera mis en place avec l'équipe projet.