



PRÉFET
DE LA RÉGION
GUYANE
*Liberté
Égalité
Fraternité*

OAM

Observatoire de l'Activité
Minière en Guyane



Semaine géomatique et télédétection en Guyane
18 - 22 octobre 2021 - Cayenne

GARIMPIAS

Garimpo Intelligence Artificielle Satellitaire

Sébastien LINARES Chef de projet OAM – EMOPI

Mathilde ANDRE Spécialiste géomatique – ONF Guyane

Jean-Yves GARINET Expert SIG - Magellium

GARIMPIAS Garimpo Intelligence Artificielle Satellitaire

Automatisation des traitements d'images satellitaires pour le suivi de la déforestation et de la turbidité liés à l'activité minière dans le massif forestier guyanais

- **L'OAM : 20 ans de télédétection**
- **Construire une infrastructure**
- **Développer une approche intégrée**
- **Automatiser les détections**
- **Pallier l'ennuagement**
- **Suites du projet**







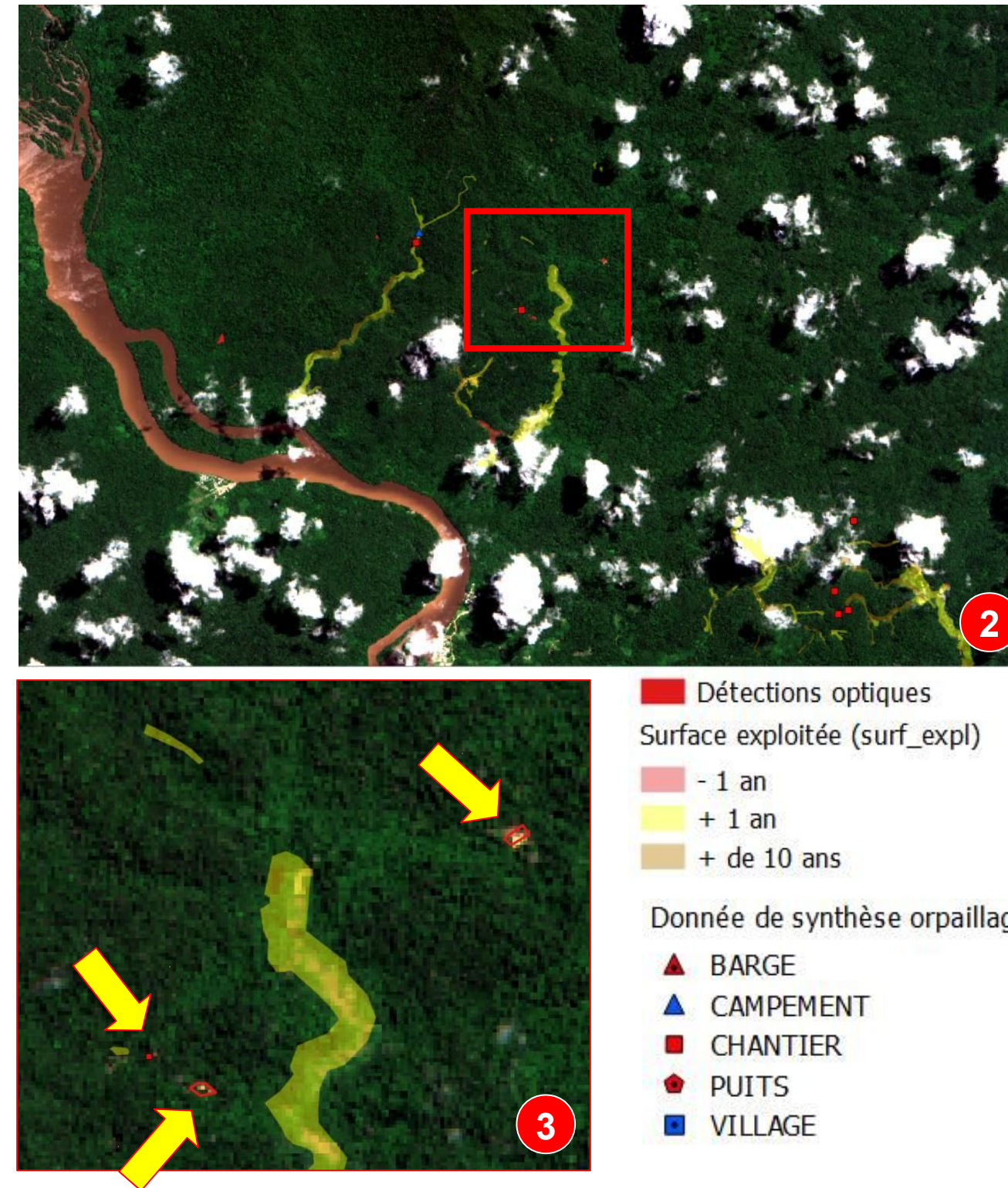
L'OAM : 20 ans de télédétection

Un processus simple et éprouvé...



Ouest Guyane Maroni / Papaïchton

- 1** : Acquisition (automatisée) SENTINEL, vérification de l'ennuage
- 2** : Repérage au 1/50 000e
- 3** : Identification / numérisation au 1/5 000e

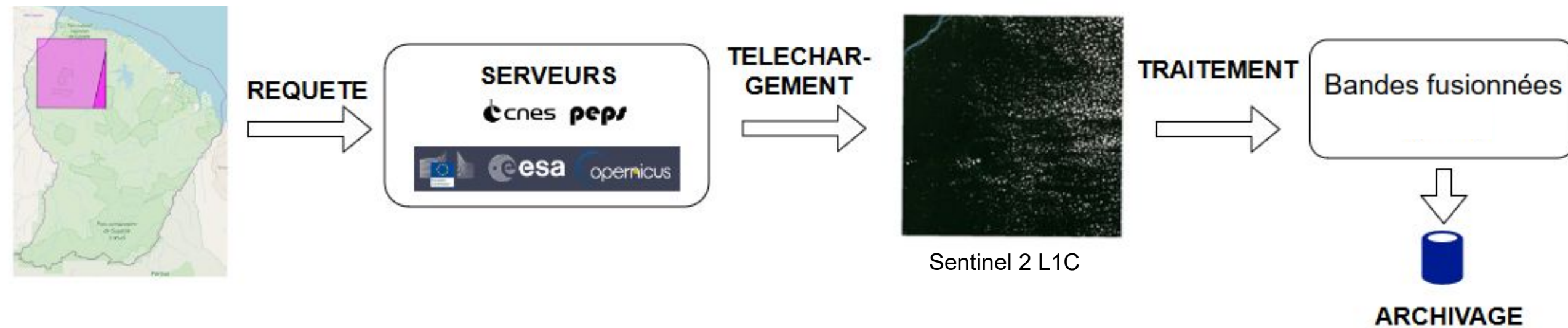


... mais une charge de travail conséquente

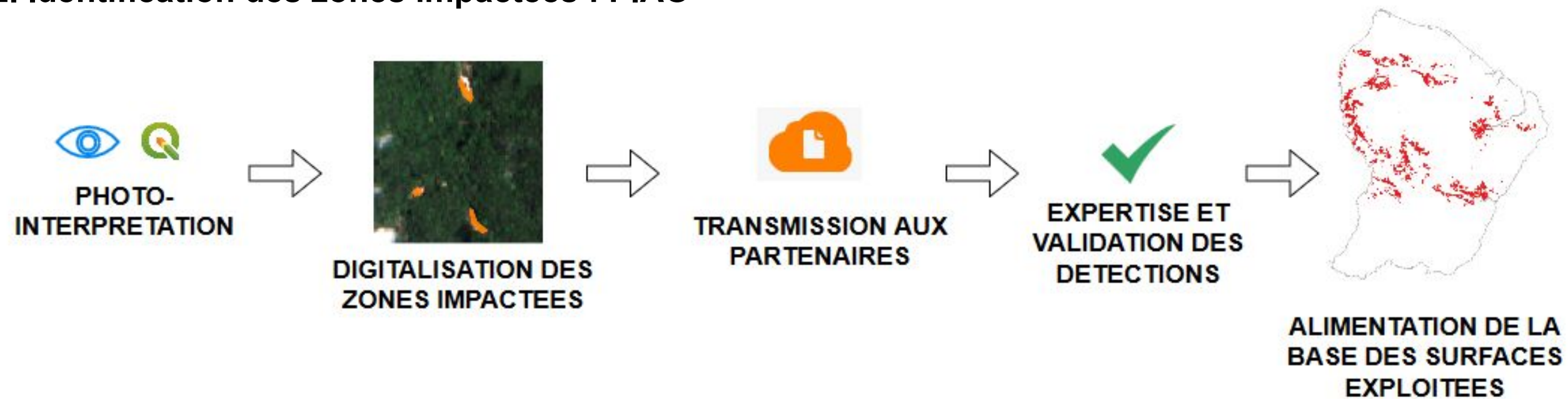
L'OAM : 20 ans de télédétection

Un chaîne de traitement hebdomadaire semi-automatisée

1. Acquisition des images automatisée : Sen2chain



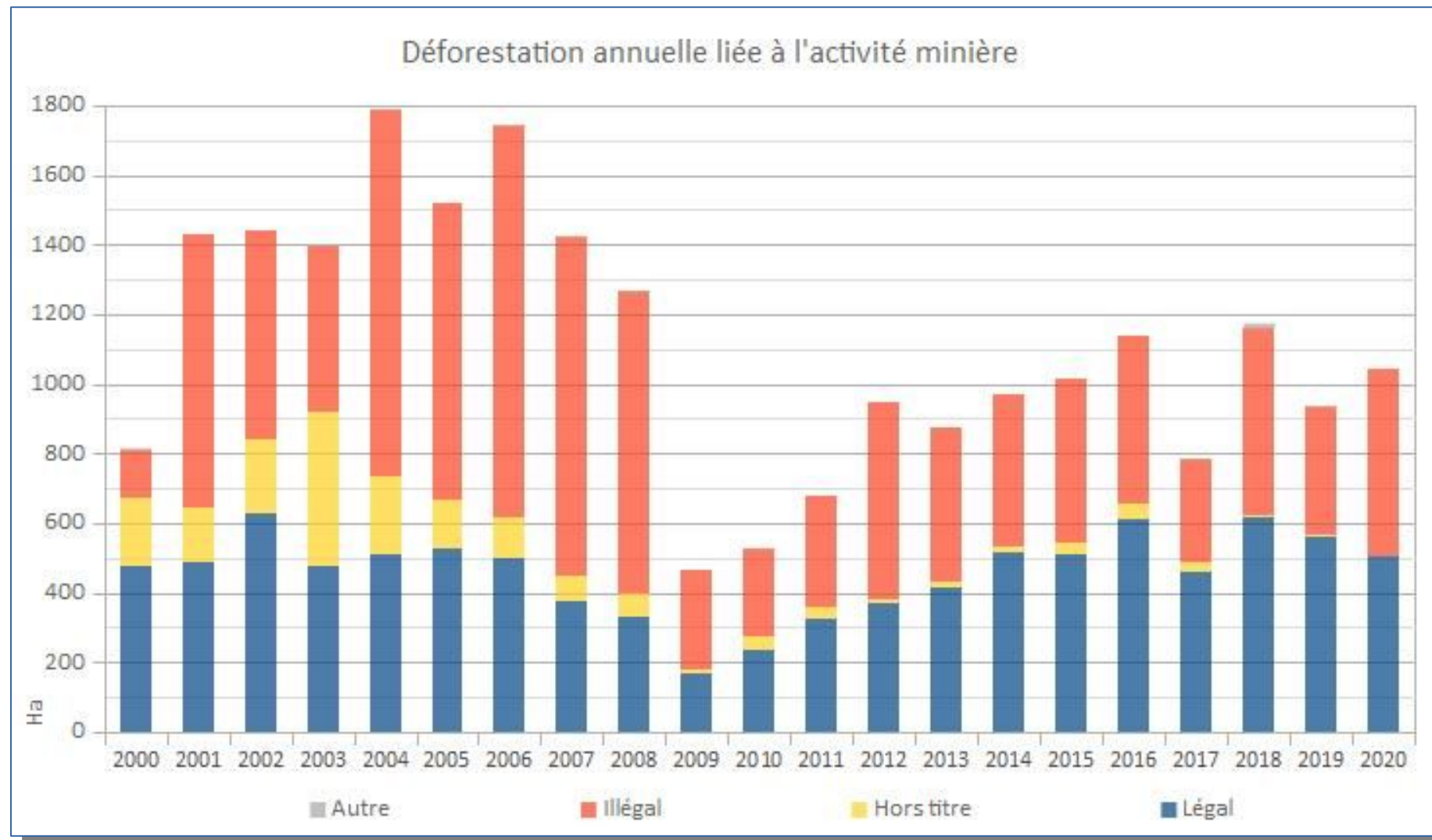
2. Identification des zones impactées : PIAO



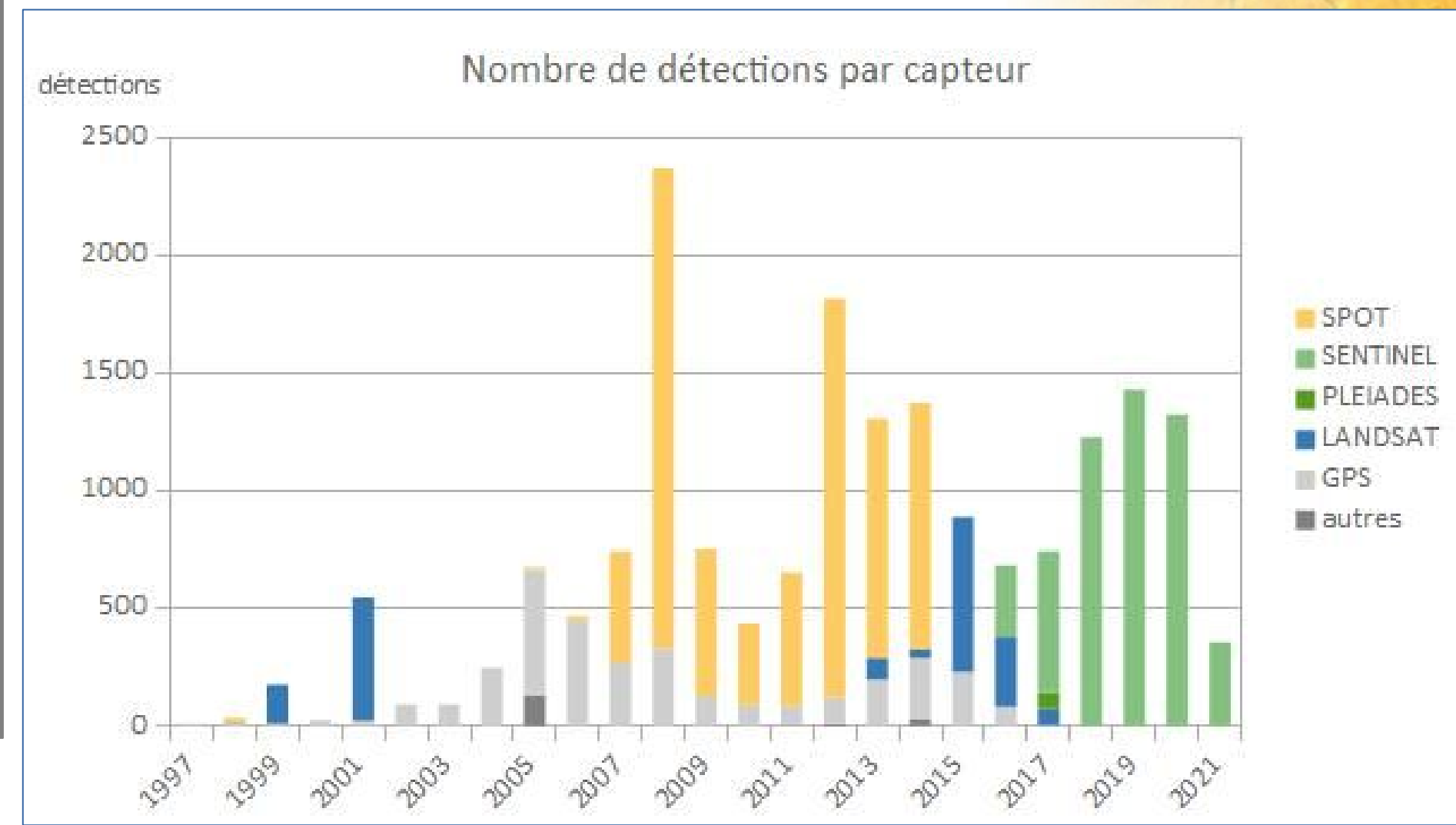
L'OAM : 20 ans de télédétection / 30 ans de données

31 542 ha numérisés, 19 106 détections, des alertes hebdomadaires

Une mesure précise de la déforestation



Une adaptation technologique continue



- ✓ Un patrimoine de données important : base d'apprentissage pour de nouveaux développements
- ✓ L'opportunité (révolution) des services COPENICUS / SENTINEL

Image S2 RVB du 23/10/2020

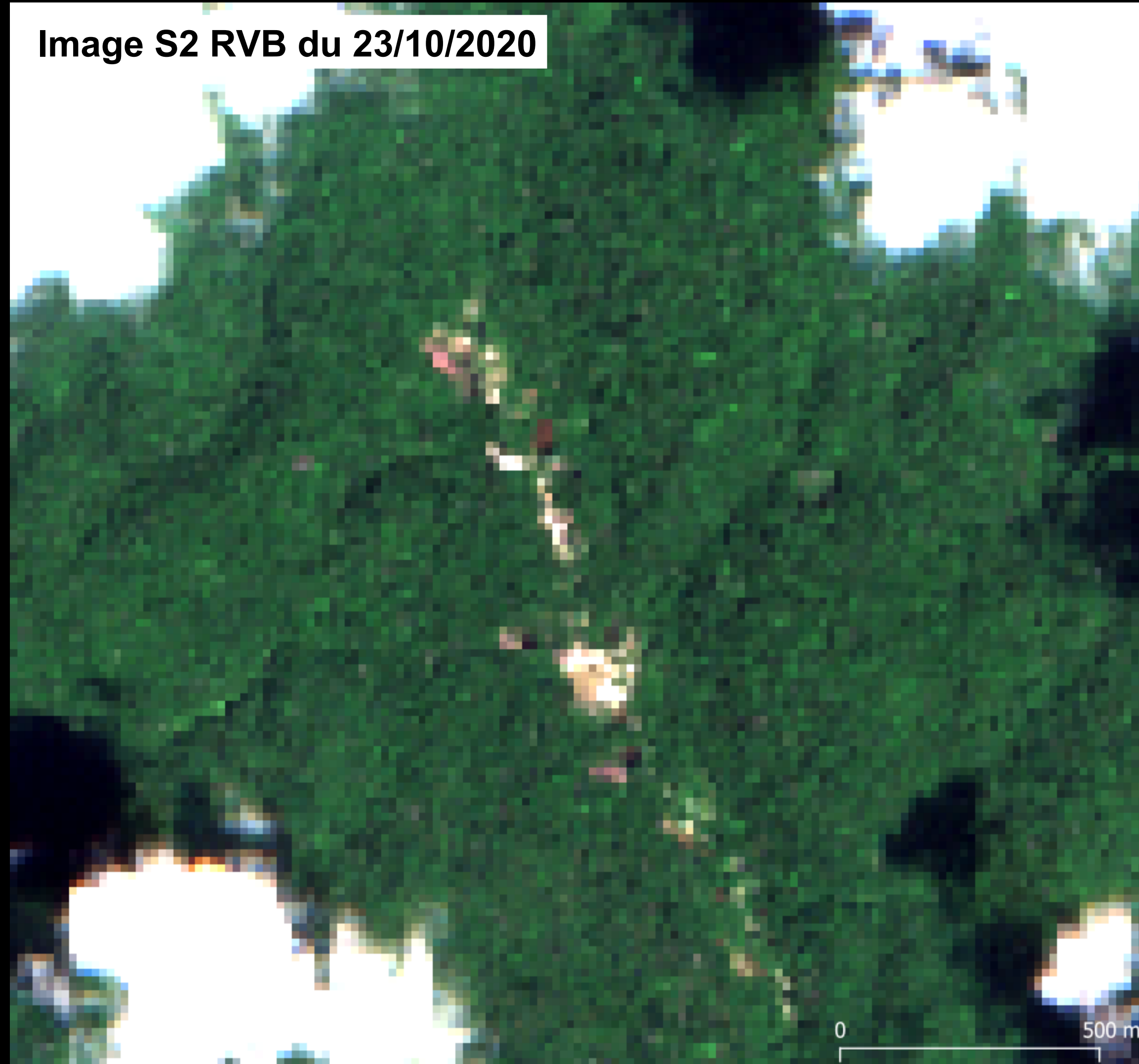


Image S2 RVB du 23/10/2020

• OAM : historique surfaces exploitées

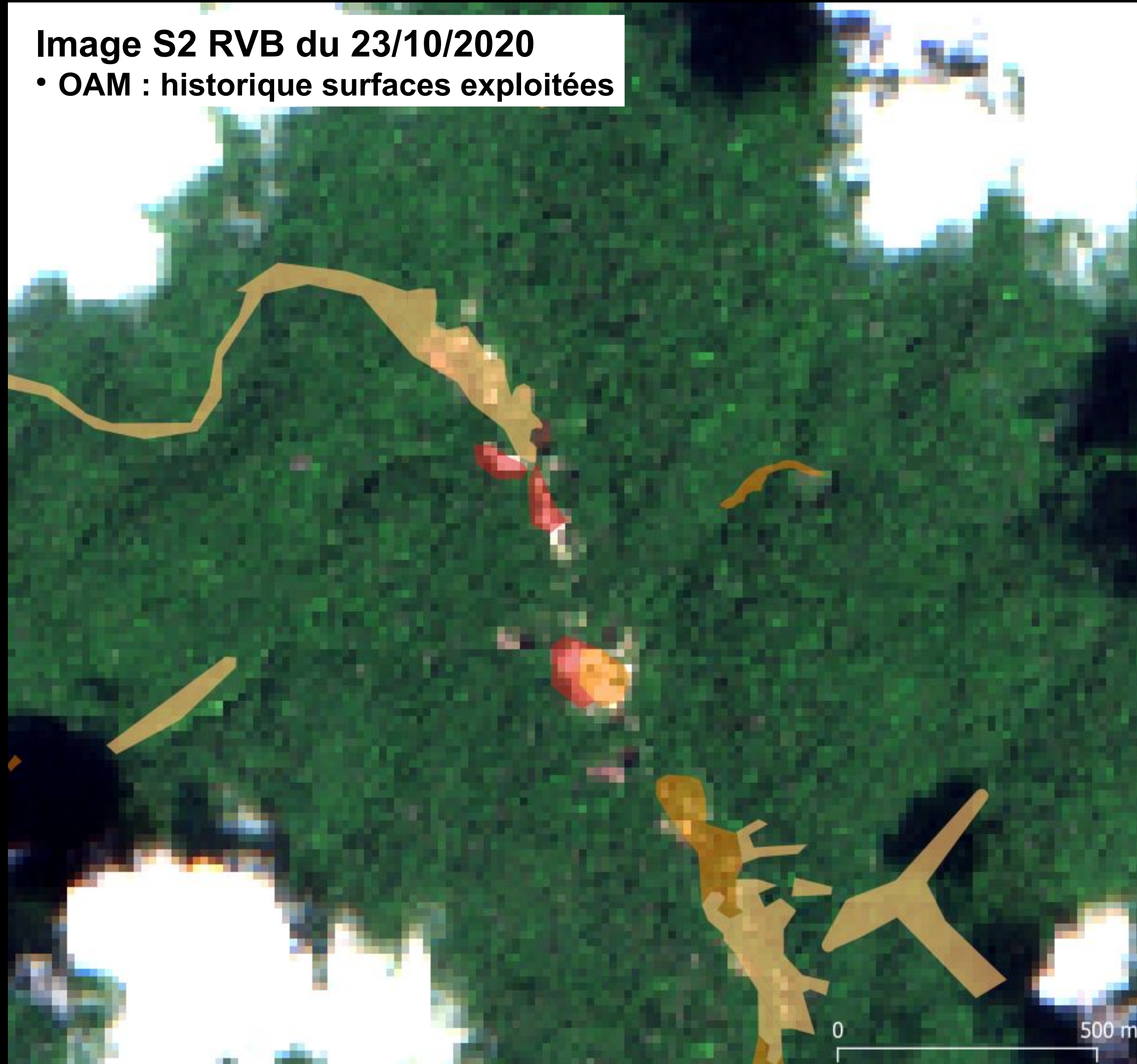


Image S2 RVB du 23/10/2020

- OAM : historique surfaces exploitées
- Détections optiques PIAO du 23/10

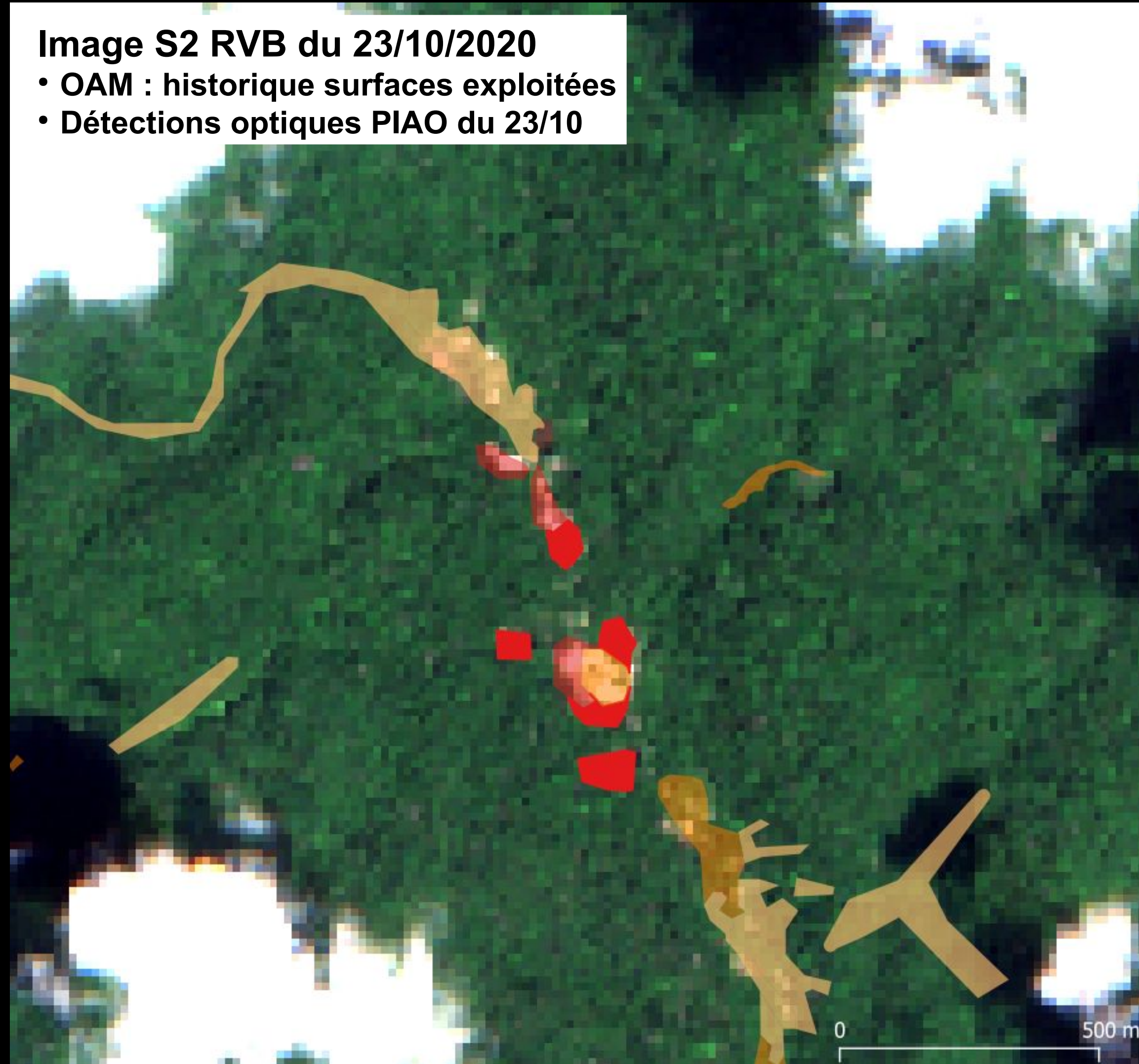


Image S2 RVB du 23/10/2020

- OAM : historique surfaces exploitées
- GARIMPIAS : ZDF automatisées

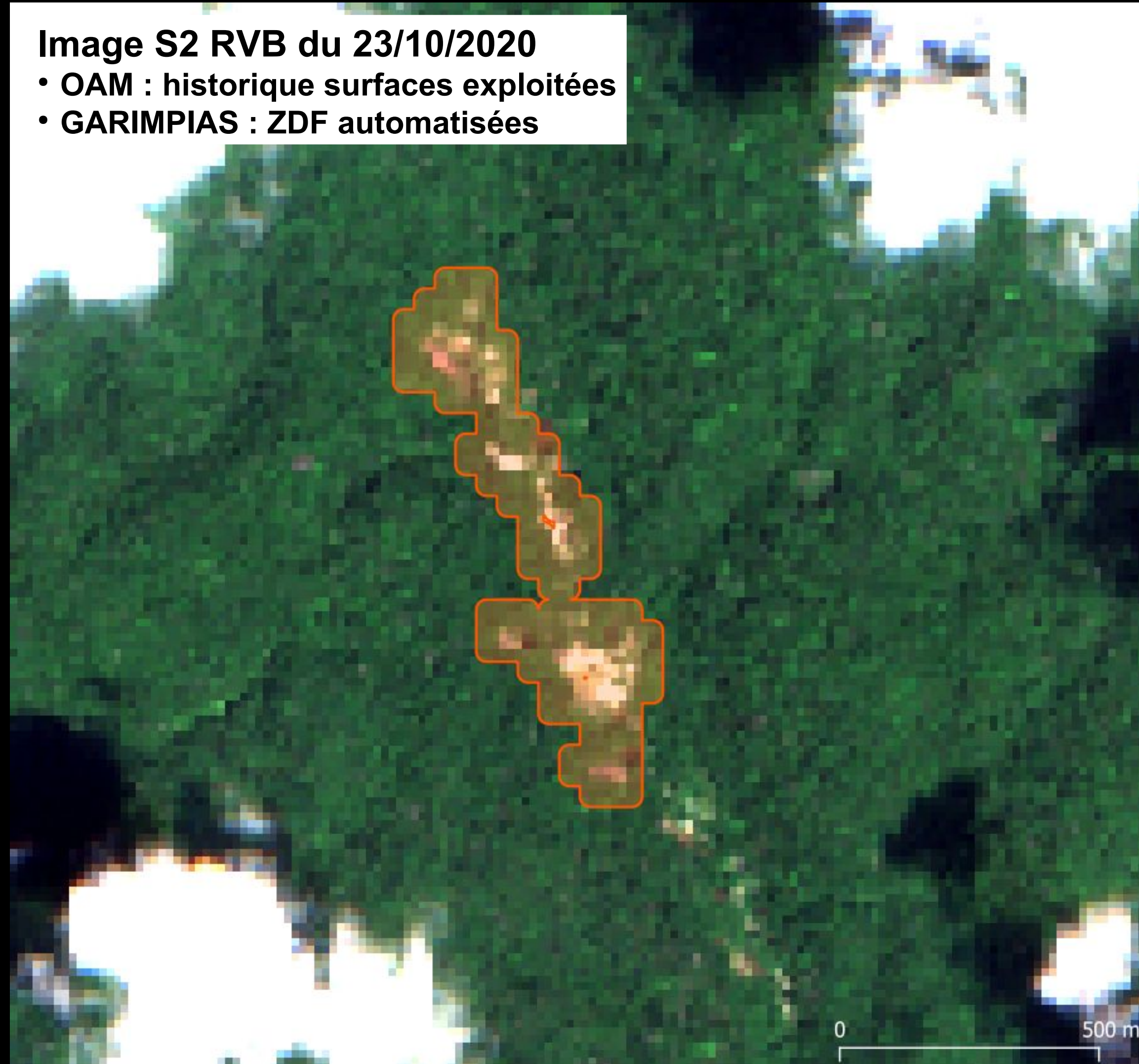


Image S2 RVB du 23/10/2020

- OAM : historique surfaces exploitées
- Détections optiques PIAO du 23/10
- GARIMPIAS : ZDF automatisées

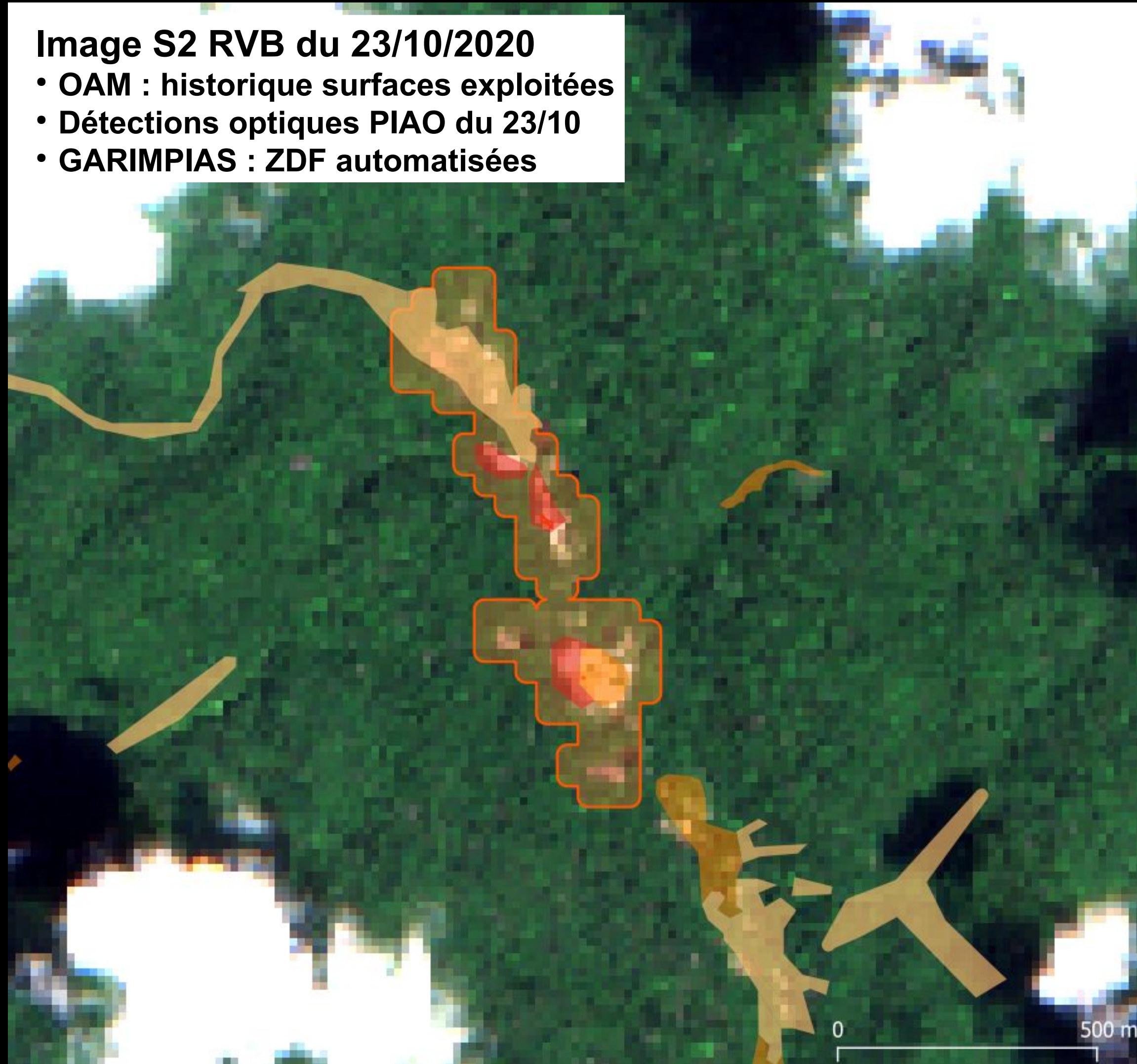
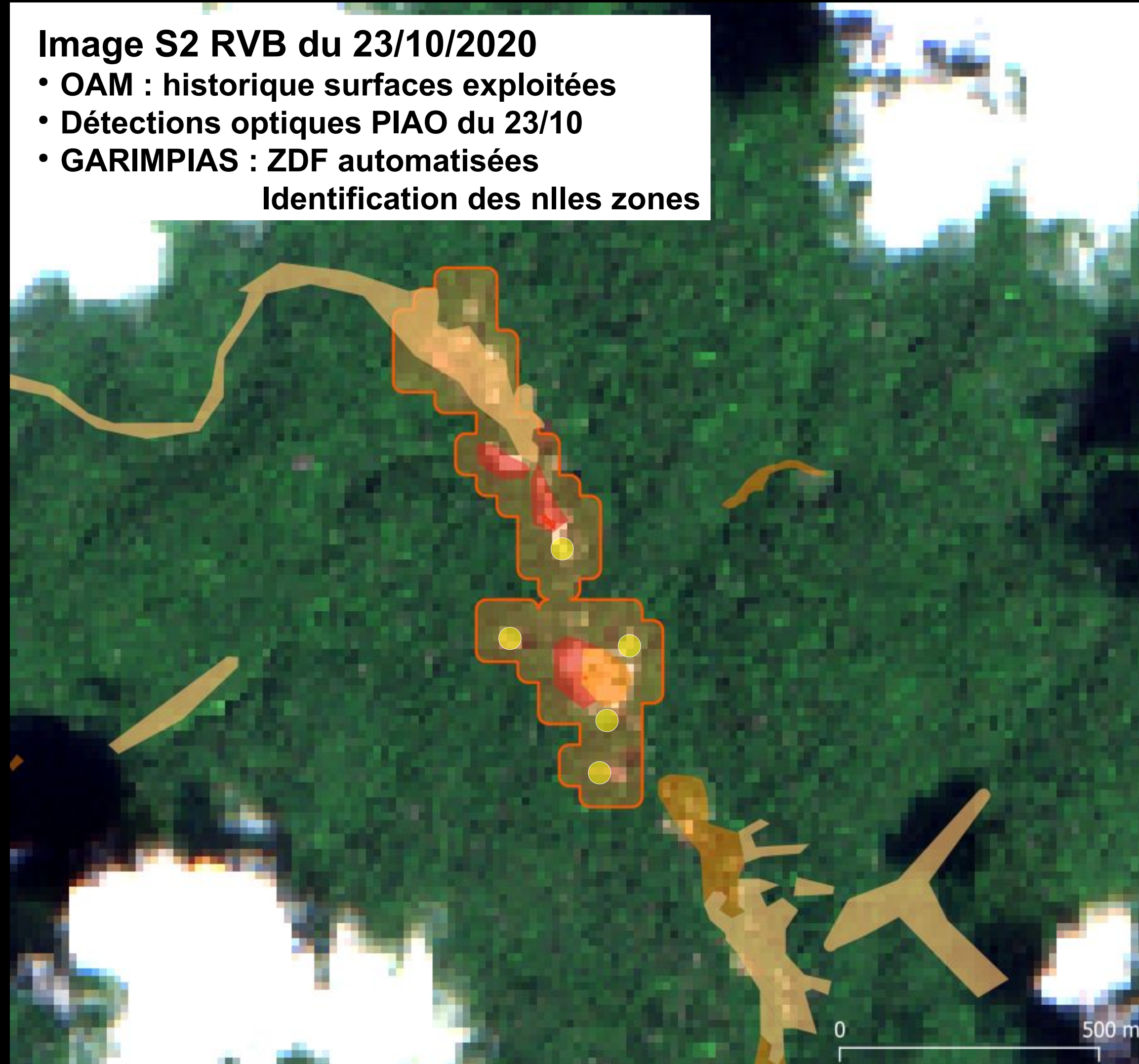
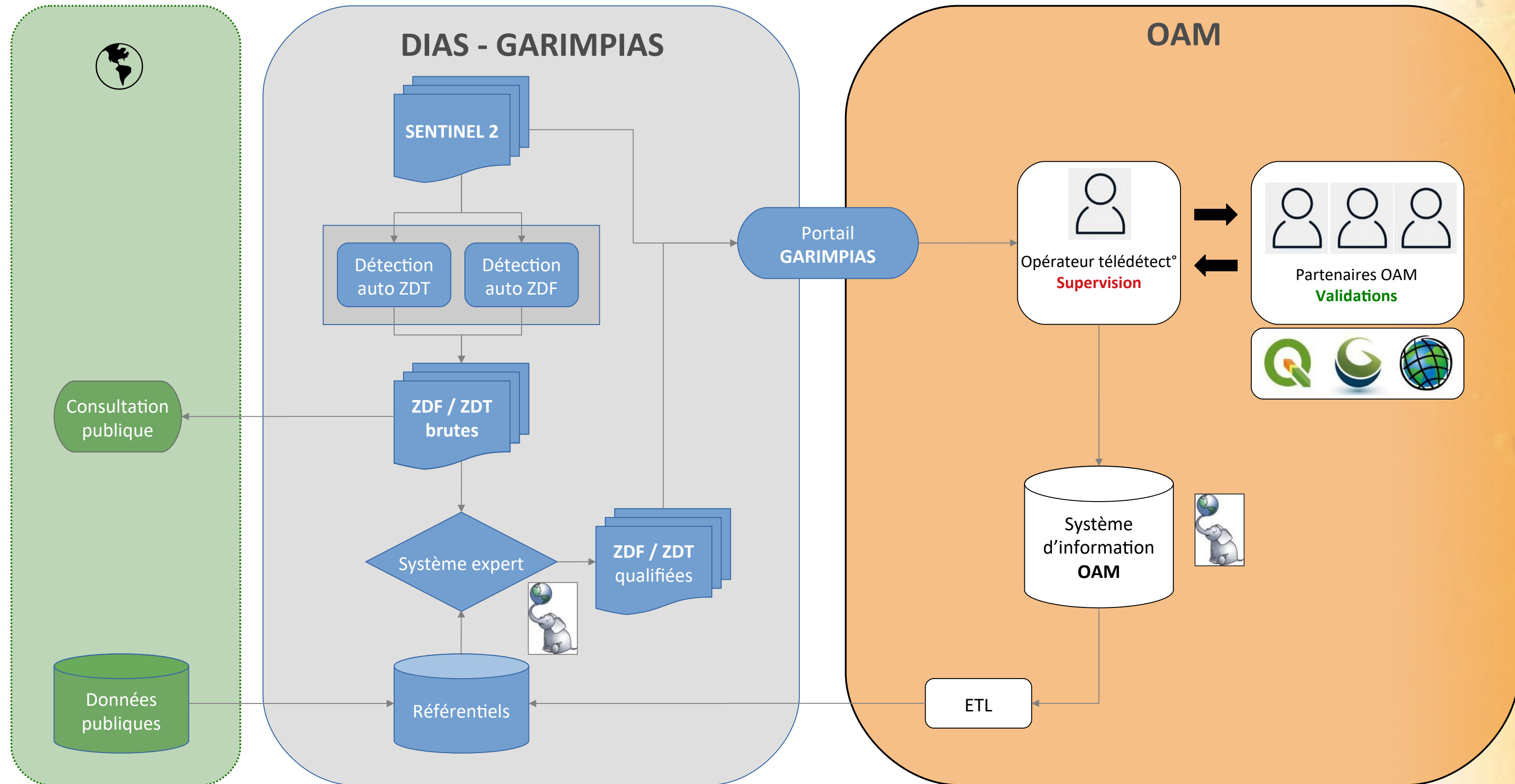


Image S2 RVB du 23/10/2020

- OAM : historique surfaces exploitées
 - Détections optiques PIAO du 23/10
 - GARIMPIAS : ZDF automatisées
- Identification des nlls zones



GARIMPIAS : Construire une architecture

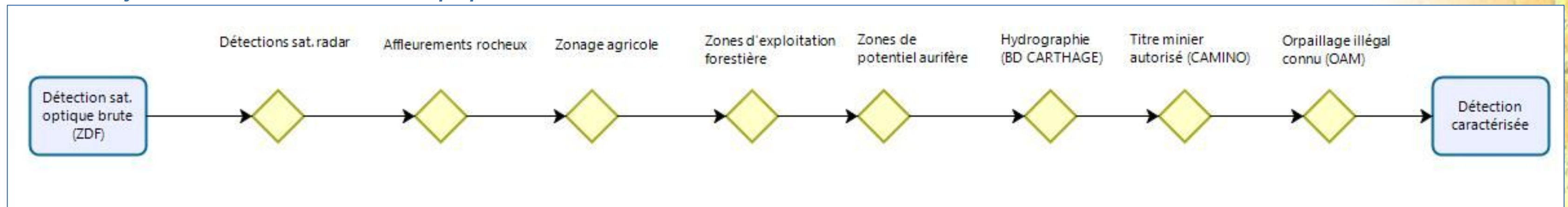


GARIMPIAS : Développer une approche intégrée

1 ➔ Prendre en compte les données disponibles pour mieux caractériser les détections

- Recoupement avec les données d'environnement sur les milieux naturels
- Recoupement avec les données métiers relatives aux activités en lien avec la forêt
- Articulation avec les autres processus de détection des déforestations

Fil de l'analyse contextuelle des détections optiques



2 ➔ Mettre en place un système expert sur la base d'un arbre de décision

- Analyse par recoupement spatial et temporel

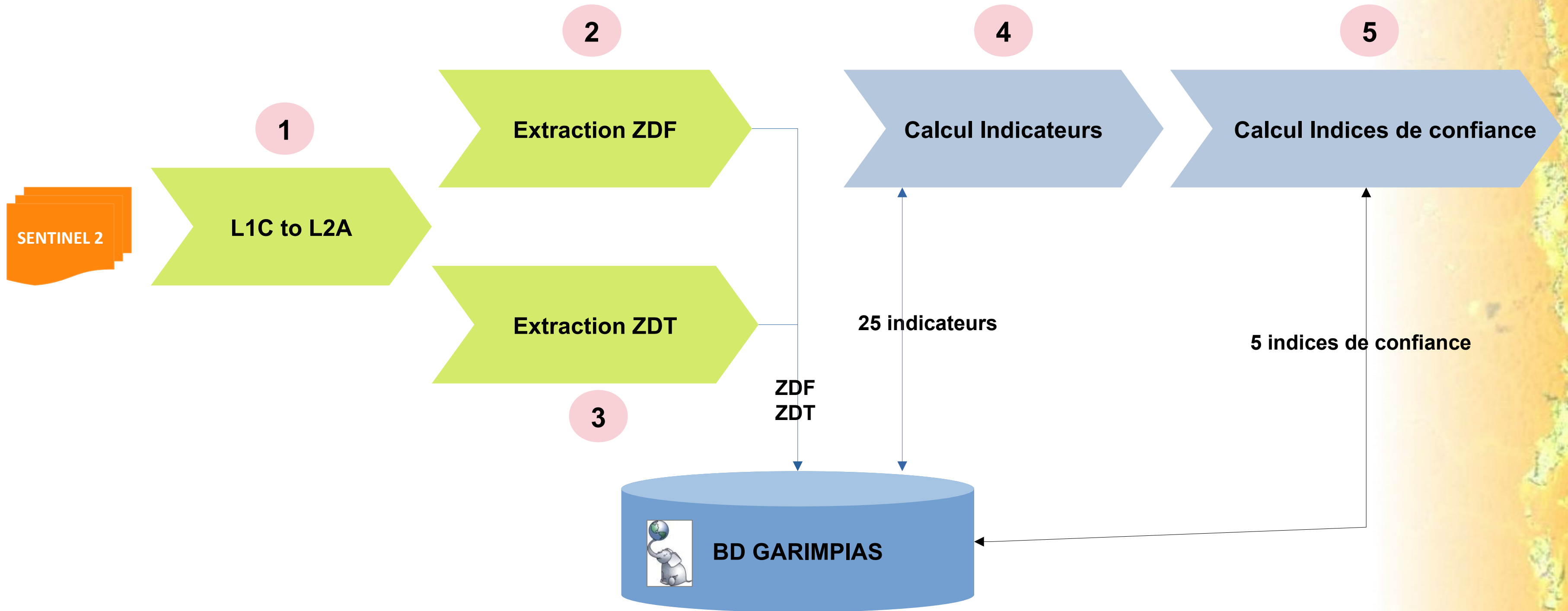
3 ➔ Définir des indicateurs de caractérisation avec un niveau de confiance

Indices de confiance	Proba
OBS = LEGAL	%
OBS = ILLEGAL	%
OBS = HORS TITRE	%
OBS = NON MINIER	%
TYPE-EXPL = ALLUVIONNAIRE	%
TYPE-EXPL = PRIMAIRE	%

Indicateur	Type	Libellé
I-SEN1	Bool	Croisement observation S1
I-AFFL	Bool	Croisement affleurement rocheux
I-AGRI	Bool	Croisement zones agricoles
I-PARC	Bool	Croisement parc à grumes
I-RONF	Bool	Croisement routes ONF
I-PONF	Bool	Croisement parcelles ONF
I-ZPAU	Bool	Croisement zones à potentiel aurifère
D-EAU	Real	Distance avec tronçon BD Carthage
I-EAU1	Bool	Croisement avec buffer cours d'eau
D-ZPRI	Real	Distance avec zonage primaire
I-ZPRI	Bool	Croisement avec buffer primaire 50m
I-TITRE	Bool	Croisement avec titres miniers CAMINO
I-CMP	Bool	Croisement avec DS campement buffer 200m
D-CHA	Real	Distance avec DS chantier le plus proche
I-CHA	Bool	Croisement avec DS chantier buffer 200m
D-SEXL	Real	Distance avec l'élément Surf-Expl le plus proche
I-SEXL	Bool	Croisement avec SurfExpl buffer 50m

GARIMPIAS : Développer une approche intégrée

LA CHAÎNE DE TRAITEMENT

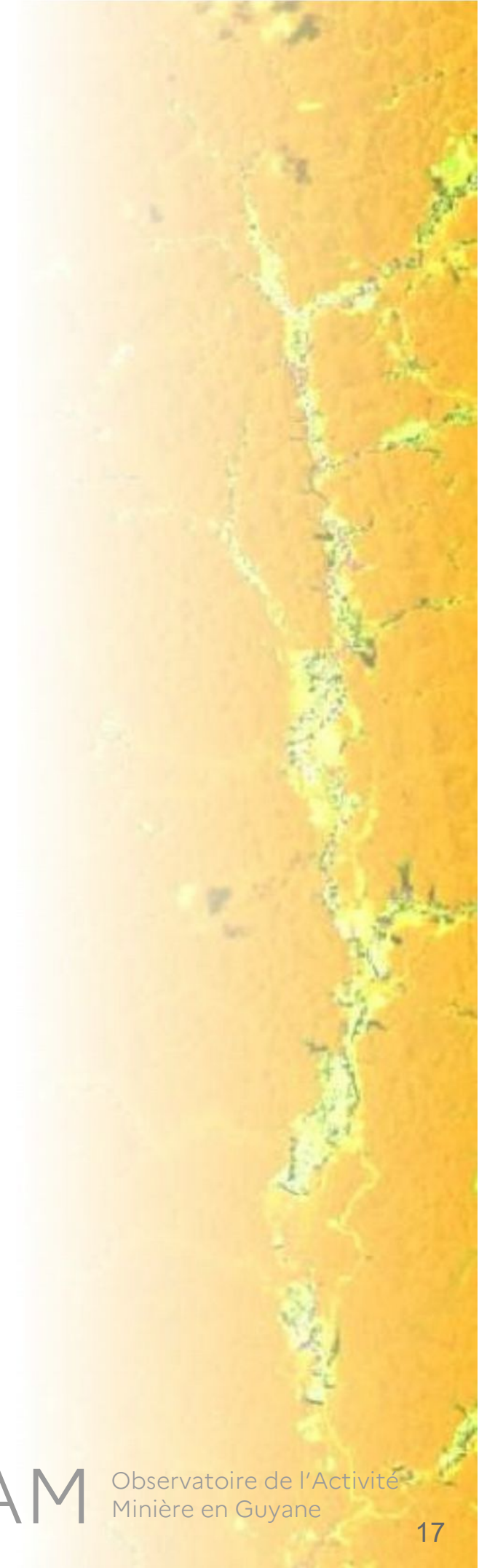
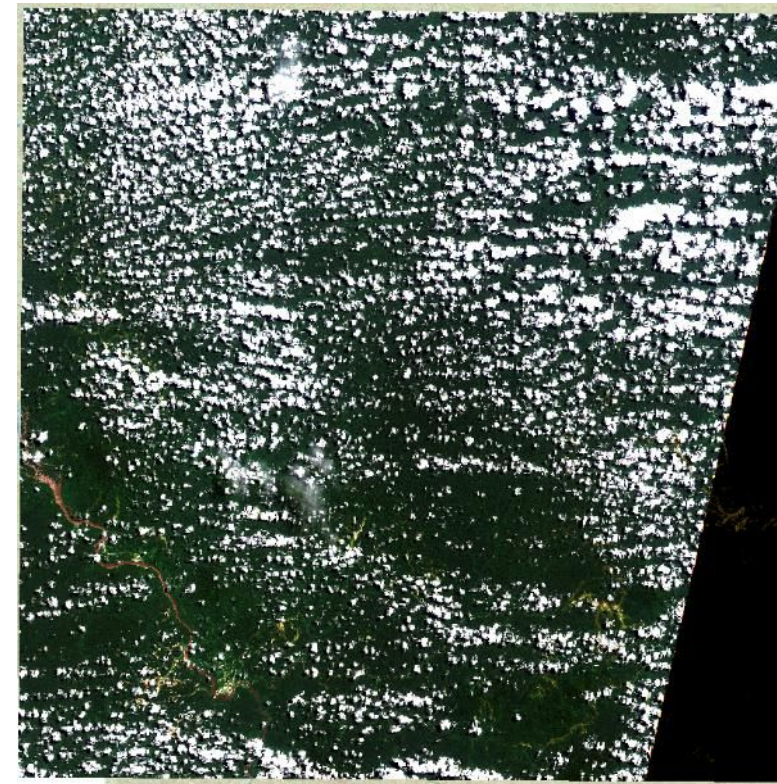


GARIMPIAS : Prétraiter les images

1 Transformation L1C vers L2A – Masque Nuage

METHODE

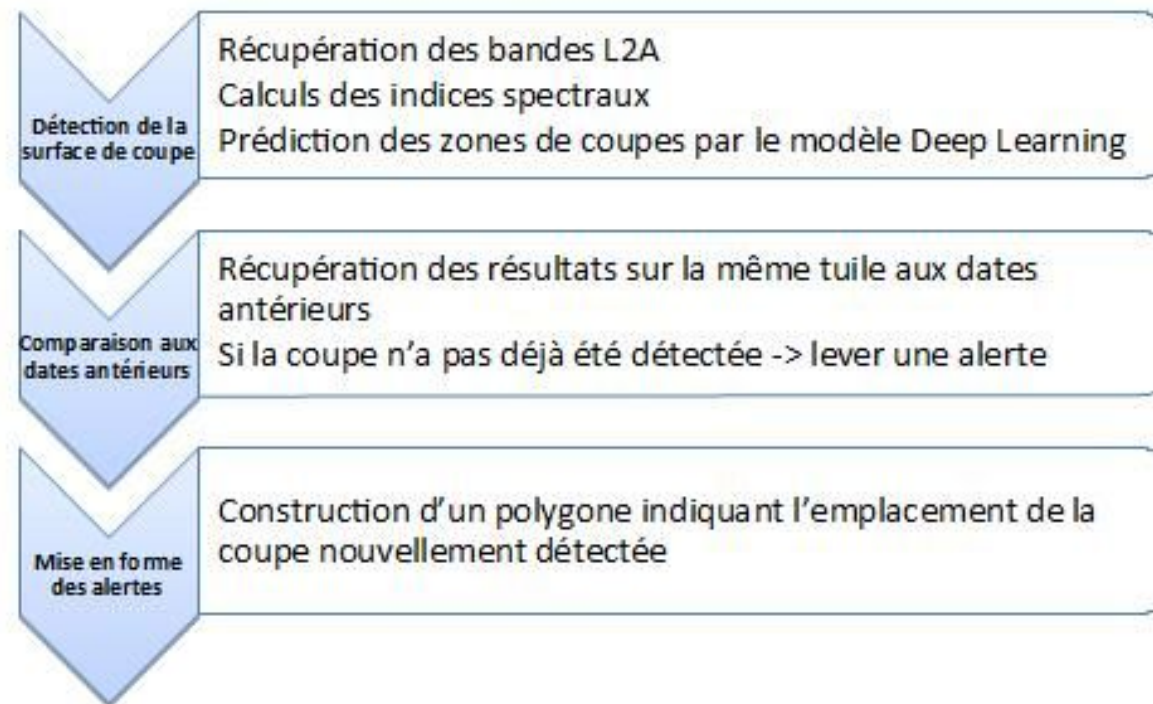
- ◆ Le DIAS propose L2A avec Sen2cor
- ◆ Choix implémentation Maja (V1)
- ◆ Travaux en cours pour s'adapter au contexte tropical



GARIMPIAS : Automatiser les détections

2 Détection des ZDF « Zones de Dégradations Forestières »

METHODE



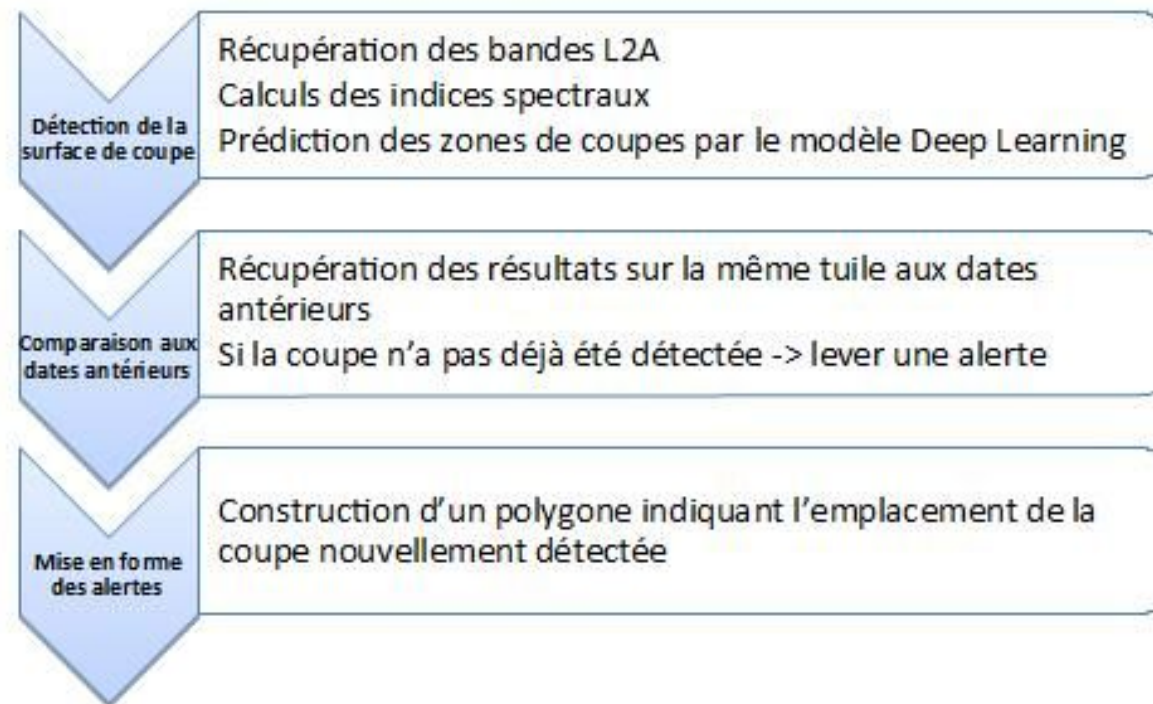
Un réseau de neurone (Unet) est entraîné pour reconnaître les dégradations à partir de la base d'apprentissage de l'OAM sur l'année 2020



GARIMPIAS : Automatiser les détections

2 Détection des ZDF « Zones de Dégradations Forestières »

METHODE



Un réseau de neurone (Unet) est entraîné pour reconnaître les dégradations à partir de la base d'apprentissage de l'OAM sur l'année 2020



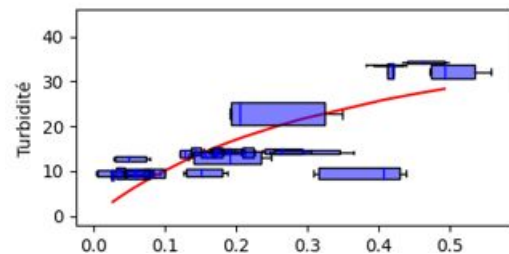
GARIMPIAS : Automatiser les détections

3 Détection des ZDT « Zones de Détérioration de turbidité »

MÉTHODE

Élaboration d'un modèle semi-empirique (lien radiométrie/Mesure Physique) établi à partir de la méthode du BRGM de 2017.

➤ Choix de la bande B4



$$T = \frac{A^\lambda \rho^\lambda}{1 - \frac{\rho^\lambda}{c^\lambda}}$$

Calcul de la turbidité moyenne pour chaque pixel du masque rivière établi sur une série temporelle 2020

Exposition d'anomalie lorsque la turbidité dépasse un seuil (percentile 90%)

RESULTATS

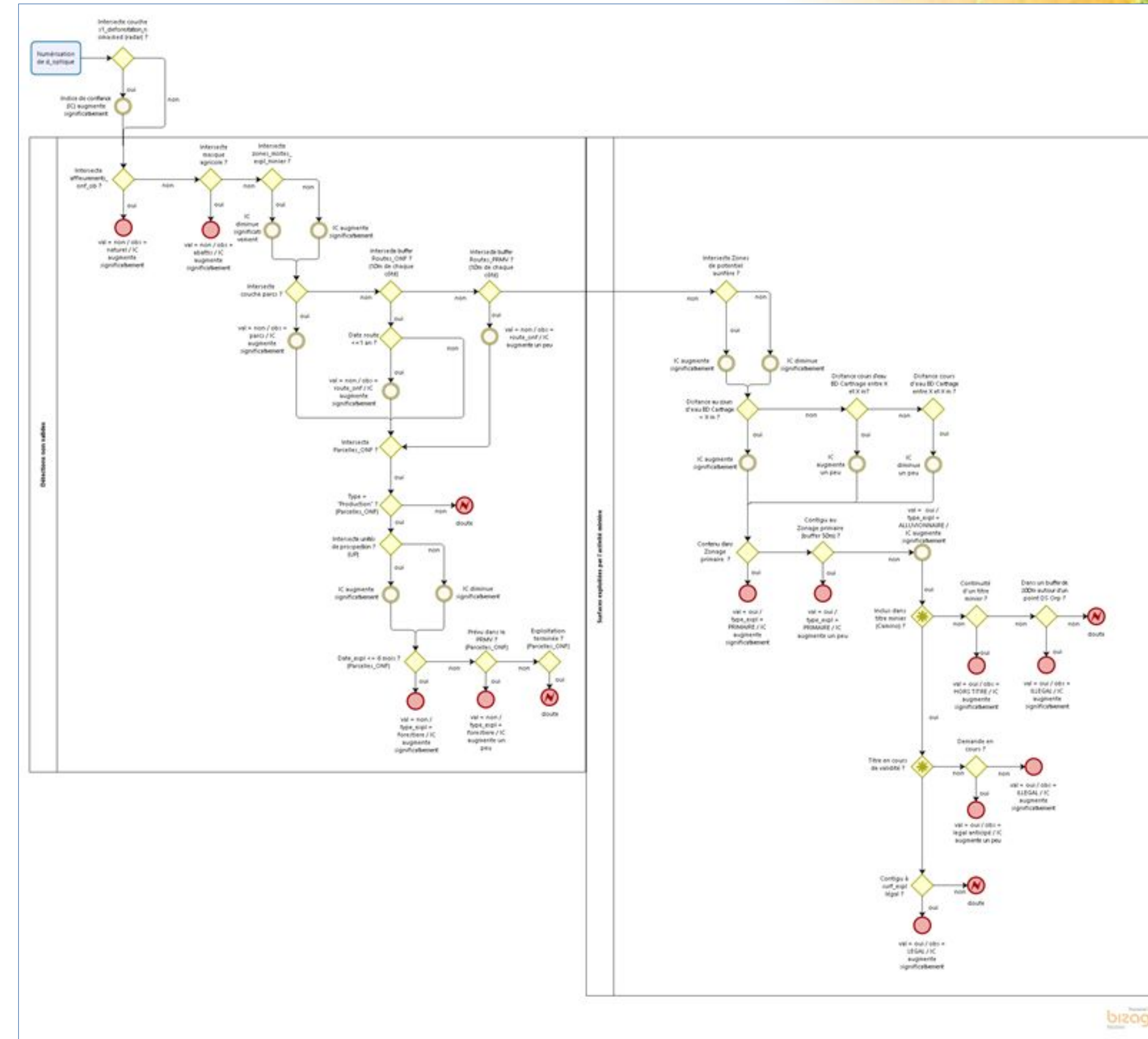


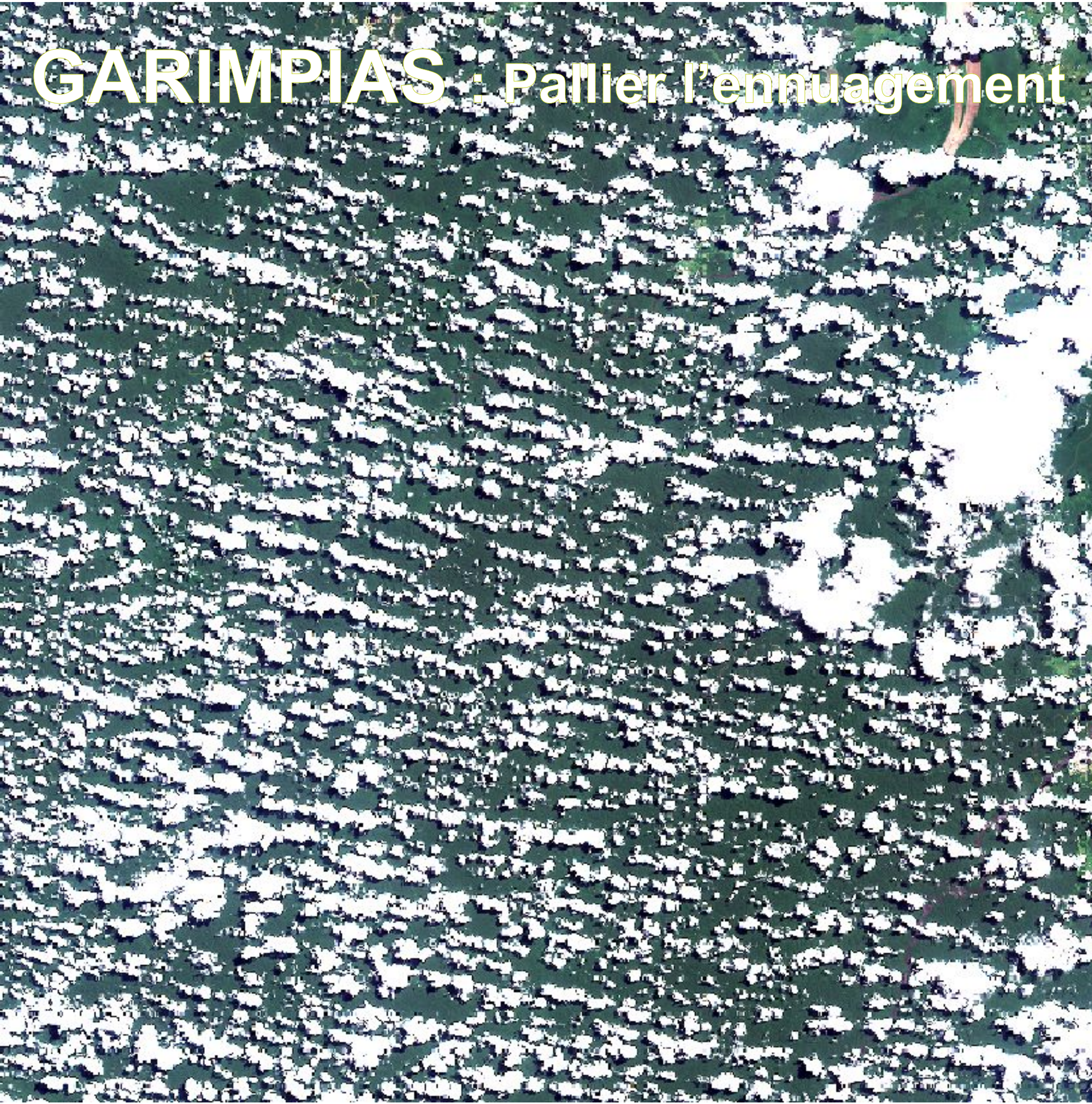
GARIMPIAS : Qualifier les détections

4/5 Indicateurs et Indices de Confiance

MÉTHODE

- Poser sous la forme d'un **arbre de décision** le travail de 20 ans d'expertise permettant de juger une détection de déforestation quant à son caractère minier ou non, son caractère légal/illégal, son type alluvionnaire/primaire par association d'indicateurs.
- Benchmarking de **deux méthodes statistiques**, l'une basée sur une méthode Deep Learning MLP et une autre plus classique, type Machine Learning Bayésienne tout en conservant le caractère procédural lié à certains indicateurs.
- **Validation des résultats en cours** Mais nous pressentons un mix entre une méthode procédurale et statistique





GARIMPIAS : Pallier l'ennuagement

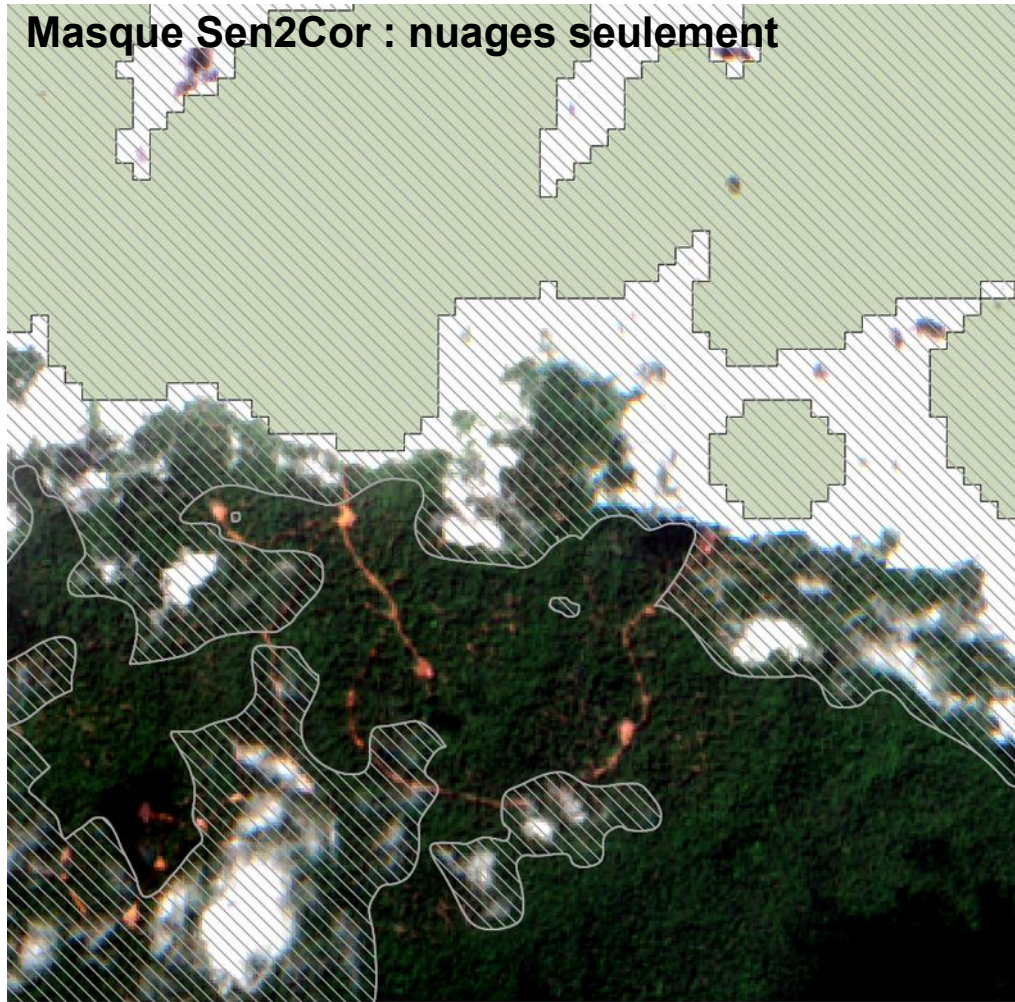
Forêt tropicale humide : L'ennuagement est la norme, l'exception est un ciel clair

=> Seulement 3 mois dans l'année avec un minimum de nuages

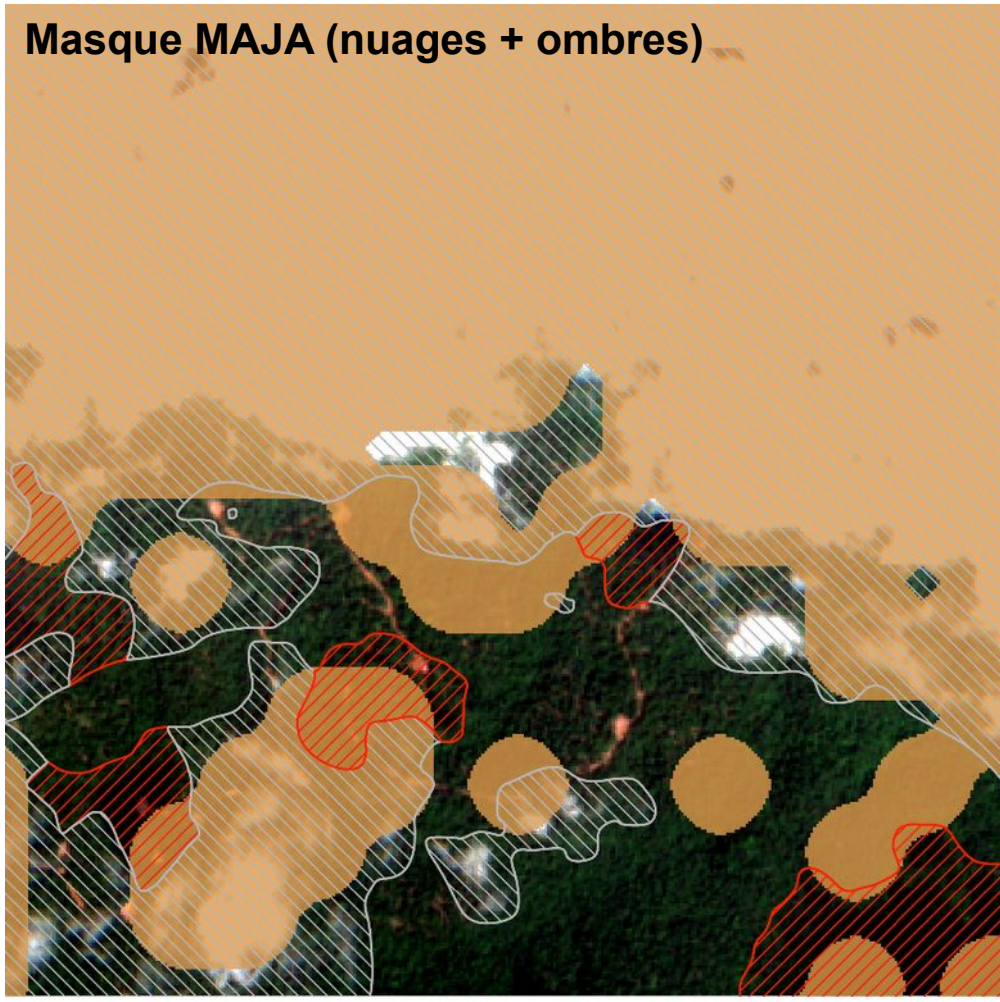
La PIAO par un opérateur permet une lecture fine, mais un traitement automatique nécessite un masque nuage performant : **Risque de confusion avec de fausses détections.**

GARIMPIAS : Pallier l'ennuage

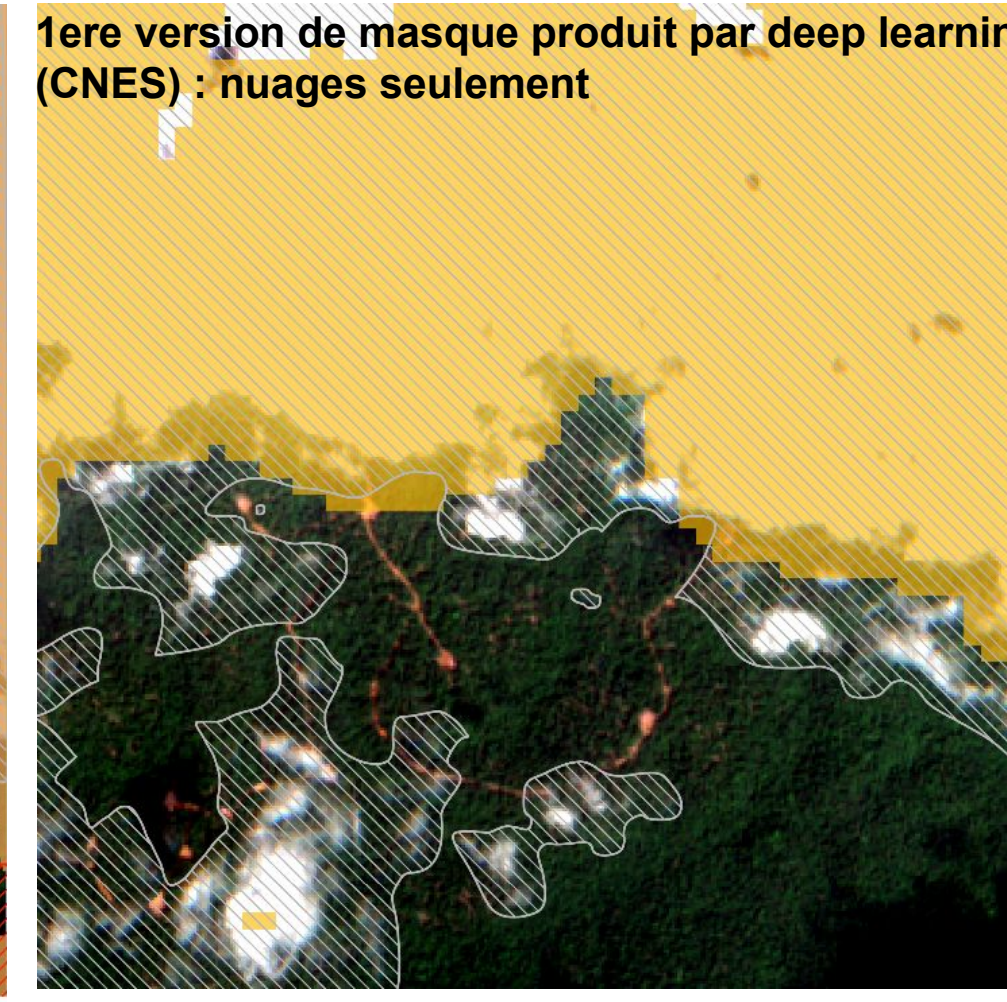
Masque Sen2Cor : nuages seulement



Masque MAJA (nuages + ombres)



1ere version de masque produit par deep learning (CNES) : nuages seulement



Seuillé à 50%

Possibilité de faire varier le seuillage du masque



Masque de nuages Sen2Cor

Masque nuages manuel



Masque de nuages + ombres MAJA

Masque ombres manuel



Masque de nuages deep learning (CNES)

- Masques Sen2Cor et MAJA : manque de précision, sous estimation ou trop grossier.
- Masque produit par le CNES : suit mieux le contour du nuage principal dans sa 1ere version de test en Guyane.
- **Développements en cours réalisés par le Lab'OT du CNES pour s'approcher au mieux de nos besoins.**

➤ **Problème de la ressource de calcul nécessaire pour réaliser le traitement en local**

GARIMPIAS : Conclusions et suites

Les contraintes d'implémentation

Choix du DIAS : **CREODIAS** pour la V1



Portabilité et interopérabilité :

- Ensemble logiciel dockerisé
- Des adaptations nécessaires (L1C=> L2A)

- Prise en compte des contraintes de sécurité
- Articulation avec l'OAM / mode déconnecté
- Intégration des flux externes
- Portabilité vers une infrastructure guyanaise

Le calendrier

Octobre 2021 : Prise en main par l'OAM

Début de la période de validation

Traitements PIAO et automatisé en parallèle

Décembre 2021 : Début de la période de maintenance => traitement en routine

Juin 2022 : Transfert complet de la chaîne automatisée