

CCTP

Développement d'un outil d'aide à la reconnaissance des espèces observées en halieutique

De Vincent BADTS

Réf RBE/HISSEO

Version 1.0

Date 26/08/2024

Objet

Cahier de clauses techniques particulières pour le développement d'un outil d'aide à la reconnaissance automatique des espèces observées en halieutique à partir d'images, accessible et utilisable en ligne (application web et mobile).

L'Ifremer, dans ses missions de recherche et d'appuis à la puissance publique, observe le milieu marin et ses activités (la pêche notamment). Parmi les objets observés, qu'ils soient dans (les poissons par exemple) ou au-dessus de la mer (les oiseaux), qu'ils soient dans leur milieu naturel ou capturées (car ciblés par la pêche ou accidentellement capturés), les espèces vivantes de poissons et d'invertébrés marins constituent la part prioritaire. Ces espèces sont identifiées au niveau taxinomique¹ le plus précis possible afin de constituer des jeux de données fiables pour les chercheurs, les experts, professionnels de la pêche et toutes personnes étudiant le socio-écosystème marin.

L'Ifremer développe du matériel d'observation portable qui permettra, entre autres, d'imager, de mesurer et de peser les espèces suivies par nos observatoires (en hexagone et Outre-mer). Les observations pouvant être réalisées à terre (En criée, sur une plage, en laboratoire, etc.), mais aussi en mer, soit sur des navires professionnels, soit sur des navires scientifiques.

Afin d'améliorer la qualité de ses données et faciliter le métier d'observateur, l'Ifremer souhaite développer une application d'aide à la reconnaissance des espèces basée sur de l'analyse d'images et des méthodes d'IA, répondant à un ensemble de critères développés ci-après. Cette application devra s'interfacer avec le matériel d'observation portable en cours de développement (mallette In'Obs).

Le présent marché a pour objectif de fournir une version opérationnelle de l'application ainsi que la documentation associée.



Circuit de validation

Rédigé / Mis à jour par	Vérifié par	Approuvé par
BADTS Vincent Ingénieur qualité Signature	Nom Fonction Signature	Nom Fonction Signature
ROMAGNAN Jean-Baptiste Chercheur Signature		

Suivi des modifications

Version	Modifications	Date
V1.0	Rédaction	septembre 2024
-	-	-

Table des matières

1. Contexte d'utilisation de l'application.....	5
1.1. Observations scientifiques.....	5
1.2. Observations opportunistes.....	6
1.3. Images.....	6
1.3.1. Images et imagerie.....	6
1.3.2. Métadonnées.....	6
1.3.3. Origine des images.....	6
2. Fonctionnalités attendues.....	7
2.1. Structure des applications.....	7
2.1.1. Application Web.....	7
2.1.2. Application mobile.....	7
2.2. Fonctionnalités de base.....	7
2.2.1. Import d'images brutes et de métadonnées associées.....	7
2.2.2. Pré-traitement des images brutes.....	8
2.2.3. Identification automatique.....	8
2.2.4. Contrôle qualité des identifications : visualisation et annotation experte.....	8
2.2.5. Export des données, des métadonnées, des imagerie annotés, ensemble ou séparément.....	9
2.2.6. Fonctions de tri.....	9
2.2.7. Fonction d'enregistrement et de saisie des métadonnées.....	9
2.3. Mode de fonctionnement envisagé.....	9
2.3.1. Application Web.....	9
2.3.2. Application mobile.....	10
3. Liste des espèces à traiter.....	12
4. IA en mode déconnecté.....	12
5. Contraintes techniques.....	12
6. Pilotage.....	12
6.1. Prestation attendue.....	12
6.2. Planning prévisionnel.....	12
6.3. Description des unités d'œuvre.....	13
6.3.1. Rédaction de spécifications techniques détaillées d'une nouvelle fonctionnalité de l'application informatique (OTE1).....	13

6.3.2.	Développement spécifique d'une fonctionnalité de l'application informatique (OTE2).....	14
6.3.3.	Tests de bout en bout d'une fonctionnalité de l'application informatique (OTE3)	14
6.3.4.	Diagnostic et résolution de dysfonctionnements de l'application informatique en mode unité d'œuvre forfaitisée (OTE4)	14
6.3.5.	Planning prévisionnel et volume d'UO.....	14
7.	Propriété.	15
8.	Implication d'un personnel Ifremer.....	Erreur ! Signet non défini.

1. Contexte d'utilisation de l'application.

L'application peut être utilisée par deux publics :

- Les observateurs scientifiques : personnel de l'Ifremer, structures professionnelles, entreprises/Instituts partenaires ou de sous-traitants, qui mettent en œuvre des protocoles scientifiques pour acquérir des données standardisées tout au long de l'année.
- Autres : pêcheur de loisir, grand public, qui souhaitent identifier une espèce ponctuellement et de manière opportuniste (il faut donc prévoir une mise à disposition sur les magasins d'applications en ligne ou en téléchargement libre via un site internet).

1.1. Observations scientifiques

Jusqu'à présent, l'acquisition des données par les observateurs scientifiques se fait par observation et mesure directe des espèces et la saisie et l'enregistrement de ces données se fait par l'intermédiaire de logiciels métiers (par exemple la suite logiciels Allegro ou Imagine du Système d'Informations Halieutiques (SIH)). Certains de ces logiciels permettent déjà d'associer une ou plusieurs images à un individu observé, auquel on a attribué une annotation taxinomique (exemple *Dicentrarchus labrax* pour un bar). Dans ce contexte deux cas d'utilisation de l'application Web sont à prévoir :

- Un mode « temps réel » : ce mode doit permettre de traiter des images acquises par les observateurs, et permettre l'annotation automatique ou manuelle des images, directement après l'acquisition des images. Ce processus peut s'exécuter, soit parce que on est connecté au Web, soit parce que l'on a une version réseau de l'application installée (par exemple sur le serveur du navire). On a la possibilité de soumettre l'image prise pour auto-renseigner le champ « espèce scientifique » (annotation automatique) soit contrôler l'espèce saisie (annotation manuelle, avec risques de confusion).
- Un mode « temps différé » : après avoir terminé les observations (acquisition des images des individus), de retour au bureau, on exporte toutes les images prises et on les soumet à l'application (via Web ou réseau). En retour on récupère une série d'annotations taxinomique et une probabilité associée à chaque annotation ce qui permet de valider et/ou corriger manuellement ou automatiquement les noms des espèces enregistrées par les utilisateurs, ou proposés par l'application.

De plus il faut prévoir la possibilité dans l'application web, d'importer en masse des images qui auront été enregistrées via nos logiciels, stockés dans notre base Harmonie², et qui ont vocation à alimenter les outils d'IA (base d'apprentissage par exemple). Il faut donc avoir une fonctionnalité d'import d'images et de leur métadonnées associées (Espèces, présentation de l'individu, date, heure, position géographique³, contexte d'observation). L'import/export d'images doit aussi s'envisager avec d'autres ressources web (BDD collaboratives, <https://www.imagine-ai.eu>). L'association explicite des images et de ses métadonnées est obligatoire.

² Harmonie : nom de la base de données du Système d'Informations Halieutiques (SIH) de l'Ifremer

³ Position GPS ou zone géographique

1.2. Observations opportunistes

Dans ce contexte, le public utilisera l'application mobile principalement en mode connecté. L'image prise est soumise au serveur et le résultat redescendu vers l'application. L'utilité d'un mode déconnecté peut s'envisager pour permettre à la personne (trop loin du bord de côte par exemple) de prendre des photos des individus capturés et, de retour dans une zone couverte par le réseau GSM, de soumettre ses images à l'application Web. Il peut aussi alors décider de soumettre ses images à la base de données.

Cette application mobile (sur le modèle de PI@ntnet), disponible sur les stores Android et IOS, permettra de prendre une image et de la soumettre au moteur d'IA. Si l'utilisateur a un compte, il peut sauvegarder l'image pour alimenter l'IA.

La version mobile pourra aussi être utilisée par des experts. Identifiées par des utilisateurs experts, les images prises pourront alors alimenter une banque d'images expertes, de référence.

1.3. Images

1.3.1. Images et imagerie

On parlera d'images brutes pour les images originelles de sortie de capteur des objets observés.

On parlera d'imagerie pour les images issues du pré-traitement des images : l'objet aura été détourné (segmentation) et recadrée. L'imagerie sera donc allégée par rapport à l'image brute. Le pré-traitement peut être l'occasion de calcul de variables sur l'objet contenu dans les imagerie (variables morphométriques, variables descriptives des textures, couleurs, etc.).

1.3.2. Métadonnées

Images brutes et imagerie sont toutes associées à leurs métadonnées : Id, date, heure, position GPS, espèce scientifique, projet, propriétaire(s), plus d'autres qualificatifs à préciser.

1.3.3. Origine des images

- Images expertes standardisées issues des observations scientifiques.

Ces images seront réalisées grâce à un module portable équipé d'un plateau surmonté d'une caméra et doté d'un éclairage, la mallette In'Obs. Les images issues de ce module seront donc standardisées. L'image contiendra une mire de couleurs et une échelle.

- Images expertes non standardisées issues des observations scientifiques.

Ces images seront réalisées dans des conditions favorables mais sans le module portable, par exemple via un banc photo, sur le pont du navire, via l'application mobile etc. La couleur du fond, l'éclairage, la distance à l'objet etc. ne seront donc pas standardisés. Ces images pourront aussi bénéficier d'une mire de couleur et d'une échelle.

- Images grand public, issues de l'application mobile.

Dans ce contexte on ne maîtrise pas le mode de prise de l'objet (fond, éclairage, définition etc.).

2. Fonctionnalités attendues

2.1. Structure des applications

Le présent cahier des charges n'a pas la prétention de lister précisément l'ensemble des fonctionnalités, règles métier, attendues. Les développements devront se faire en mode agile, afin d'aboutir à une version opérationnelle des applications.

2.1.1. Application Web

L'application web est constituée de trois modules qui eux-mêmes peuvent être constitués de briques indépendantes :

- Le premier module accueille la base de données images et métadonnées sur un serveur dédié. Ce module est interrogeable, reçoit et met à disposition les images et les métadonnées, pour des utilisateurs, humains ou applicatifs. C'est le module base de données (BDD).
- Le deuxième module est un module de calcul qui héberge et met en œuvre le modèle d'IA qui réalise les identifications automatiques. Ce module communique avec le module base de données. Ce module permet de mettre en œuvre et de manipuler le modèle d'IA : entraînement, fine tuning, tests de performance, et identification automatique une fois le modèle entraîné de manière satisfaisante. Il est hébergé sur un serveur dédié au calcul.
- Le troisième module est l'interface Homme-machine (IHM) qui permet d'utiliser l'application et ses fonctionnalités de bases de données et de calcul. Il devra être accessible et mis en œuvre depuis un navigateur web, et constituera la porte d'entrée pour utiliser l'application. Il permet aussi, via des IHM, de gérer, analyser et qualifier les images, modifier les métadonnées.

Des API permettent la communication entre les trois modules.

2.1.2. Application mobile

L'application mobile fonctionnera selon le modèle PI@ntNet. Il existe de nombreuses applications dans l'univers des poissons qui peuvent servir de modèle ou de base : « Fish trace », « Fishven », « Fishola », « ipêche », (Liste non exhaustive)

2.2. Fonctionnalités de base

2.2.1. Import d'images brutes et de métadonnées associées

L'application doit permettre d'importer des images brutes de sortie capteur, associées à leurs métadonnées, individuellement, soit via le web, soit via un réseau hébergeant une instance de l'application. Ces images brutes importées seront stockées dans le module BDD de l'application, associées à leurs métadonnées, et doivent être accessibles et visualisables. À partir de là, elles devront être accessibles au module de calcul de l'application. L'importation et le stockage des images devront être mis en œuvre sous la forme de « projets » indépendants et interconnectables. Un projet correspondra à une série d'échantillons (par exemple une campagne de suivi halieutique). Chaque échantillon peut contenir des images de plusieurs objets (poissons), et chaque objet peut être associé à plusieurs images (par exemple : vue dorsale, vue latérale). L'importation doit obligatoirement associer chaque image à ses métadonnées individuellement.

2.2.2. Pré-traitement des images brutes

Le pré-traitement des images brutes consiste en une détection, une segmentation du ou des objets d'intérêt dans l'image brute, et une soustraction du fond. L'objectif de cette étape est de supprimer le fond de l'image brute, et de ne garder que l'objet d'intérêt dans l'imagette traitée, pour faciliter, accélérer et fiabiliser le travail d'identification de l'IA. Le pré-traitement est réalisé par le module de calcul de l'application. Les imagettes générées par ce processus de pré-traitement doivent être associées à leurs images brutes, et encore une fois à leurs métadonnées, individuellement. Les imagettes pré-traitées sont stockées sur le module BDD, et doivent être accessibles, visualisables et utilisables pour les traitements à suivre (annotation automatique ou experte).

2.2.3. Identification automatique

Création, mise à jour et gestion des bases de données images d'entraînement

L'application doit permettre la création d'un ou plusieurs jeux de données catégoriel (images + métadonnées) d'entraînement du modèle d'IA qui permettra l'identification automatique : les bases d'entraînement (training sets). Ces training sets doivent pouvoir évoluer au cours du temps, être modifiés, enrichis et testés régulièrement (par exemple par cross-validation). Les images constituant ces training sets doivent être visualisables. Chaque objet nouvellement annoté doit pouvoir intégrer un training set. Les training sets sont hébergés dans le module BDD, et utilisés par le module de calcul.

Modèle d'IA

L'application embarque un modèle d'IA de type CNN de développement récent. Ce modèle doit être développé, paramétré, testé et entraîné avec des trainings sets. Ce modèle est utilisé pour l'identification automatique des objets d'intérêt sur les imagettes pré-traitées. L'application doit permettre la manipulation de ce modèle : entraînement, paramétrisation, test de performance, mise en œuvre. Le modèle d'IA est mis en œuvre par le module de calcul.

Test des performances du modèle d'IA avec les bases de données images d'entraînement

L'application doit permettre d'entraîner, tester et modifier au besoin le modèle d'IA utilisé. Elle doit permettre de le dupliquer pour modification et adaptation à différents jeux de données d'apprentissage (par exemple, un modèle pour les poissons pélagiques et un autre pour les poissons démersaux).

Mise en œuvre du modèle d'IA pour identifier automatiquement les imagettes non-identifiées

L'application doit permettre la mise en œuvre de modèles d'IA pour identifier des imagettes, seules ou en lots (échantillons, projets).

2.2.4. Contrôle qualité des identifications : visualisation et annotation experte

L'application doit permettre de visualiser les imagettes associées à leurs annotations, issues de l'identification automatique par IA ou bien par annotation experte. Les statuts des annotations doivent différer selon que l'annotation est (i) non réalisée, (ii) faite uniquement par l'IA, ou (iii) par un expert (directement, ou après consultation et contrôle qualité des annotations automatiques par IA). Les annotations doivent être nominatives, et datées : le nom de l'expert ou de l'IA ainsi que la date d'annotation doivent constituer des nouvelles métadonnées associées à l'imagette annotée, dans un souci de traçabilité des annotations et de contrôle qualité. Les annotations doivent être explicites et nécessiter une action de l'expert annotateur (une action pour valider une annotation) : une simple visualisation de suffit pas à annoter, même dans le cas d'une vérification des annotations automatiques par un expert.

2.2.5. Export des données, des métadonnées, des imagerie annotés, ensemble ou séparément

L'application doit permettre d'exporter des jeux de données imagerie + métadonnées, ensemble ou séparément, de manière versionnée (au moins daté), dans des formats compatibles avec les bases de données du SIH (Harmonie), et dans un format qui permette d'associer chaque imagerie à ses métadonnées individuellement. Elle doit également permettre l'export des imagerie + métadonnées dans un format qui permettent le partage, et la réutilisation par d'autres utilisateurs et d'autres plateformes (bases de données internationales par exemple, bases de données du CIEM, etc).

2.2.6. Fonctions de tri

L'application doit mettre en œuvre des fonctions de tri des images brutes, imagerie, et objets, à partir des métadonnées (initiales et générés par les processus de traitement), des propriétés morphométriques extraites lors du pré-traitement des images, et des annotations automatiques et expertes. Ces fonctions de tri doivent permettre de faciliter la visualisation et le tri des imagerie en vue de leur validation experte, ou de leur tri et échantillonnage pour analyse scientifique, export, etc. Ces fonctions de tri doivent être paramétrables indépendamment pour chaque projet (jeu de données images + métadonnées).

2.2.7. Fonction d'enregistrement et de saisie des métadonnées

L'application doit permettre de saisir et/ou d'enregistrer automatiquement des métadonnées avant, pendant et après les processus d'acquisition et de traitement, i.e. à chaque étape du processus de génération de la donnée. Les métadonnées doivent être associées individuellement à chaque image brute, imagerie traitée ou annotée, et à chaque objet, tout au long du processus de génération de la donnée : à la capture, à l'import, au prétraitement et à l'annotation et à l'export. Les métadonnées doivent être modifiables, individuellement, et par lots. Chaque étape du processus génère des métadonnées automatiquement pour la traçabilité de la génération de la donnée, et son contrôle qualité.

2.3. Mode de fonctionnement envisagé

2.3.1. Application Web

L'application Web pourra fonctionner selon 2 modes. Ce paragraphe explique en quoi consistent ces deux modes de fonctionnement.

Préalablement à la capture d'images, les utilisateurs créent un « projet » dans l'application, et renseignent des métadonnées initiales qui s'appliqueront à tous les objets du projet, par exemple nom de la campagne, date de début de la campagne, navire, etc.

- Mode connecté temps réel :
 - L'utilisateur capture une image avec le capteur
 - L'image et ses métadonnées sont téléchargées dans l'application via l'IHM
 - L'utilisateur interroge l'application pour avoir une identification faunistique de l'objet que contient l'image
 - L'application traite l'image (segmentation)
 - L'application identifie l'objet avec son modèle d'IA
 - L'application notifie l'utilisateur en temps réel du résultat de l'identification en y associant une probabilité d'exactitude, et en notifiant également les confusions possibles, avec leurs probabilités
 - L'utilisateur valide ou corrige l'identification fournie par l'application

- L'application stocke l'image annotée sur le serveur BDD
- Mode non connecté
 - L'utilisateur capture une image avec le capteur
 - L'image et ses métadonnées sont stockées dans l'application sur le terminal de l'utilisateur
 - Une fois reconnectée, l'instance du terminal de l'utilisateur est synchronisée avec les serveurs de l'application : les images capturées mais non traitées et non identifiées sont téléchargées dans le serveur BDD
 - L'utilisateur interroge l'application pour avoir une identification faunistique des objets que contient le lot d'images
 - L'application traite les images (segmentation)
 - L'application identifie les objets avec son modèle d'IA
 - L'application notifie l'utilisateur en temps réel du résultat de l'identification en y associant une probabilité d'exactitude à chaque objet, et en notifiant également les confusions possibles, avec leurs probabilités
 - L'utilisateur valide ou corrige les identifications fournies par l'application
 - L'application stocke les images annotées sur le serveur BDD

Dans tous les cas, l'utilisateur complète son projet en associant les métadonnées relatives aux échantillons (position géographique, nom des échantillons, numéro de trait de chalut ou de pêche dans la campagne), et aux objets (images brutes), si besoin (par exemple : vue ventrale, vue dorsale, etc.), aux images brutes capturées. Si l'application est connectée à un GPS, les coordonnées GPS de la capture d'image sont enregistrées automatiquement en métadonnées de la capture, ainsi que la date et l'heure en temps universel, en métadonnées associées à l'image.

2.3.2. Application mobile

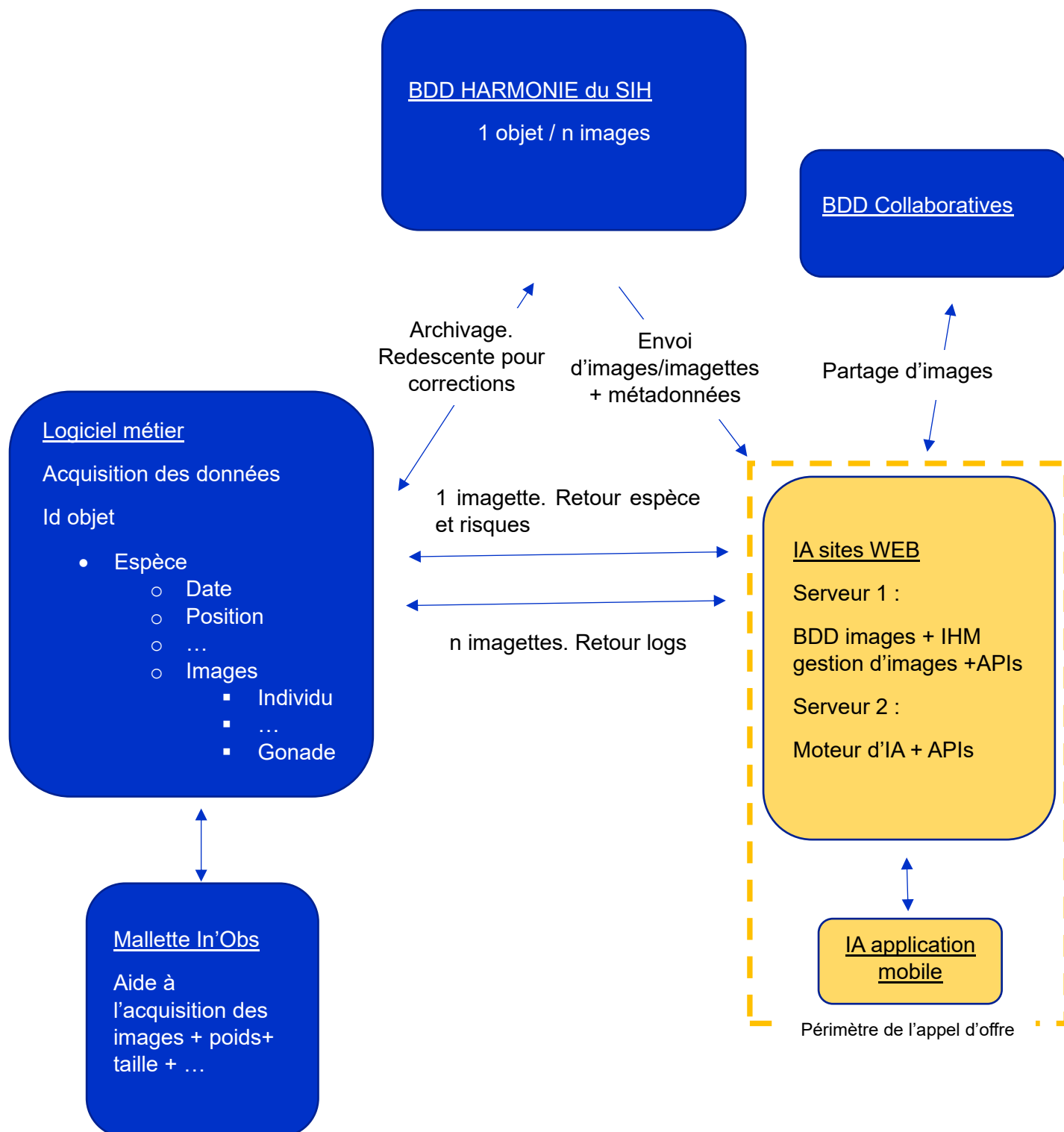
Fonctionnement de base : l'utilisateur, via son smartphone, prend en photo une espèce de poisson, il soumet la photo au modèle qui lui retourne une liste d'espèces avec une probabilité de correspondance.

Autres fonctionnalités :

- Utilisation avec ou sans compte.
- Se créer un compte. Cela permet à l'utilisateur de sauvegarder ses images sur le serveur.
- Multi langues : Français, Anglais, Espagnol, Portugais
- Gestion profil : standard ou expert. Cela permet de qualifier les images.
- Soumission de l'image au serveur pour identification, réponse est donnée sous la forme d'une liste de taxons⁴ avec un pourcentage de certitude.
- Mode connecté ou déconnecté en option.
- Le développement se faisant en mode agile, toutes les autres fonctionnalités seront vues au cas par cas en fonction des priorités et du budget.

⁴ Unité taxinomique (telle qu'une famille, un genre, une espèce)

Schéma du positionnement de l'application web et de l'application Android par rapport aux outils du SIH et autres bases de données



3. Liste des espèces à traiter.

Le projet, durant les 3 prochaines années, porte principalement sur des espèces pêchées sur le territoire de la Guyane (environs 50 espèces). Pendant ces 3 années, le projet pourra être enrichi d'espèces pêchées sur d'autres territoire (en hexagone par exemple) afin de bénéficier d'observatoires permettant l'acquisition facilitée d'images de référence pour tester l'algorithme. Ainsi il sera possible d'ajouter des espèces observées au cours des campagnes scientifiques réalisées annuellement en hexagone.

À terme, l'application permettra de couvrir la totalité des espèces observées en halieutique en hexagone et en outre-mer, soit plus de 5000 espèces.

4. IA en mode déconnecté

La possibilité d'avoir la reconnaissance de taxon en mode déconnecté n'est pas fondamentale pour ce projet. Cela reste cependant une option intéressante qui peut être proposée dans la réponse en spécifiant bien ses limites d'usages.

5. Contraintes techniques.

L'application Web sera installée sur les serveurs de l'Ifremer et devra respecter les contraintes suivantes :

- Application dockerisée.
- Connection au LDAP Ifremer.
- Code en Python.
- Plusieurs opérateurs doivent pouvoir utiliser l'application en mode connecté en même temps, pour toutes les tâches.
- Dépôt des sources sur le GIT de l'Ifremer.

L'ensemble des exigences à respecter sont décrites dans le document annexé : 2024-05-30-resume-des-exigences-hebergement.pdf.

6. Pilotage

6.1. Prestation attendue

Développement et fourniture de la totalité des applications

Les codes sources des applications Web et mobile.

La documentation technique et les guides d'utilisation.

6.2. Planning prévisionnel.

- 2025 : afin de correctement s'intercaler avec les autres développements du projet In'Obs, il serait souhaitable de ne pas dépasser 6 mois de projet.
- 2026 : Option MCO et développements de versions 2
- 2027 : Option MCO et développements de versions 3
- 2028 : Option MCO

6.3. Description des unités d'œuvre

Une unité d'œuvre (UO) correspond à un processus standardisé concourant à la réalisation d'un service ou d'un produit qui est « formaté ». Exprimer la réalisation de prestations en UO permet ainsi de fixer financièrement dans le contrat la réalisation d'un engagement de résultat, le fournisseur étant lié par un livrable à fournir, quels que soient les moyens qu'il aura réellement employés au cours de son processus.

Une UO se résume essentiellement par :

- Une opération technique élémentaire (OTE) à réaliser,
- Un livrable ou produit résultant d'un processus de production,
- Un délai standard de réalisation, fixé à **1 jour d'exécution par UO**
- La vérification de la satisfaction des exigences.
- Un prix unitaire « global » correspondant à la réalisation d'une unité du produit.

L'UO est un élément unitaire qui est multiplié en fonction de la tâche à réaliser (volume, complexité, etc.). Elle correspond à un délai d'exécution de la prestation d'une journée pour une tâche à effectuer, comprenant la réalisation, le pilotage et l'administration de la prestation.

A chaque UO, on associe une charge standard. Celle-ci doit aussi tenir compte des compétences et du niveau des personnes composant l'équipe projet. Ceci permet de définir des coefficients de charges globaux qui sont appliqués à l'ensemble des développements.

Les UO se déclinent en quatre types d'opérations techniques élémentaires (OTE) définies comme suit :

Code	Nom	Libellé
OTE1	Spécification	Rédaction de spécifications techniques détaillées d'une nouvelle fonctionnalité de l'application informatique
OTE2	Développement	Développement spécifique d'une nouvelle fonctionnalité de l'application informatique
OT3	Tests	Tests de bout en bout (unitaires, validation, intégration, non régression et performance) des fonctionnalités de l'application informatique
OT4	Résolution anomalie	Diagnostic et résolution de dysfonctionnements de l'application informatique

6.3.1. Rédaction de spécifications techniques détaillées d'une nouvelle fonctionnalité de l'application informatique (OTE1)

- Définition / objectif de la prestation : Il s'agit d'établir les spécifications des nouvelles fonctionnalités de l'application informatique
- Livrables attendus :
 - Le dossier de spécifications, qui doit prendre en compte les éléments suivants :

- Description des environnements de développement, de qualification et d'exploitation ;
- Description des contraintes d'intégration et d'interfaçage ;
- Attentes en termes d'exploitabilité ;
- Performances attendues et niveau de service requis.
- Le dossier de recette, décrivant l'ensemble des tests à réaliser pour valider la fonctionnalité.

6.3.2. Développement spécifique d'une fonctionnalité de l'application informatique (OTE2)

- Définition / objectif de la prestation : Il s'agit à partir de spécifications produites antérieurement de développer ou faire évoluer les programmes informatiques nécessaires pour faire évoluer une application informatique.
- Livrables attendus :
 - Prototypage de la fonctionnalité (si demandé) ;
 - Documentation relative aux programmes informatiques de l'application (dont procédure d'installation dans les environnements de développement / qualification / exploitation, documentation technique, documentation utilisateurs dont mode opératoire à destination de l'exploitation) ;
 - Code source sur support électronique et le cas échéant, fichiers installables ;
 - Transfert de compétences pour modification du code source sur l'application.

6.3.3. Tests de bout en bout d'une fonctionnalité de l'application informatique (OTE3)

- Définition / objectif de la prestation : Il s'agit de mener l'ensemble des tests afin de livrer une fonctionnalité qui soit fiable et qui respecte la totalité des spécifications fonctionnelles et techniques.
- Livrable attendu : Le dossier de tests (tests déroulés et résultats).

6.3.4. Diagnostic et résolution de dysfonctionnements de l'application informatique en mode unité d'œuvre forfaitisée (OTE4)

- Définition / objectif de la prestation : Il s'agit de diagnostiquer le dysfonctionnement d'une application informatique et résoudre le dysfonctionnement identifié lors du diagnostic.
- Livrables attendus :
 - Rapport détaillé d'identification du problème, avec recommandations de résolution (dont méthodologie) et estimation des charges de résolution du problème ;
 - Rapport de résolution d'incident ;
 - Dossier de documentation technique et utilisateurs mis à jour ;
 - Code source sur support électronique et le cas échéant, fichiers installables.

6.3.5. Planning prévisionnel et volume d'UO

- 2025 :
 - Développement d'une version 1 en production pour les différentes applications. Le délai de livraison de ces premières versions sera au plus tard de 6 mois à compter de la notification du marché.
- 2026 :
 - Option MCO de la V1 : **16 UO** de type OTE4
 - Option développement de versions 2 en production : **34 UO** de type OTE1, OTE2 et OTE3

- 2027 :
 - Option MCO des V2 : **16 UO** de type OTE4
 - Option développement de versions 3 en production : **17 UO** de type OTE1, OT2 et OT3
- 2028 :
 - Option MCO des V3 : **16 UO** de type OTE4

Le volume d'UO indiqué ci-dessous ne constitue pas un engagement de commande pour l'Ifremer.

L'annexe financière détail les quantités estimatives de chaque UO sur les 4 années du marché.

7. Propriété.

Développements en logiciel libre.