

Stage de M2 Aménagement des territoires et télédétection

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan

Présentation finale

Stagiaire
Edna MELO

Encadrants
Agwilh COLLET & Julien MICHEL
CNES-DSO/SI/2A



- **Contexte**
 - Objectif du stage
- **Les données**
 - Images Sentinel-2
 - Données vectorielles
 - Masque d'eau *Global Surface Water*
- **Préparation des données de référence**
- **Chaîne *iota*²**
- **Lancement de *iota*²**
- **Résultats et Discussion**
- **Conclusions**

Contexte

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



2014



Comité sur les satellites
d'observation de la Terre

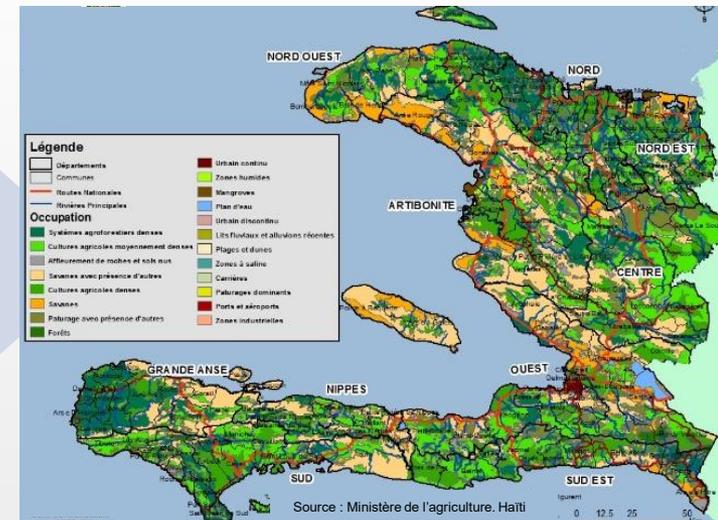
2016



Trace de l'ouragan
Matthieu.

Crédit NOAA/NHC - NASA

2017



Carte d'occupation du sol

Bâtiments et
infrastructures

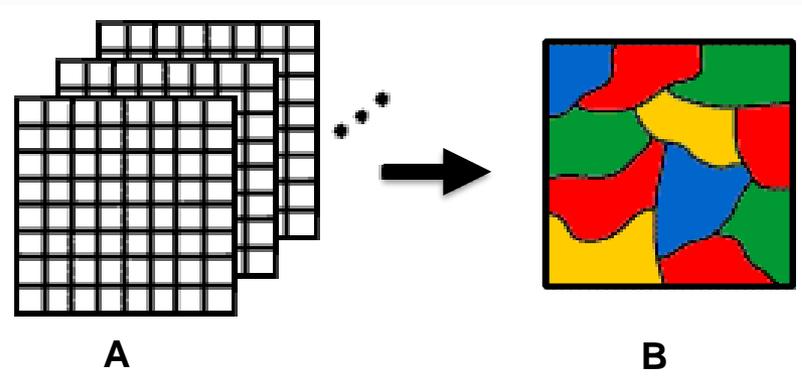
Réseaux de
transport

Activités
agricoles

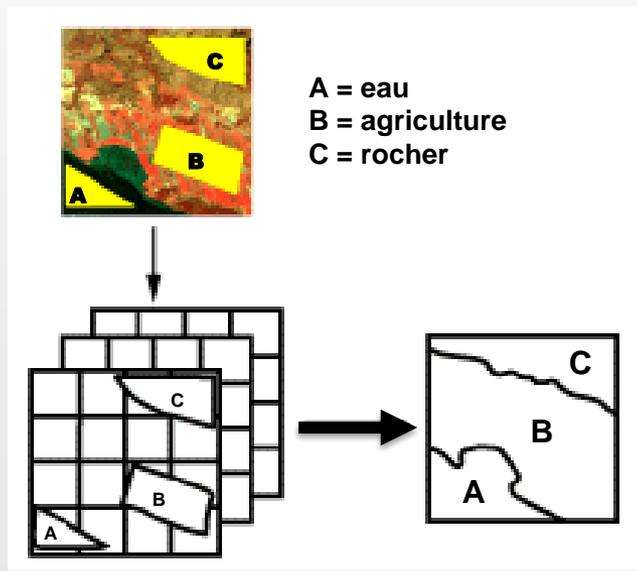
Réhabilitation
environnementale



Classification d'image supervisée



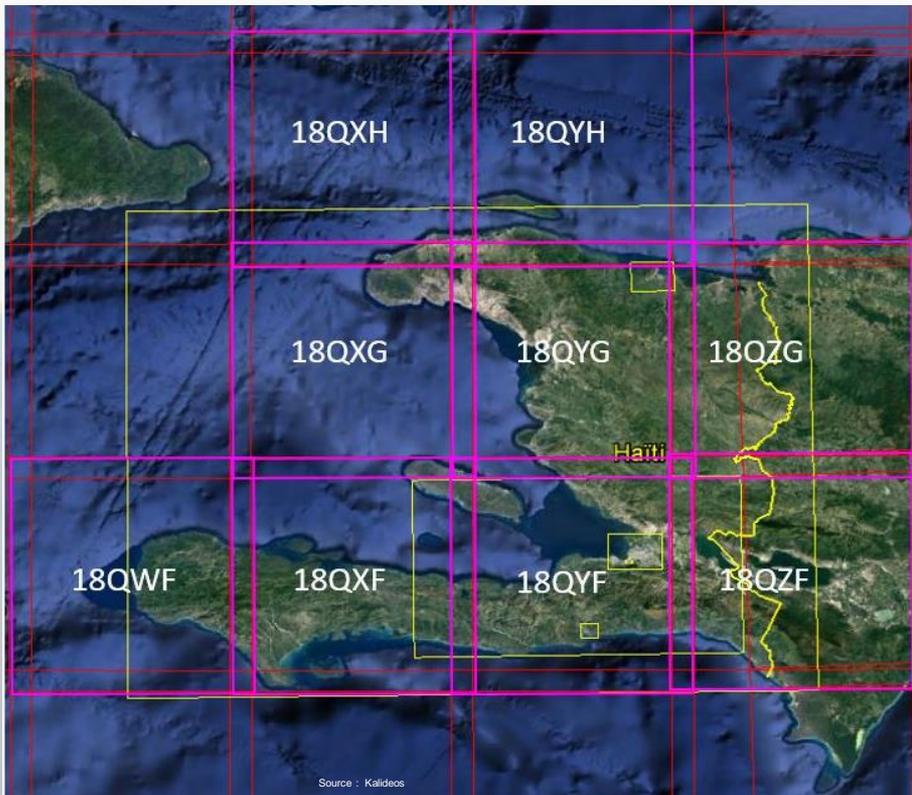
- Images
- Données de référence





Images Sentinel-2

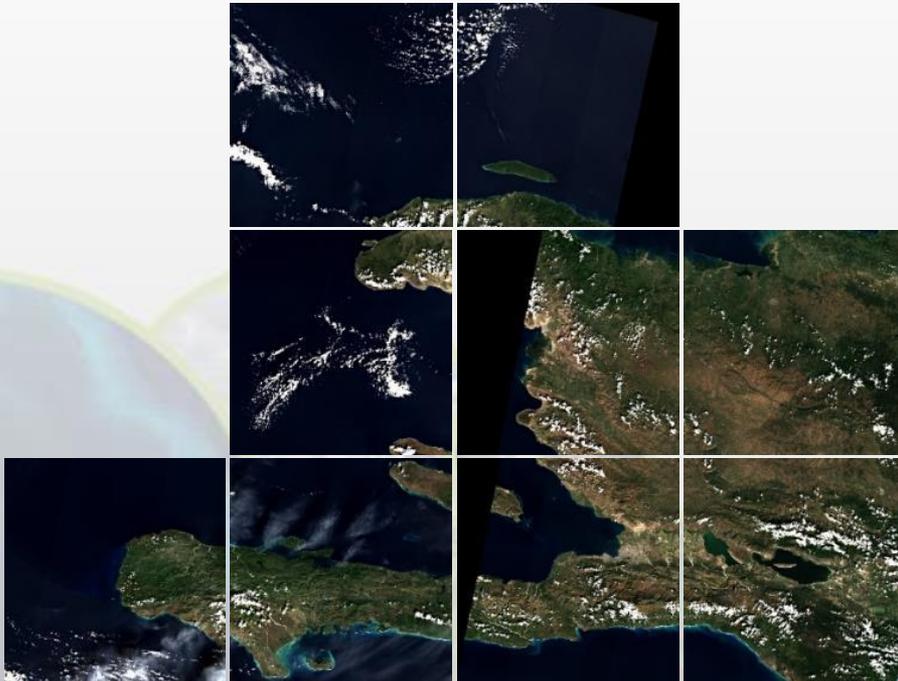
- ✓ Séries temporelles (2017)
- ✓ Sur le territoire haïtien





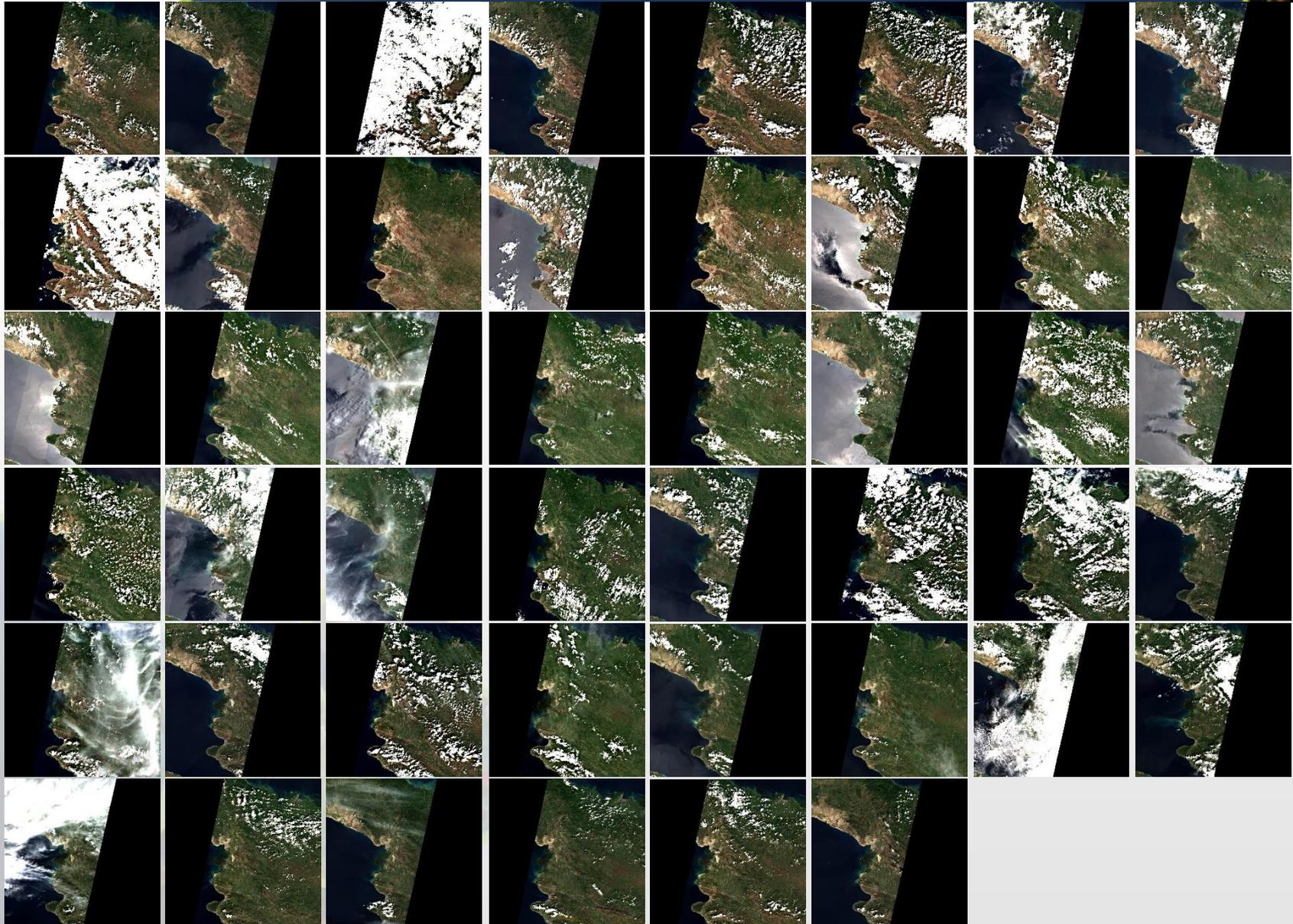
Images Sentinel-2

- ✓ Séries temporelles (2017)
- ✓ Sur le territoire haïtien



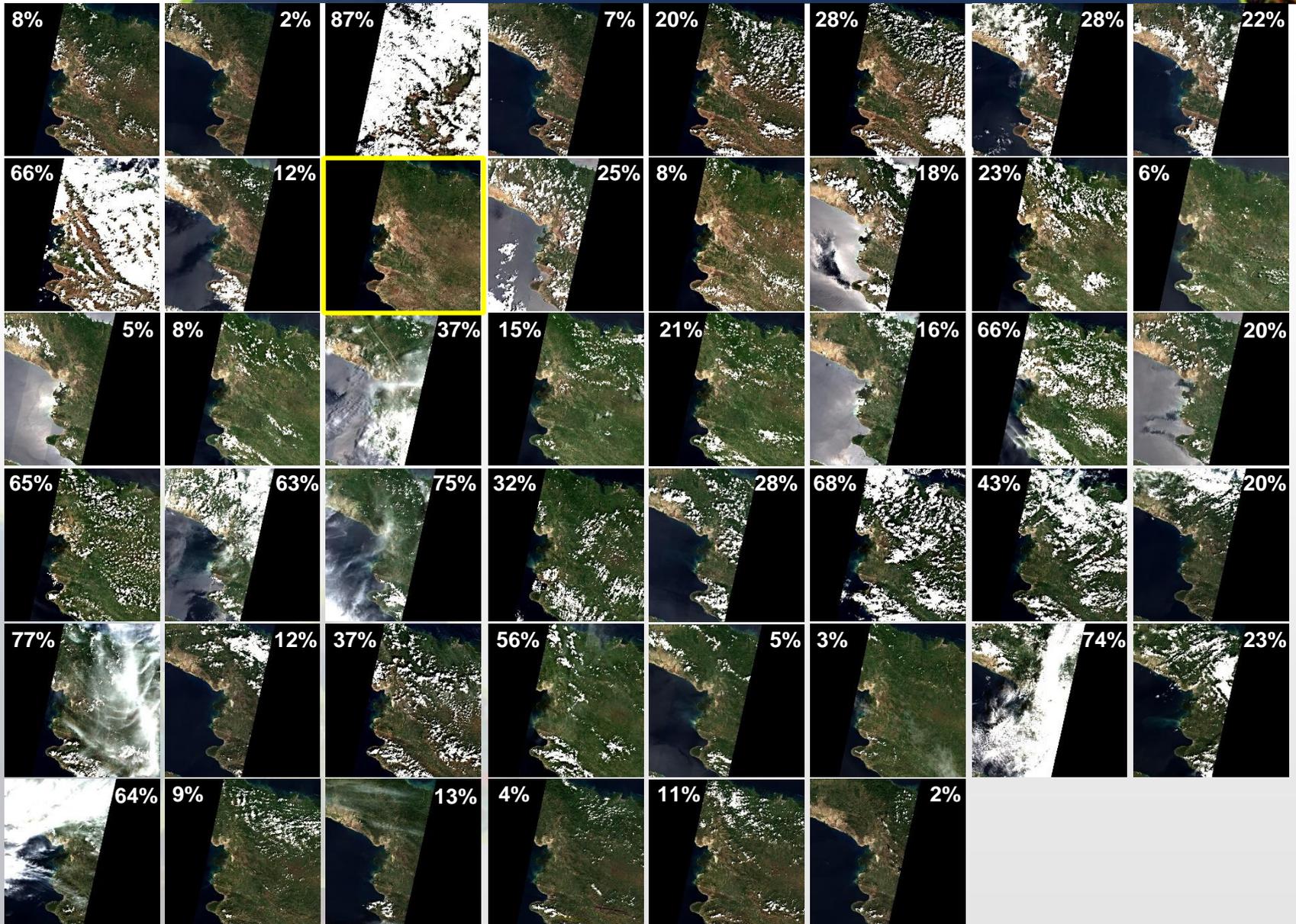
Les données

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



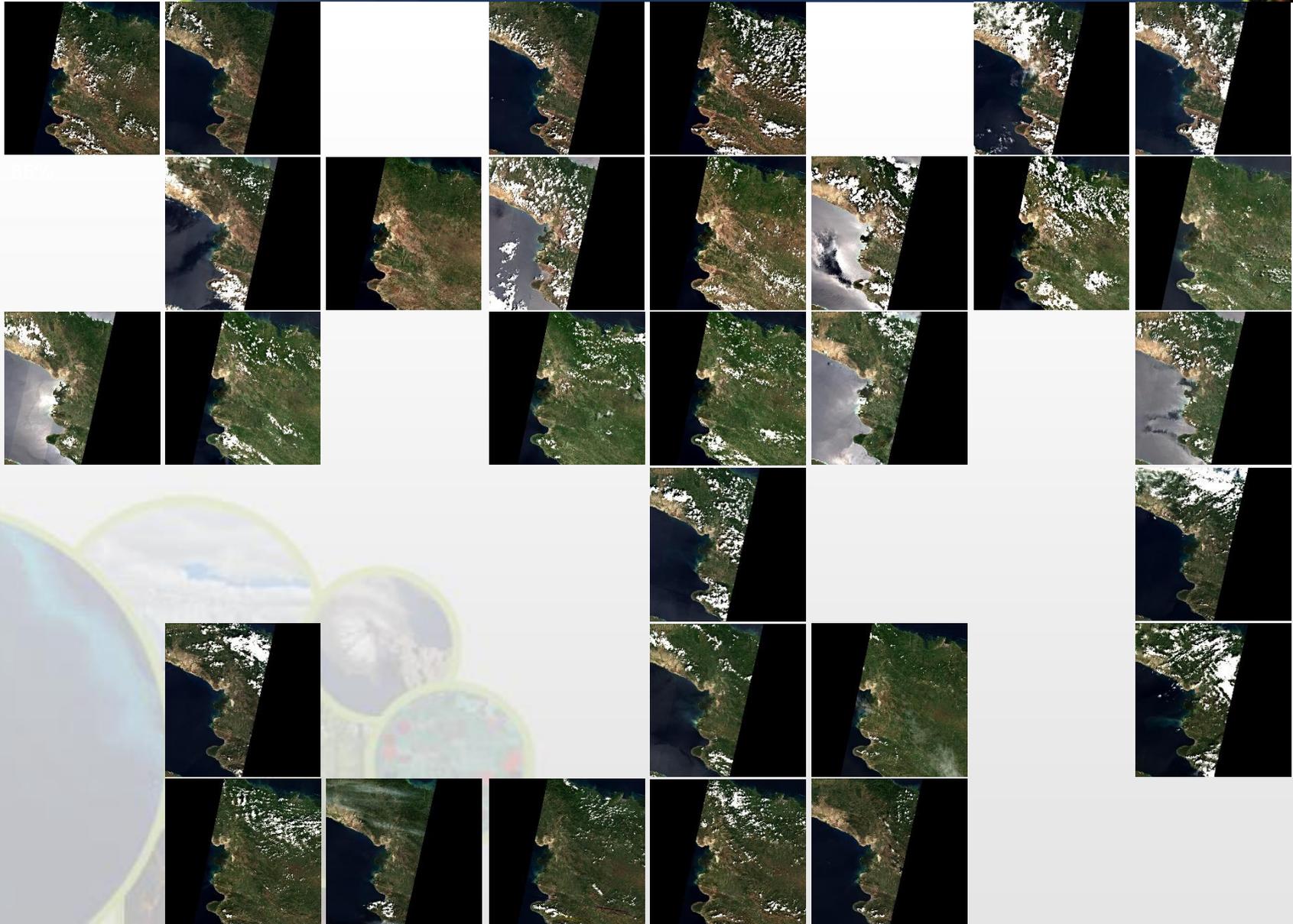
Les données

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



Les données

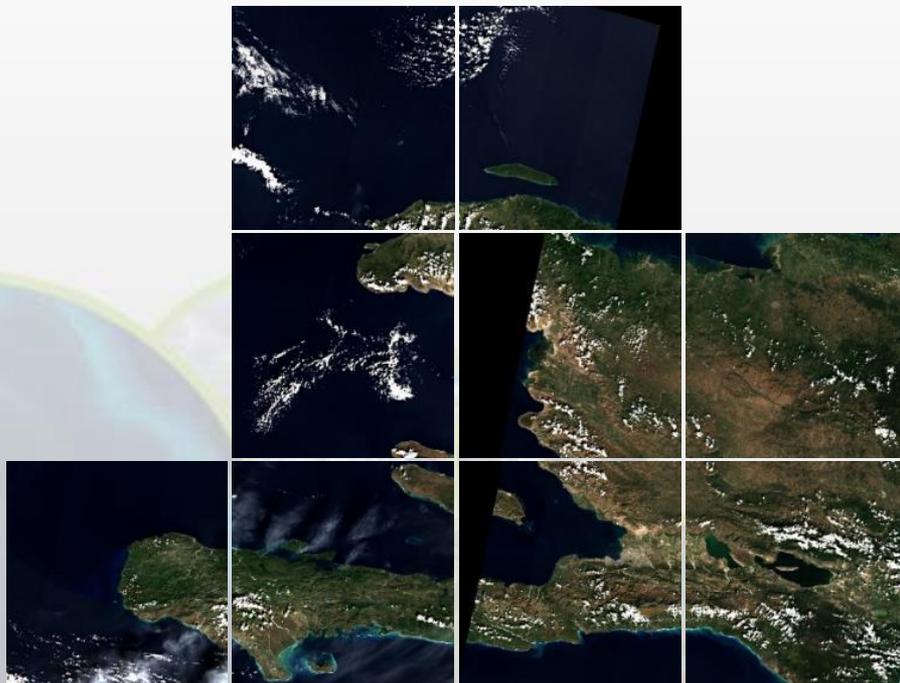
Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan





Images Sentinel-2

- ✓ Séries temporelles (2017)
- ✓ Sur le territoire haïtien



Données vectorielles (.shp)



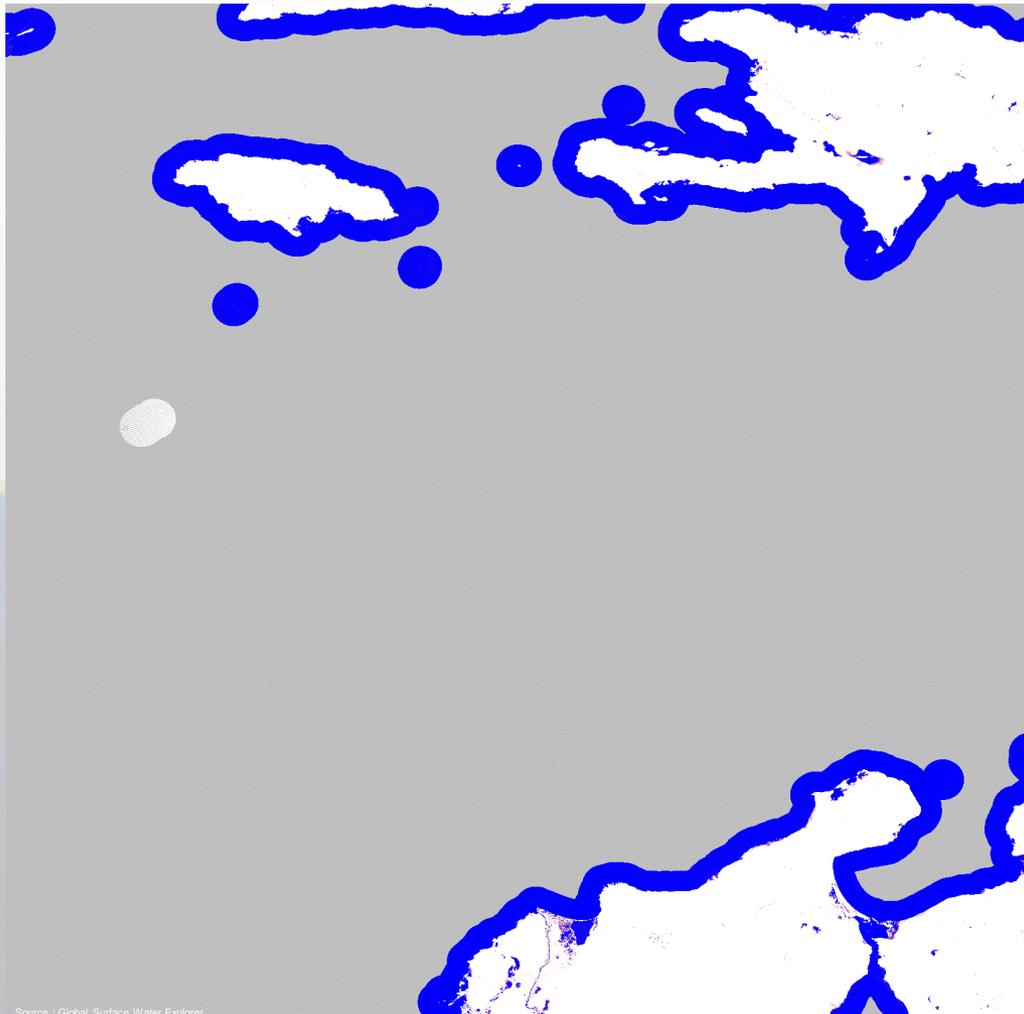
Manque de données de terrain
→ Données OpenStreetMap



- ✓ Bâti
- ✓ Route
- ✓ Eau
- ✓ Végétation dense
- ✓ Surface imperméabilisée
- ! Prairie / Pelouses
- ! Surfaces minérales
- ! Sol nu
- ! Culture



Masque d'eau *Global Surface Water*



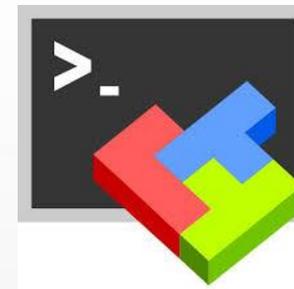
- ✓ Alternative aux données Eau de type polyligne
- ✓ Occurrence d'eau de surface dans le monde (%)

Occurrence %





Préparation des données

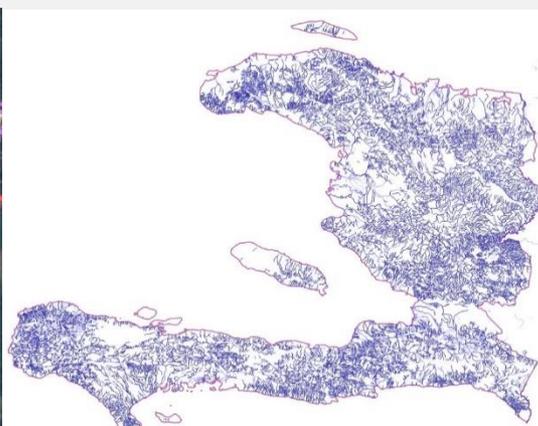


- ✓ 4 classes pour démarrer : Bâti, Eau, Végétation boisée, **Route**
- ✓ 9 classes au total : ... + Culture, Surface minérale, Mer, Zone d'inondation, Prairie, Sol nu



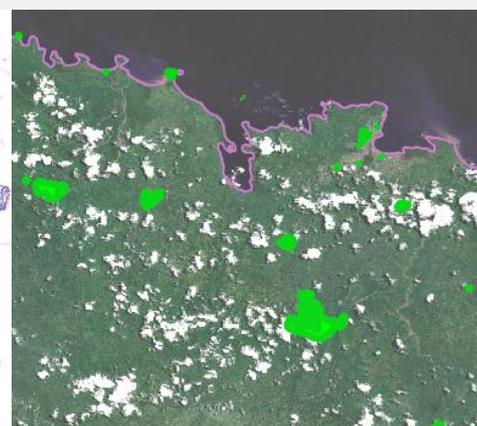
Bâti

3 couches



Eau

11 couches :
7 ligne + 4 polygone



Végétation boisée

3 couches



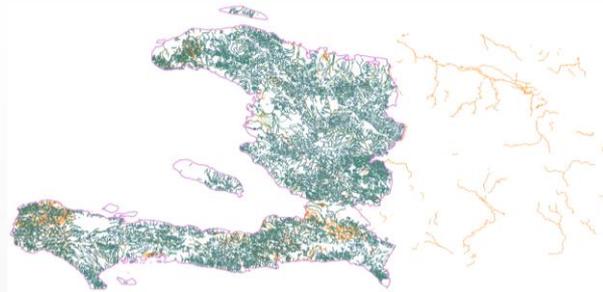
Route

3 couches



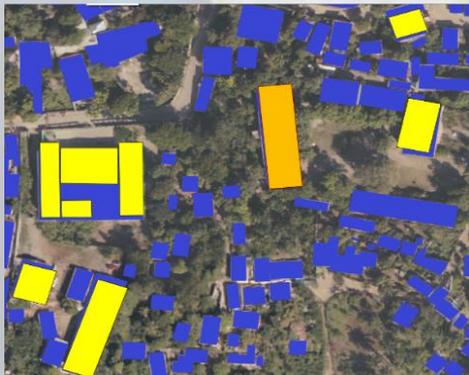
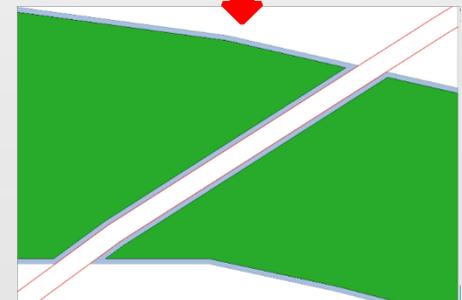
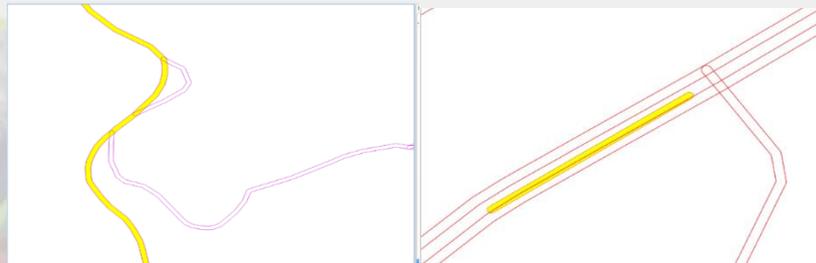
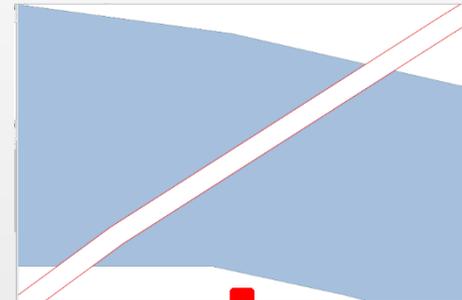
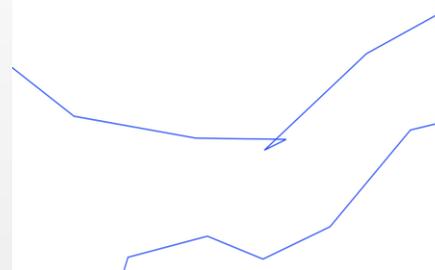
Préparation des données

- Découpage à l'emprise
- Sélection par attributs
- Vérification de la géométrie
- Simplification des géométries
- Suppression des doublons**
- Suppression des superpositions**
- Suppression des intersections
- Érosion
- Découpage entre couches
- Fusion
- Assignation des codes



om_id	code	class	width	name
10208	370659887	8103 canal	0	NEEL
10209	370659888	8103 canal	0	NEEL
10210	370659889	8103 canal	0	NEEL
10211	570810648	8101 river	0	NEEL
10212	570810934	8101 river	0	Riô Maman
10213	570812561	8101 river	0	Riô Coano
10214	570897056	8101 river	0	Riô Azu; Riô Azu
10215	370900747	8102 stream	0	NEEL
10216	570900748	8101 river	0	Riô Magu
10217	571532980	8101 river	0	Riô Ybazo
10218	371589856	8102 stream	0	Rivâ re Saint Do...
10219	371589857	8102 stream	0	Rivâ re Saint Do...
10220	573848831	8101 river	0	NEEL
10221	373982456	8102 stream	0	NEEL
10222	373982459	8102 stream	0	NEEL
10223	373982462	8102 stream	0	NEEL

Auto-intersection

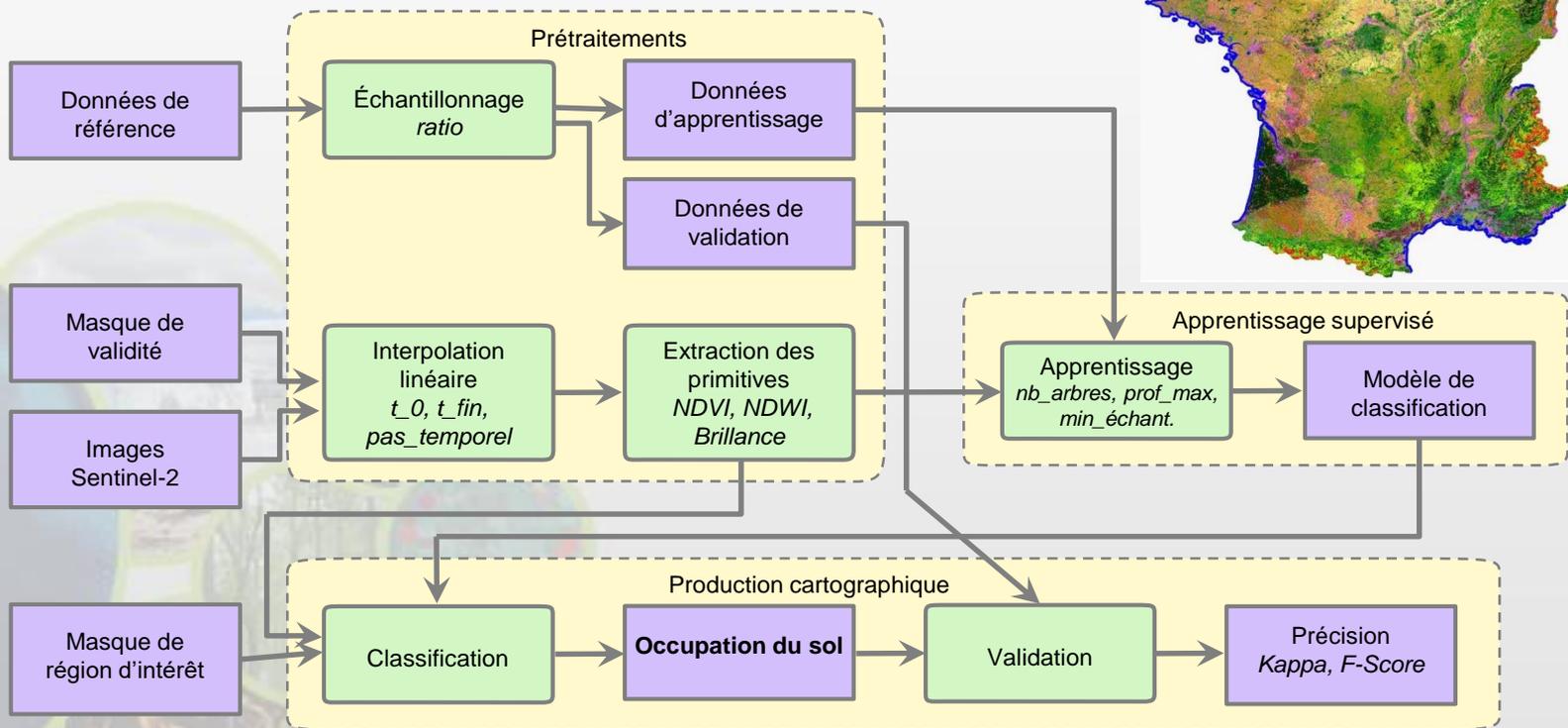


Classe	CODE
Végétation boisée	33
Bâti	41
Route	44
Eau	51



2 Infrastructure pour l'Occupation des sols par Traitement Automatique Incorporant les *Orfeo Toolbox (OTB) Applications*

- ✓ Enchaînement d'applications OTB pour la classification d'images satellites
- ✓ Parallélisation des traitements
- ✓ Basée sur l'algorithme *Random Forest*

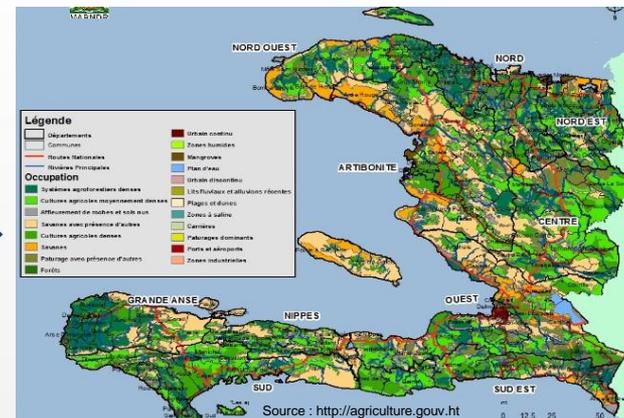
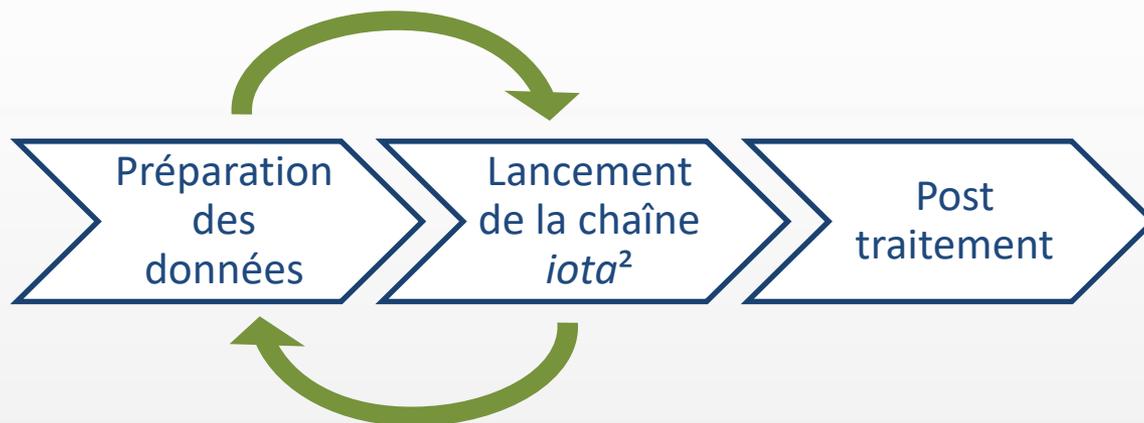


Lancement de *iota*²

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



Les étapes



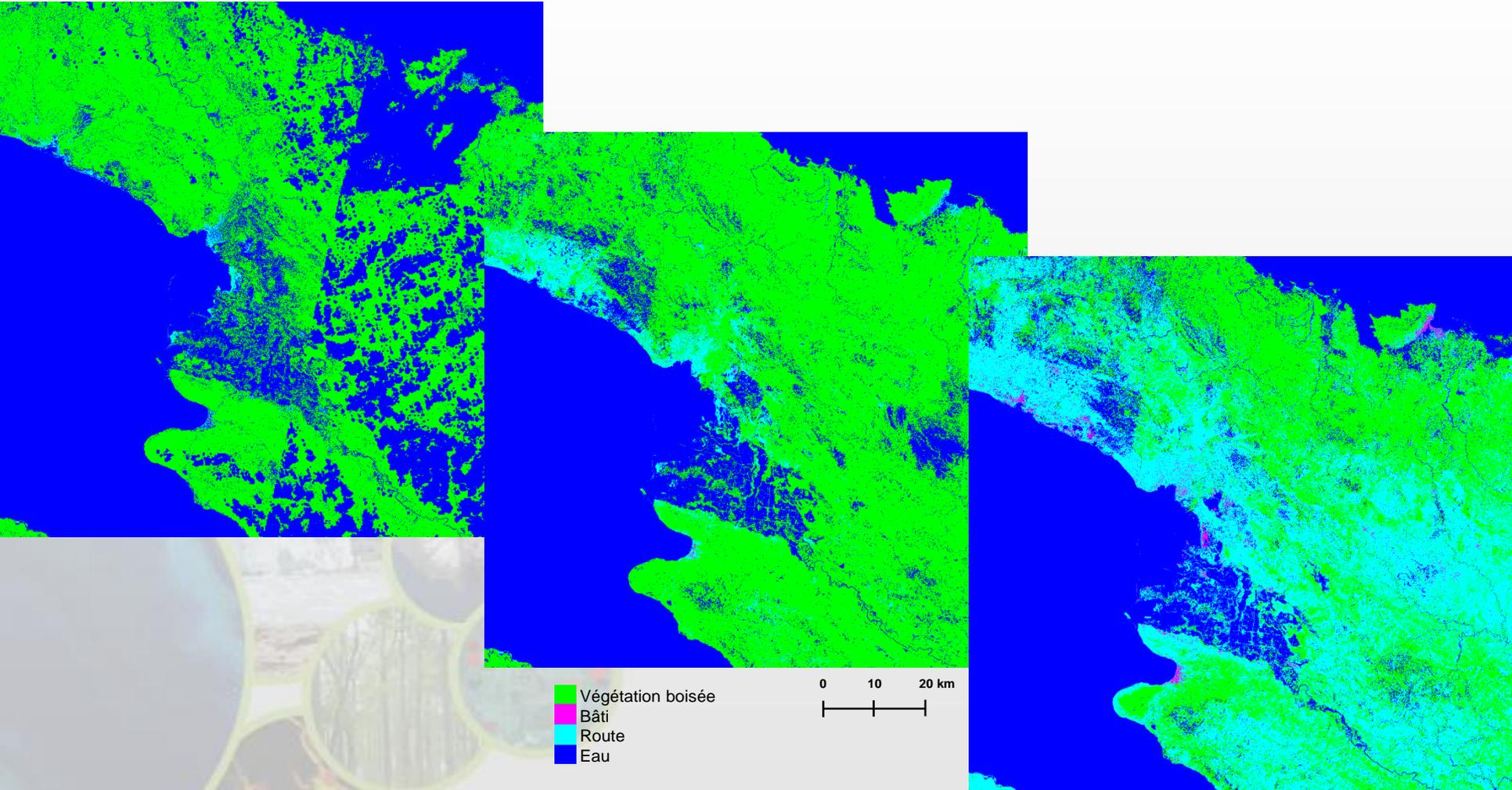
Carte d'occupation du sol

Les lancements

	Tuiles	Dates	Classes	Échantillons
•	1	2	4	1392
•	1	17	4	1392
•	1	17	4	115580
•	1	57	7	119261
•	2	57	9	54356
•	9	57	9	88493
•	9	57	9	131899
•	9	57	9	105303

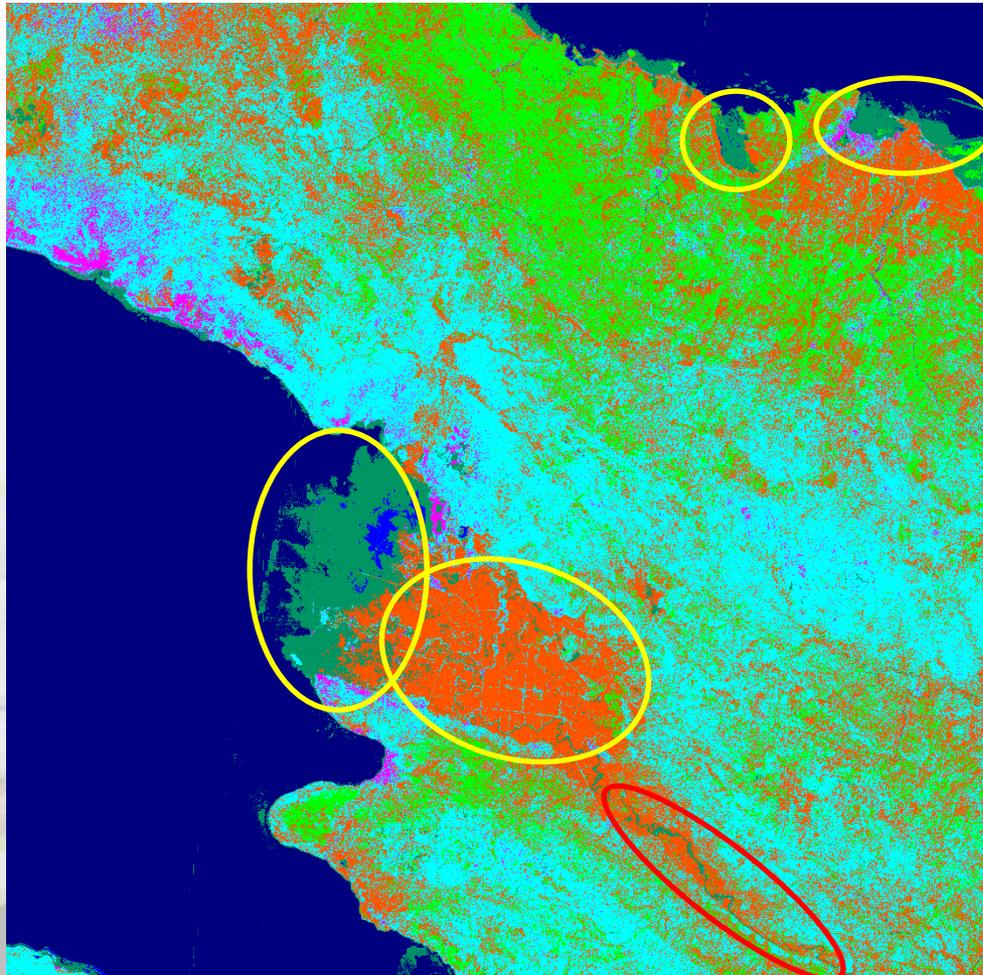


Lancements #1, #2 et #3





Lancement #4 : Une tuile / 57 dates / 7 classes / 119261 échantillons



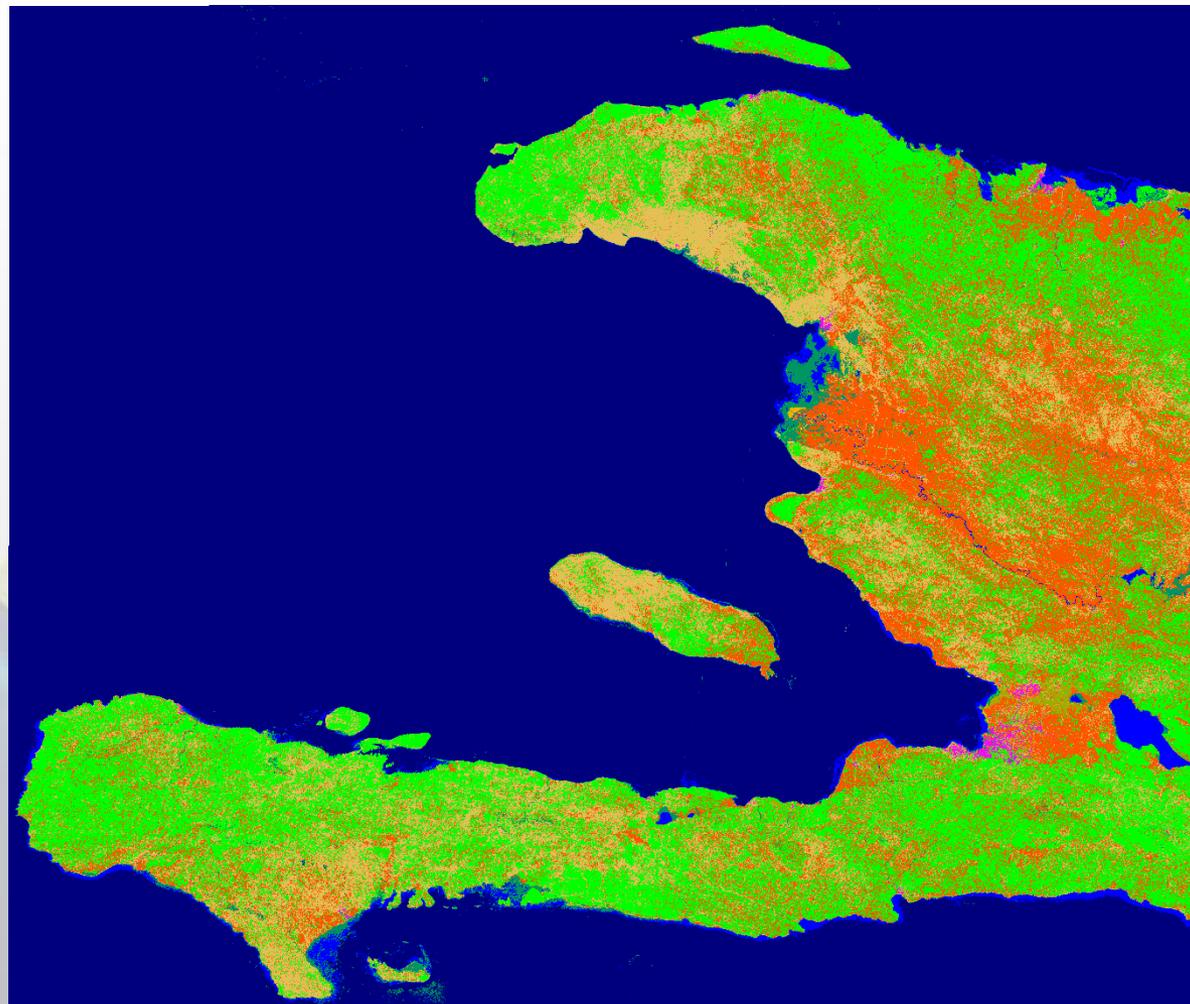
- ✓ Différenciation des zones d'inondation des eaux permanentes
- ✓ Champs
- ✓ Moins de Végétation boisée
- * Trop de route
- * Fleuve Artibonite classifié en Zone d'inondation

■ Culture
■ Végétation boisée
■ Bâti
■ Route
■ Eau
■ Mer
■ Zone d'inondation

0 10 20 km



Lancement #8 : Neuf tuiles / 57 dates / 9 classes / 105303 échantillons



Temps de calcul : 14200 h

→ temps réel * ncpus

121h \bar{x} = 118

10 exécutions → 10 classifications

- ✓ Ajout des données de la classe Sol nu
- ✓ Moins de Végétation boisée

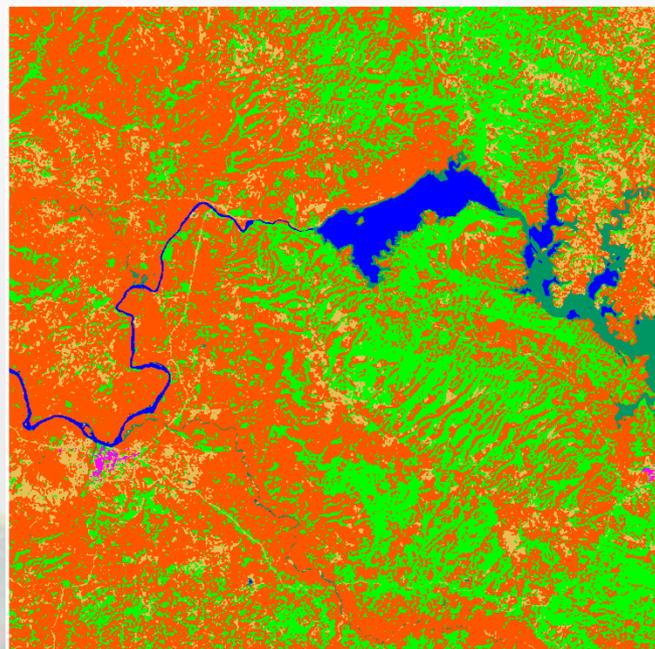
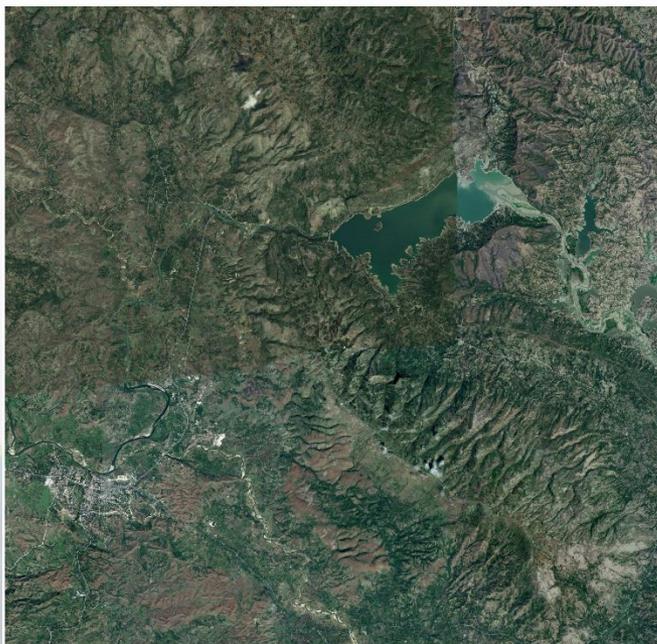
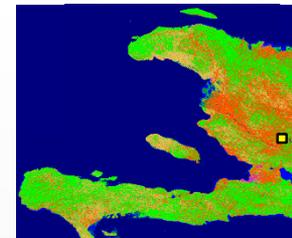
- * Vég.boisée : 44%
FAO (2015) → 3,5%
- * Culture : 29% du territoire
FAO (2014) → 48,65%

Culture
Végétation boisée
Bâti
Surface minérale
Eau
Mer
Zone d'inondation
Prairie
Sol nu

0 20 40 km



Lancement #8 : Neuf tuiles / 57 dates / 9 classes / 105303 échantillons



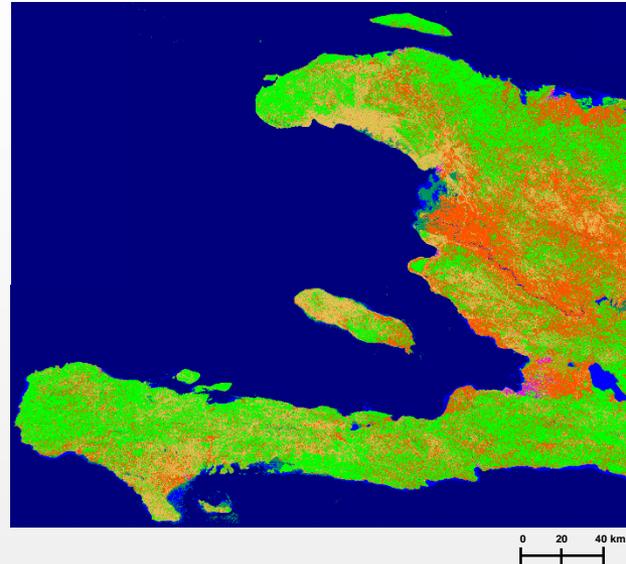
✓ Transition entre l'Eau permanente et les Zones d'inondation

* Les ombres du relief classifiées en Culture

- Culture
- Végétation boisée
- Bâti
- Surface minérale
- Eau
- Mer
- Zone d'inondation
- Prairie
- Sol nu



Lancement #8 : Neuf tuiles / 57 dates / 9 classes / 105303 échantillons

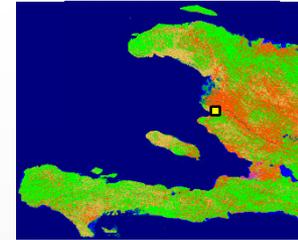
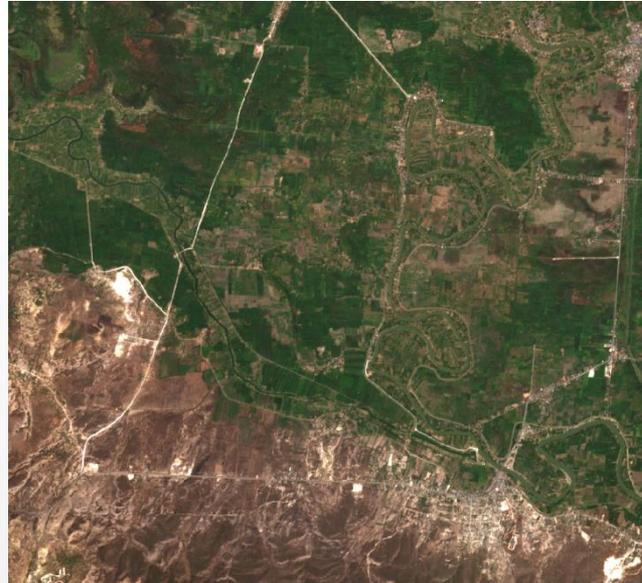


- Culture
- Végétation boisée
- Bâti
- Surface minérale
- Eau
- Mer
- Zone d'inondation
- Prairie
- Sol nu

Classes	Précision	Rappel	F-score	Confusion max
Culture	0,774	0,865	0,817	Culture, Végétation boisée , Sol nu
Végétation boisée	0,806	0,829	0,817	Végétation boisée, Culture, Sol nu
Bâti	0,682	0,278	0,395	Sol nu , Bâti, Végétation boisée
Surface minérale	0,715	0,369	0,487	<u>Zone d'inondation</u> , Sol nu, Prairie
Eau	0,391	0,742	0,512	<u>Zone d'inondation</u> , Eau, Mer
Mer	0,999	1	0,999	Mer, Eau, Zone d'inondation
Zone d'inondation	0,882	0,575	0,697	Zone d'inondation, Eau, Culture
Prairie	0,946	0,715	0,815	Prairie, Culture, Végétation boisée
Sol nu	0,634	0,614	0,624	Sol nu, Végétation boisée , Culture

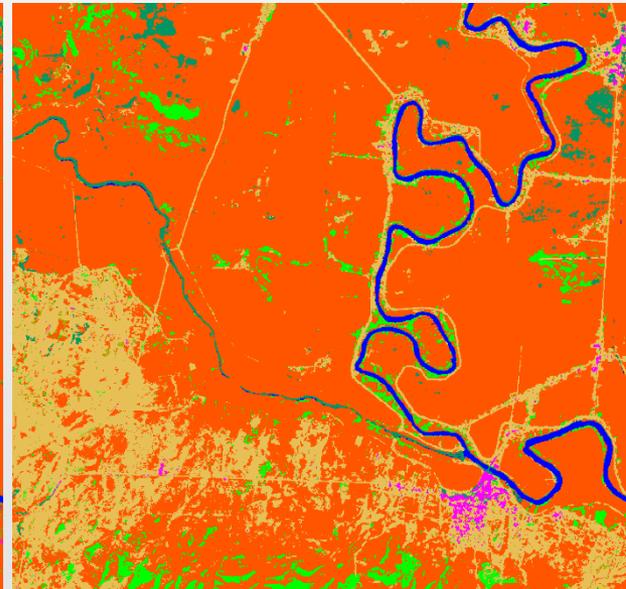
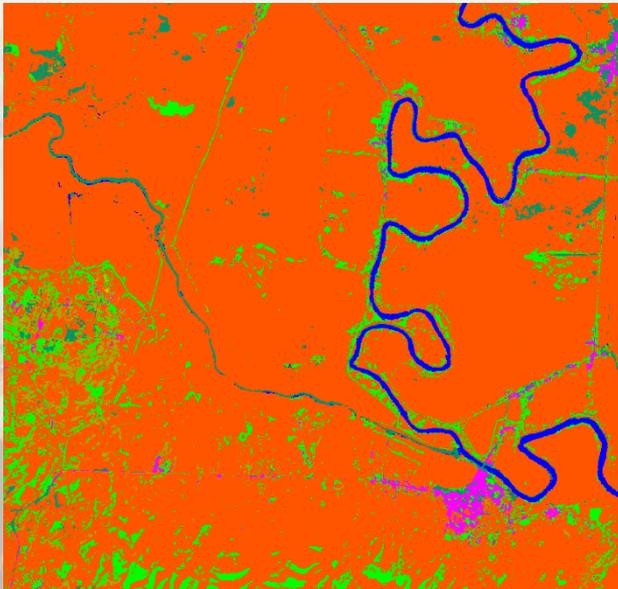
Résultats et Discussion

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



Lancement #6

Lancement #8



- Culture
- Végétation boisée
- Bâti
- Surface minérale
- Eau
- Mer
- Zone d'inondation
- Prairie
- Sol nu

0 1 2 km 20



*iota*²

- ✓ Les performances de la chaîne sont d'autant plus satisfaisantes que les données de référence pertinentes sont disponibles.
- ✓ La chaîne s'est avérée opérationnelle sur le territoire haïtien avec des productions en accord avec les données de référence.

Données de référence

- ✓ Besoin de plus de données de référence des classes Surface minérale et Prairie
- ✓ Le potentiel de données OpenStreetMap reste discutable compte tenu de leur disponibilité mondiale très hétérogène.

Difficulté de classification

- ✓ Plusieurs causes identifiées :
 - Manque de données de référence
 - Taille des échantillons
 - Données de type polyligne
 - Similarité des signaux spectrales de différentes classes
 - Le relief.



Perspectives

- ✓ Intégration des données des classes manquantes ou insuffisantes.
- ✓ Sélection des échantillons du Bâti selon un critère de densité → Zones urbaines détectables et classifiables avec les images Sentinel-2.
- ✓ Utilisation d'un masque Mer.
- ✓ Ajout des données de validation afin d'obtenir des indices statistiques plus en accord avec la réalité de terrain.

Valorisation des résultats

- ✓ Les résultats de ce travail jugés encourageants par les partenaires du *Recovery Observatory* du Centre National de l'information Géo-Spatiale de Haïti et le Service Régional de Traitement d'Image et de Télédétection (SERTIT) en France, ont renforcé l'intérêt et la motivation des partenaires haïtiens pour l'obtention des données de référence manquantes.

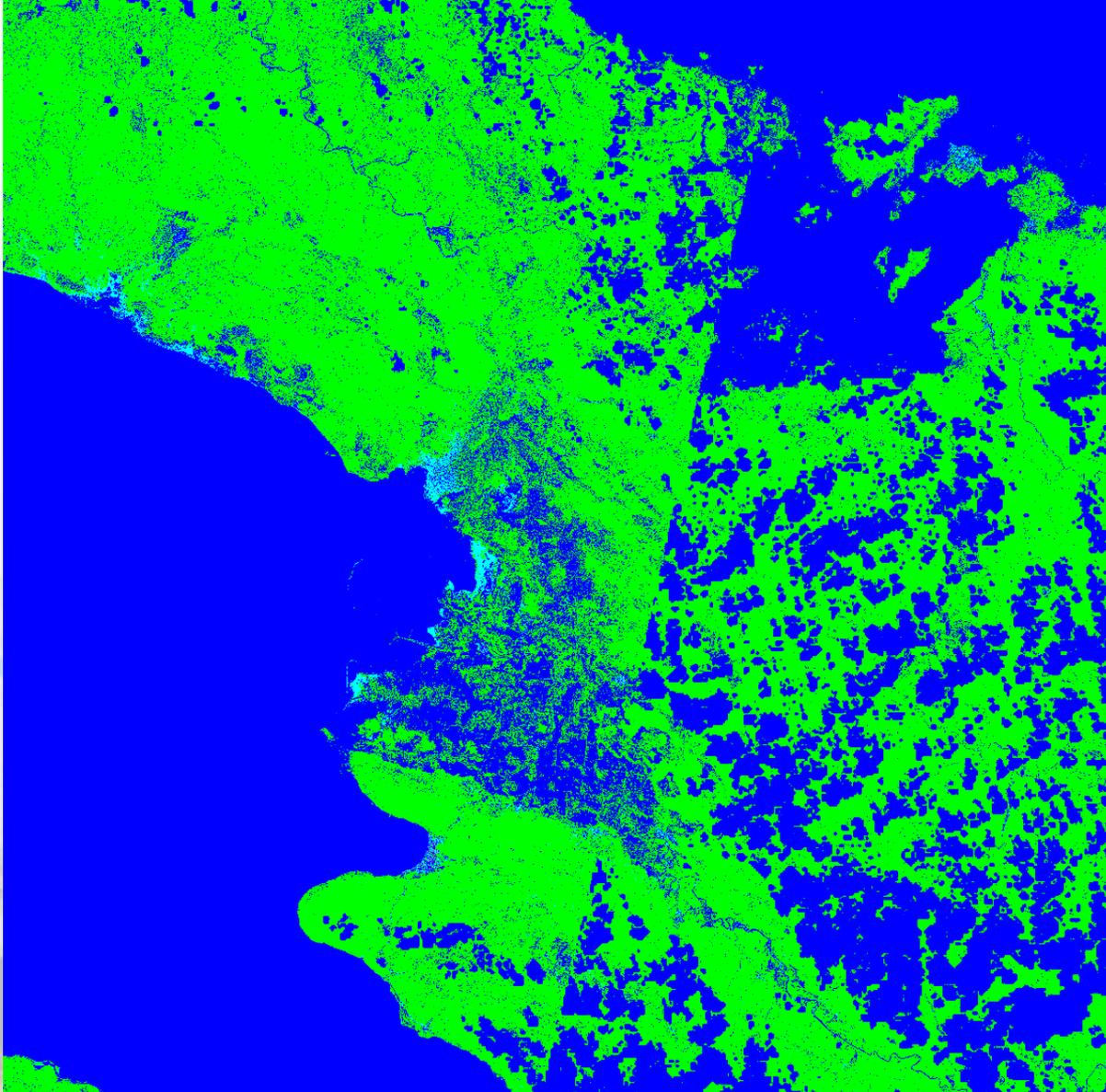
GRACIAS





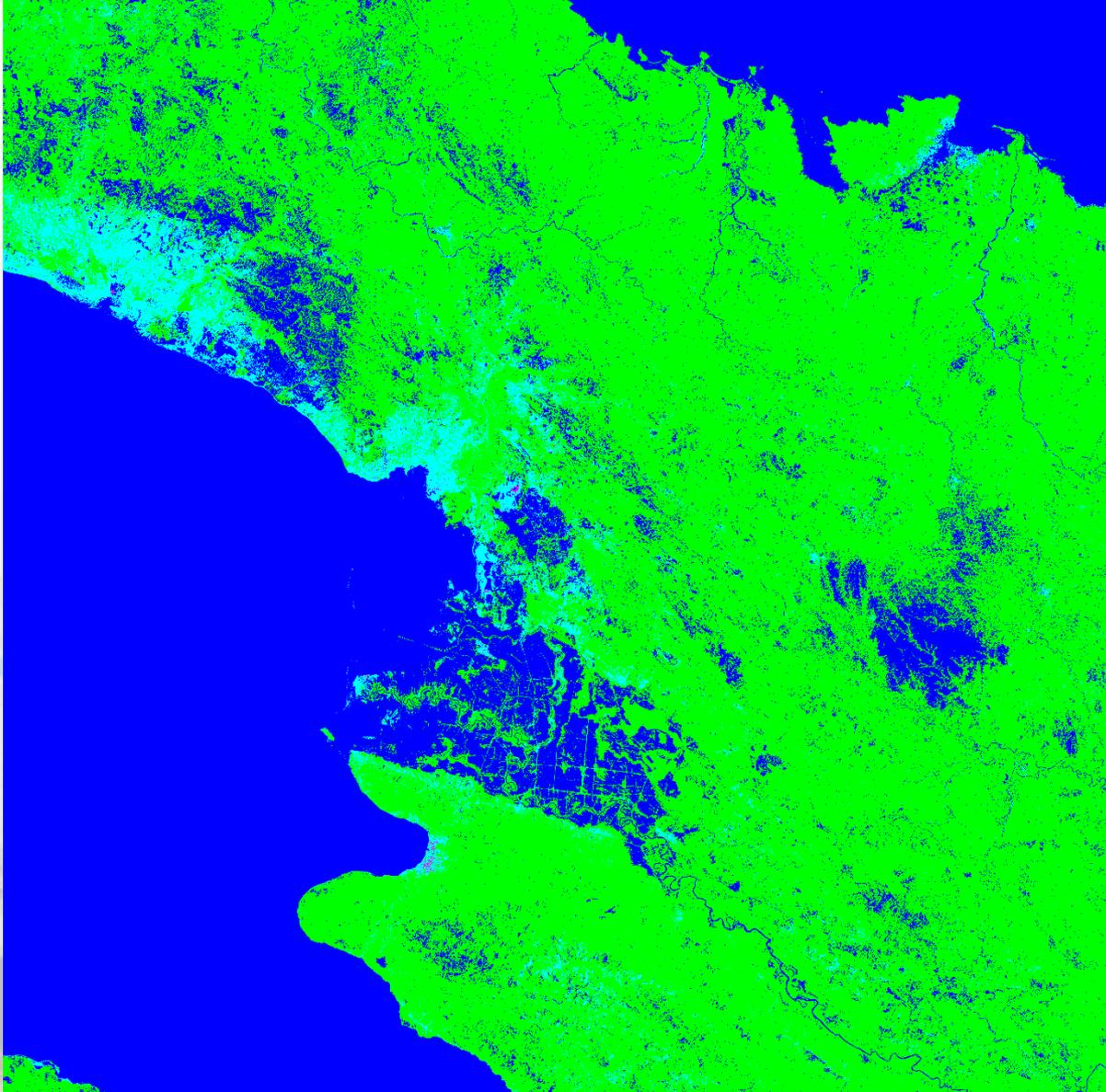
Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti –
Aide à la reconstruction post-ouragan



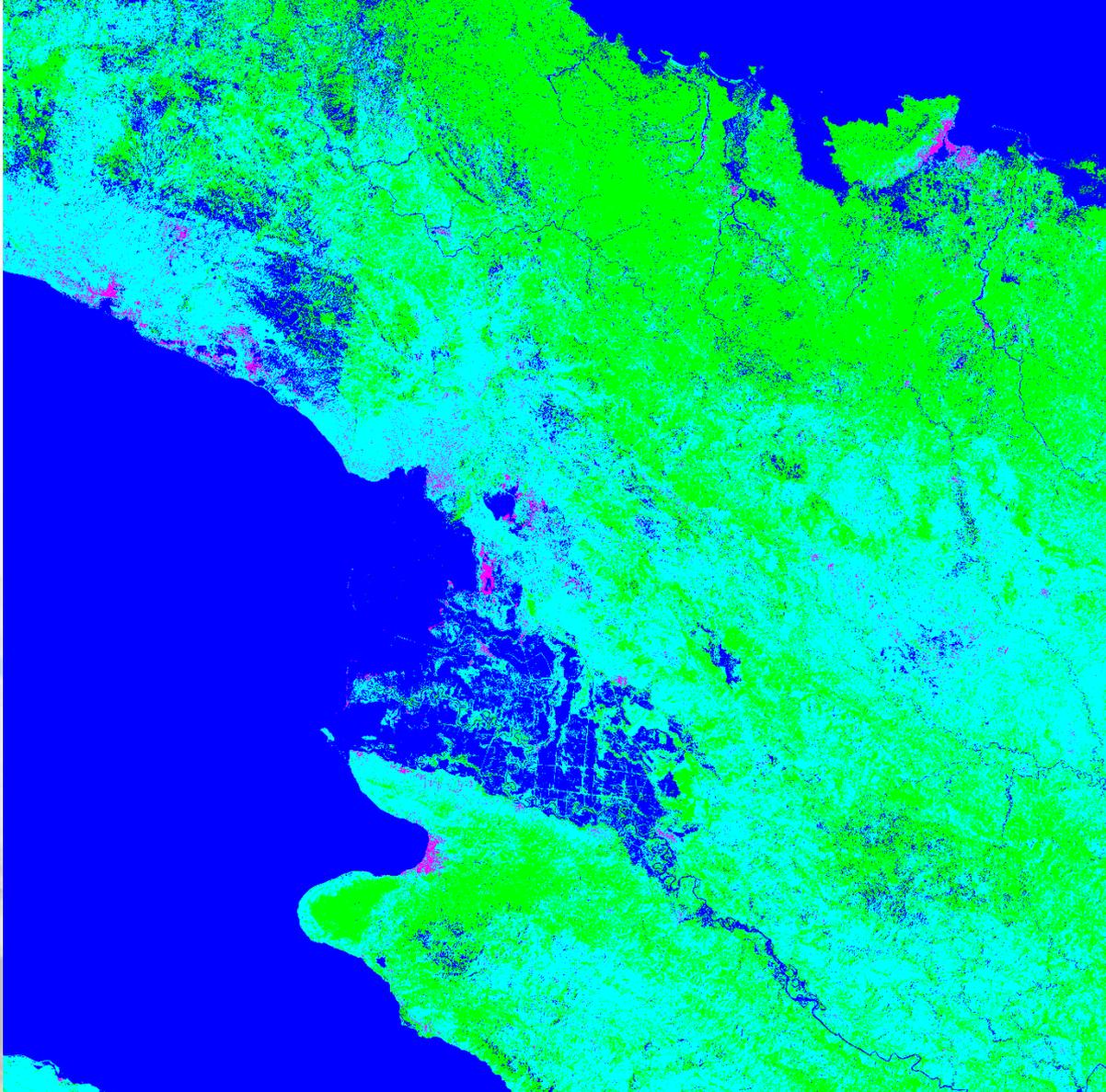
Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti –
Aide à la reconstruction post-ouragan



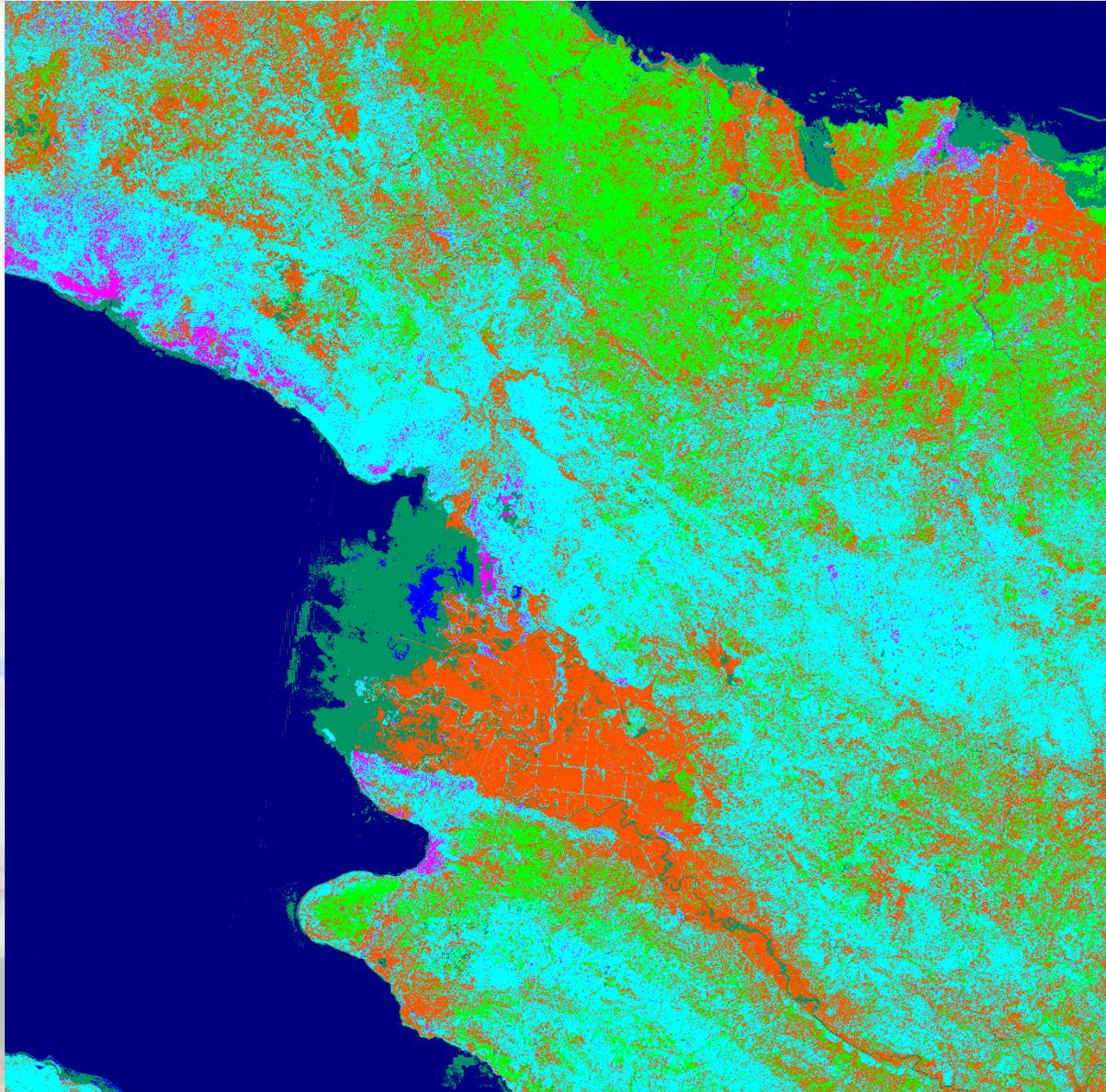
Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



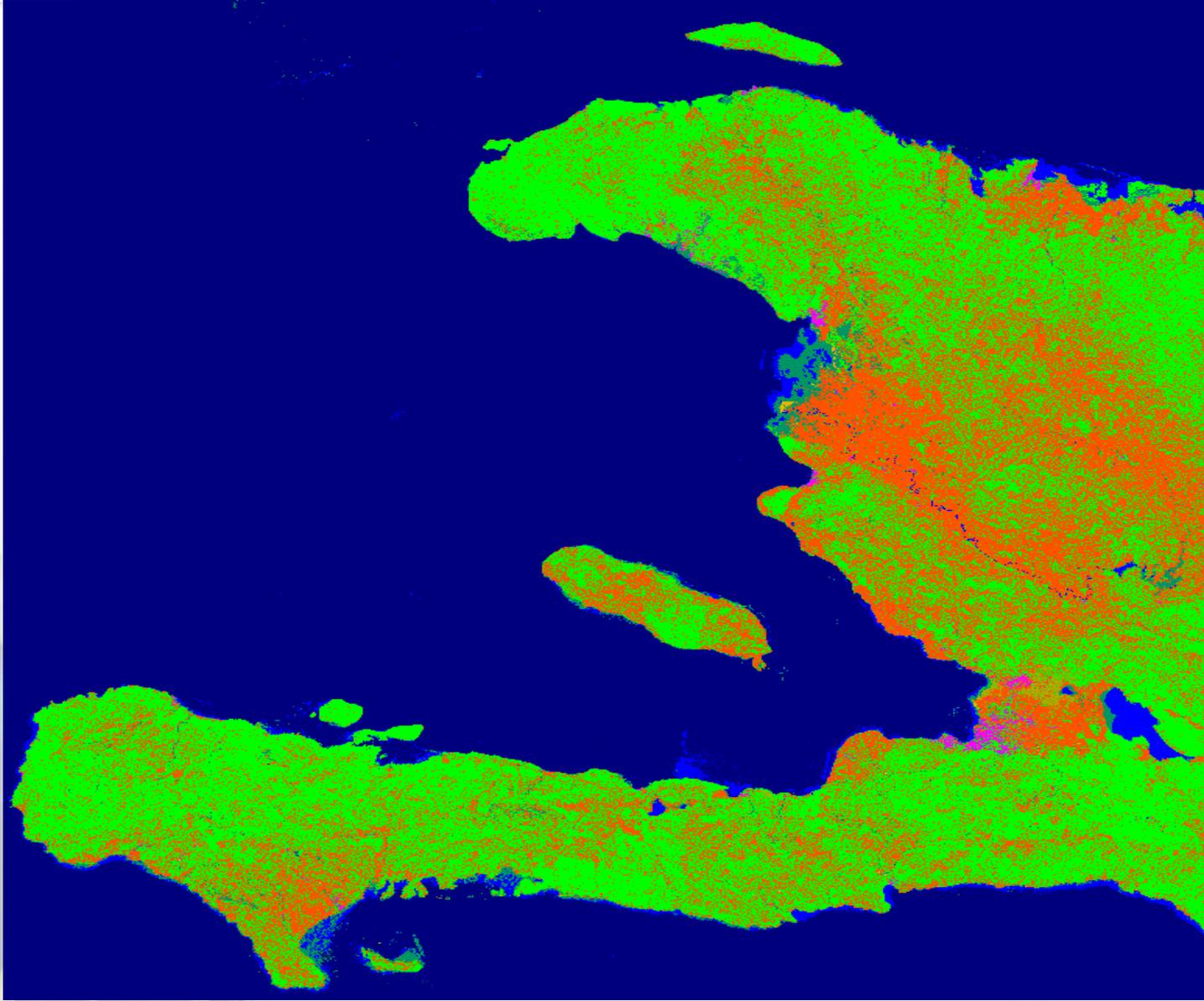
Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti –
Aide à la reconstruction post-ouragan



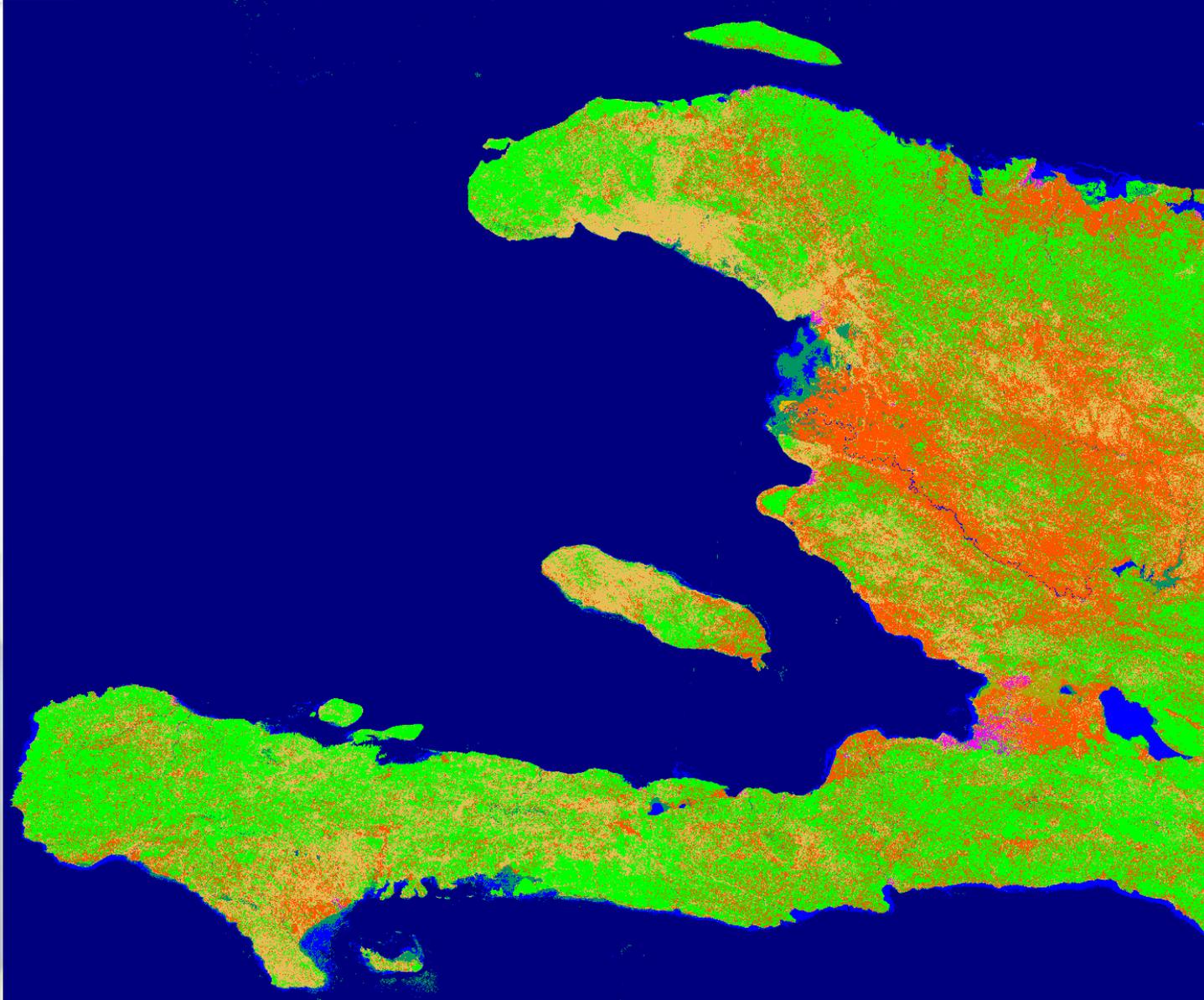
Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti –
Aide à la reconstruction post-ouragan



Résultats

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti –
Aide à la reconstruction post-ouragan







Récupération des données de référence

- **Pôle Theia**

Une année d'images Sentinel-2 sur 9 tuiles : Entre 27 et 58 dates.



- **DD\CNES-Haïti**

28 couches (shp): Bâti, Hydro, Limites administratives, Réseau routier, Parc Macaya, Tsunammi UNESCO, zonages.

3869 orthophotographies

5 images Pléiades



- **OpenStreetMap**

12 couches (shp): Bâti, Hydro, Transport, Réseau routier, Points d'intérêt, Lieux de culte, Utilisation du sol, Nature.



- **Explorateur d'eau de surface globale**

1 image : Masque d'occurrence d'eau « Occurrence_80W_20N ».



Préparation des données : Masque d'eau

- ❑ Extraction des zones d'intérêt : i) Eau permanente – ii) Zones d'inondation



- i) Occurrence $\geq 90\%$
- ii) $10\% < \text{Occurrence} < 62\%$

- ❑ Découpage à l'emprise du pays
- ❑ Vectorisation
- ❑ Traitement vecteur (d. 10)





- Installation sur le cluster
- Paramétrage

Configuration_file.cfg

```
#####
#                               Chain
#####
chain:
{
  outputPath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/runs/Results'
  remove_outputPath: True

  jobsPath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/runs/jobs'
  pyAppPath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/tools/iota2/src/iota2/scripts/common'
  chainName: 'OSO_chain_CONFID'
  nomenclaturePath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/runs/Config/nomenclature.csv'
  outputStatistics: True

  merge_final_classifications: True
  merge_final_classifications_ratio: 0.1
  merge_final_classifications_undecidedLabel: 255
  merge_final_classifications_method: "dempstershafer"#"majorityvoting" or "dempstershafer"
  dempstershafer_mof: "precision"#"precision/recall/accuracy/kappa
  keep_runs_results: True

  listTile: 'T18QYG'
  featuresPath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/runs/Features_T18QYG'
  L5Path: 'None'
  L8Path: 'None'
  S2Path: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/data/sentinel2'
  S1Path: 'None'
  S2_S2C_Path: 'None'
  userFeatPath: 'None' # !!

  mode: 'one_region' #one_region or multi_regions or outside
  regionPath: '/work/OT/siaa/Stages/2018_ocs_haiti/runs/limite_pays.shp'
  regionField: 'ID'
  model: 'None'
}
```

Nomenclature.csv

	A	B
1	annualCrop:10	
2	ete:11	
3	hiver:12	
4	prairie:211	
5	verger:221	
6	vigne:222	
7	olivier:223	
8	arboriculture:224	
9	foret feuillus:31	
10	foret coniferes:32	
11	forets melangees:33	
12	pelouses:34	
13	estives-landes:35	
14	lande ligneuse:36	
15	bati:41	
16	bati diffus:42	
17	zones ind et com:43	
18	surface route:44	
19	surfaces minerales:45	
20	plages et dunes:46	
21	eau:51	
22	mer et oceans:52	
23	glaciers ou neiges et: 53	
24	autres:255	
25		

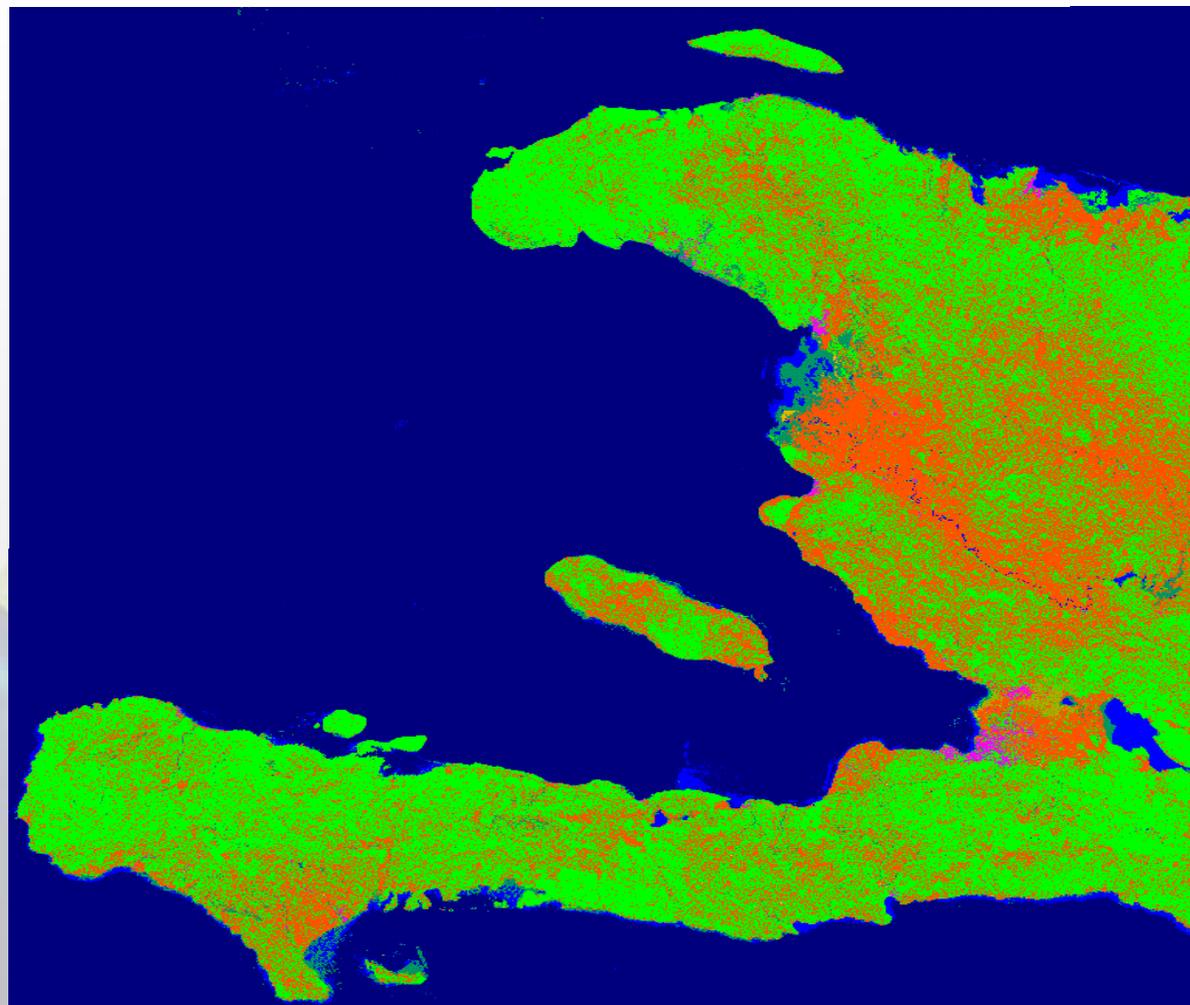
Color_file.txt

```
ColorFile.txt - emacs@visu03.sis.cnes.fr
File Edit Options Buffers Tools Help
Save Undo
0 255 255 255
10 255 85 0
11 255 85 0
12 255 255 127
31 0 156 0
32 0 50 0
33 0 255 0
34 170 255 0
35 170 255 127
36 85 170 127
41 255 0 255
42 255 85 255
43 255 170 255
44 0 255 255
45 255 0 0
46 255 184 2
51 0 0 255
52 0 0 127
53 190 190 190
211 170 170 0
221 170 170 255
222 85 0 0
223 170 85 0
224 36 0 0
255 0 0 0
```

- Végétation boisée
- Bâti
- Route
- Eau



Lancement #6 : Neuf tuiles / 57 dates / 9 classes / 88493 échantillons



Temps de calcul : 6601 h

→ temps réel * ncpus

56h \bar{x} = 118

5 exécutions

✓ Premier résultat à
l'échelle du pays

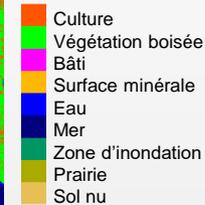
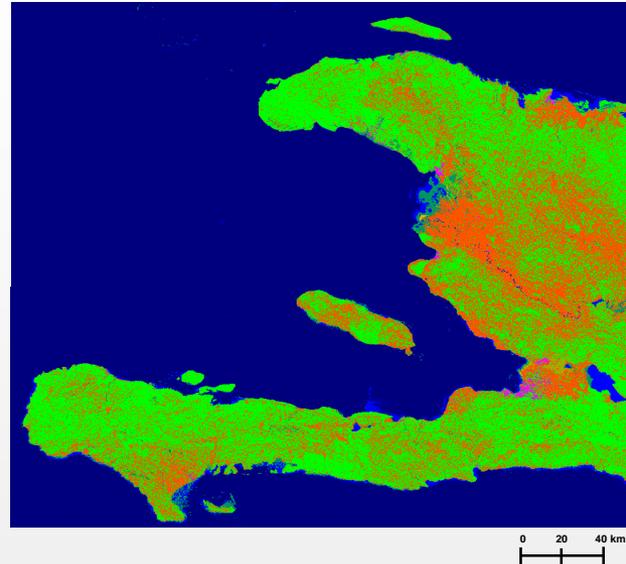
- * Sur-détection de
Végétation boisée
- * Sous-détection du Sol nu
et Prairie

Culture
Végétation boisée
Bâti
Surface minérale
Eau
Mer
Zone d'inondation
Prairie
Sol nu

0 20 40 km



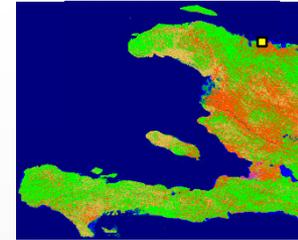
Lancement #6 : Neuf tuiles / 57 dates / 9 classes / 88493 échantillons



Classes	Précision	Rappel	F-score	Confusion max
Culture	0,806	0,888	0,845	Culture, Végétation boisée , Zone d'inondation
Végétation boisée	0,833	0,900	0,865	Végétation boisée, Culture, Zone d'inondation
Bâti	0,677	0,333	0,447	Bâti, Végétation boisée , Culture
Surface minérale	0,314	0,240	0,272	Zone d'inondation , Prairie, S. minérale
Eau	0,777	0,731	0,573	Zone d'inondation Eau, Mer
Mer	0,998	0,999	0,999	Mer, Eau, Zone d'inondation
Zone d'inondation	0,788	0,642	0,708	Zone d'inondation, Eau, Culture
Prairie	0,819	0,619	0,705	Prairie, Culture , Végétation boisée
Sol nu	0,739	0,022	0,043	Prairie, Culture , Sol nu

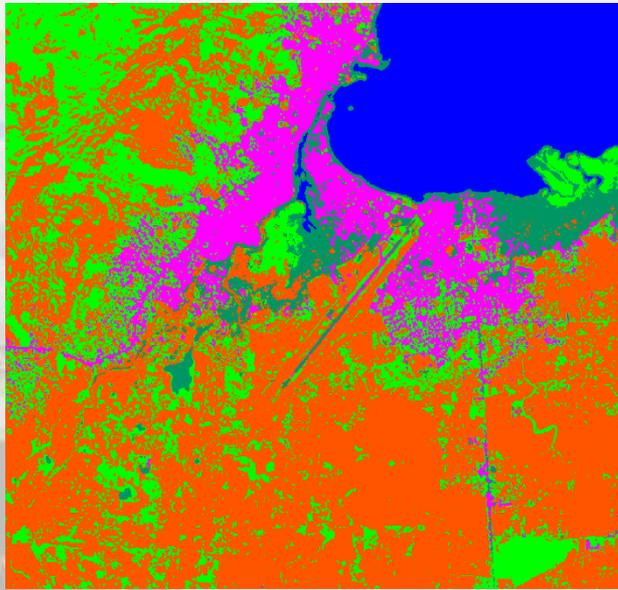
Résultats et Discussion

Application d'algorithme d'occupation du sol en Haïti – Aide à la reconstruction post-ouragan



Lancement #6

Lancement #8



- Culture
- Végétation boisée
- Bâti
- Surface minérale
- Eau
- Mer
- Zone d'inondation
- Prairie
- Sol nu

0 1 2 km XX