



# AfricaGIS 2021

Sofitel Abidjan Hotel Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

Geospatial Innovation & Science for Africa's growth & sustainable development



## CARTOGRAPHIE PAR IMAGERIE SENTINEL-2A DU PHÉNOMÈNE DE LA DÉGRADATION FORESTIÈRE PAR LA PRATIQUE DE CACAO CULTURE SOUS COUVERT FORESTIER DANS LA FORÊT CLASSÉE DE YAPO ABBE, AU SUD DE CÔTE D'IVOIRE

### Auteurs :

N'Da Hyppolite DIBI<sup>12\*</sup>, Gniré Joëlle DANIOKO<sup>2</sup>, Kouassi Kouman Noel NANAN<sup>2</sup>  
Crystel Natacha BOHOUSOU<sup>2</sup>

*Présenté par :*

**N'Da Hyppolite DIBI**



# AfricaGIS 2021

Sofitel Abidjan Hotel Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

*Geospatial Innovation & Science for Africa's growth & sustainable development*

**bnetd**



**GMES**  
AND AFRICA

## Plan de la présentation



### Introduction

### 1. Présentation de la zone d'étude

### 2. Matériel et Méthodes

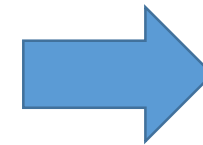
### 3. Résultats et discussion

### Conclusion et perspectives



## Introduction

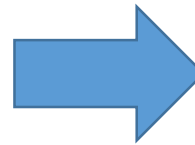
Choix politiques développement économique basé sur l'exploitation des ressources forestières et l'agriculture dans les pays tropicaux



Catastrophes écologiques

### Cas de la Côte d'Ivoire

Exploitations cacaoyère et bois d'œuvre



Réduction des surfaces forestières d'environ 16 à moins de 3,4 millions d'hectares depuis l'indépendance du pays (**FAO, 2017**).



Engager en 2011 dans le processus de réduction des émissions de gaz à effet de serre due à la déforestation et à la dégradation des forêts (**FAO, 2019**).



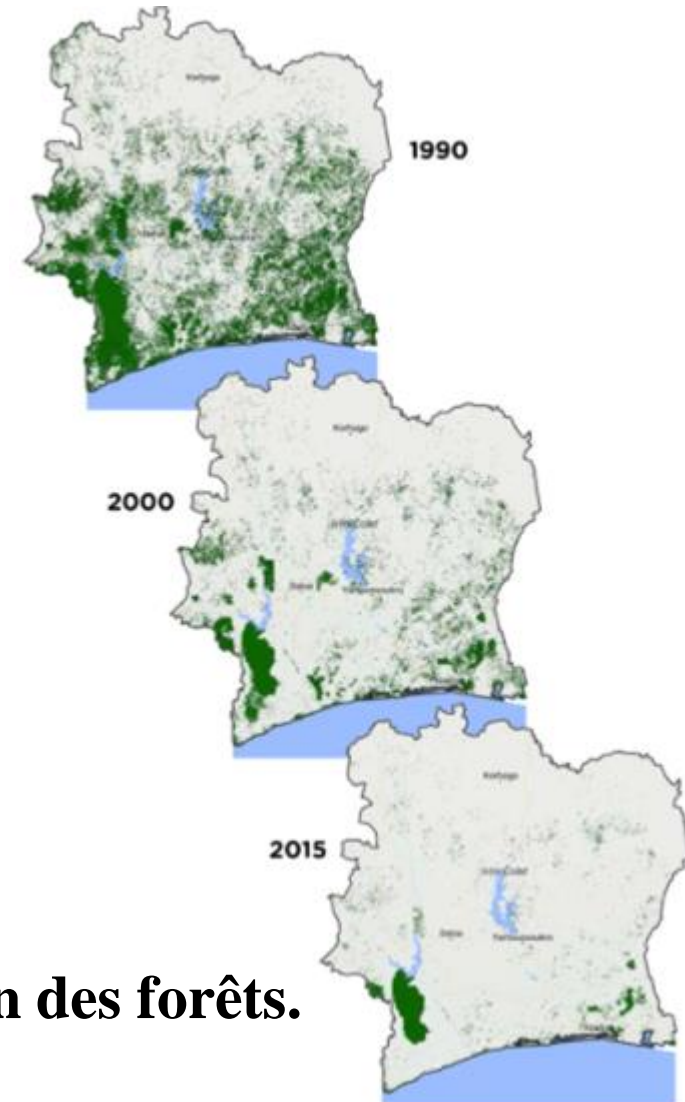




## Introduction

[Réchauffement climatique : le cacao dans la ligne de mire \(Partie 3\) - Ressources Magazine \(ressources-magazine.com\)](http://ressources-magazine.com)

- ❖ Nombreux travaux réalisés à l'aide de la télédétection pour estimer la déforestation
- ❖ Cartes de la dynamique forestière de 1990, 2000 et 2015 (FAO, 2017)
- Surfaces forestières en 2015 : 3,4 millions d'hectares
- **Agriculture principale cause de la déforestation**
- **Poids important dégradation forestière dans la perturbation des forêts.**





## Introduction

Nouvelle forme de dégradation forestière dans les forêts classées est causée par Cacao-culture sous couvert. Dans cette forme d'exploitation agricole :

- c'est seulement le sous-bois qui est coupé et les fèves sont directement semés ;
- ce n'est qu'à partir de la quatrième année que va s'installer la déforestation, avec l'élimination de la strate ligneuse supérieure.

Pour la gestion du domaine privé permanent de l'état, la discrimination de la **dégradation forestière** se présente comme **système d'alerte précoce à la déforestation**



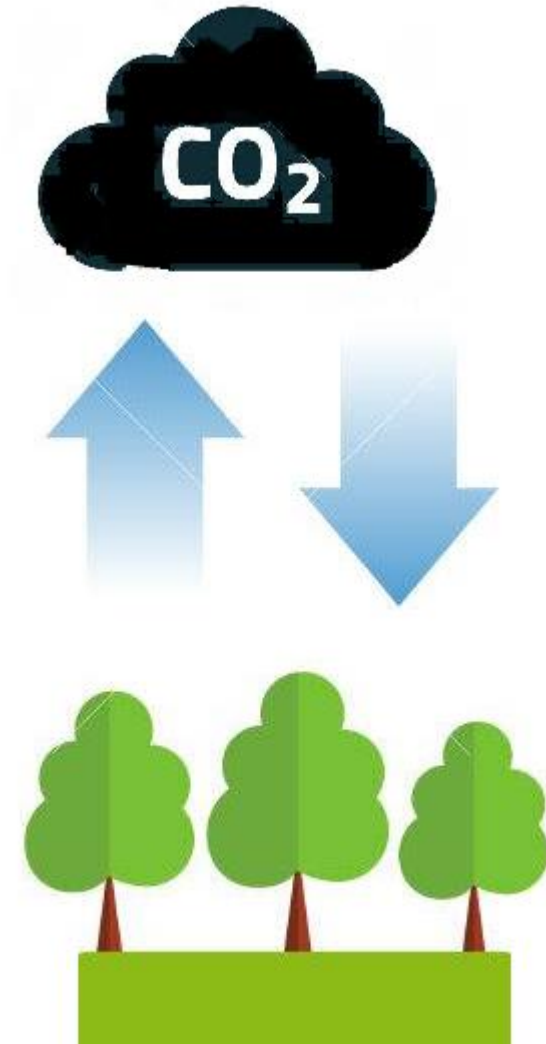




## Introduction



- 1<sup>ière</sup> soumission du **niveau de référence des forêts** (2017) de la Côte d'Ivoire à la *Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*, seule les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la **déforestation** ont été considérées.
- Or, la dégradation forestière induit des perturbations non négligeables qui ont entraîné une baisse de la biomasse aérienne des forêts encore existantes (**FAO, 2017**).
- Besoin d'améliorer le niveau d'émission de référence des forêts par la prise en compte de la dégradation forestière.





## Introduction

### Objectifs :

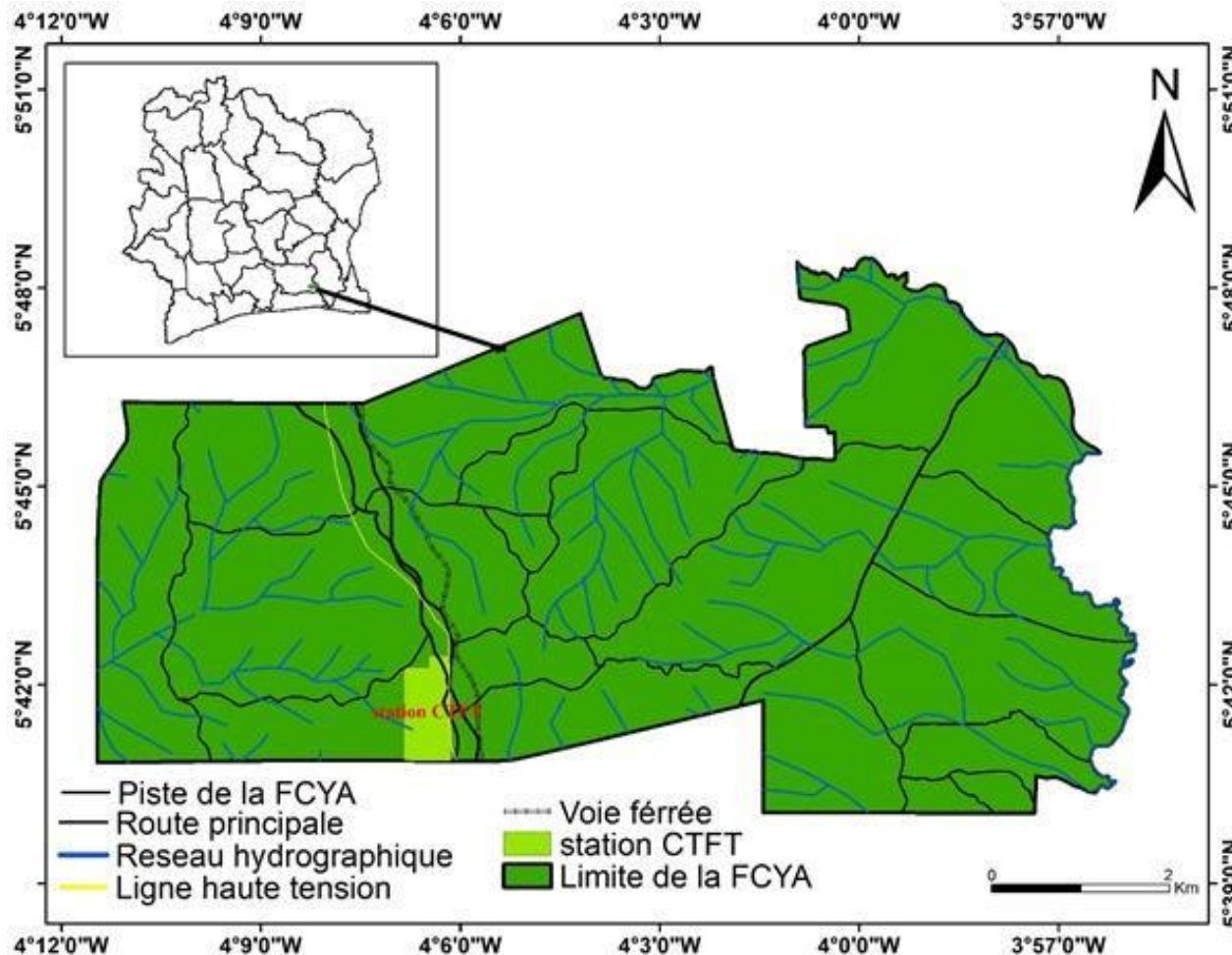
Mettre à la disposition des gestionnaires du domaine privé permanent de l'état, un outil de détection de la dégradation forestière issue de la cacao-culture sous couvert forestier dans la forêt classée de Yapo-Abbé (FCYA).

- Cartographier la dégradation forestière de la FCYA à partir des images Sentinel 2A de 2015 à 2019.
- Caractériser la dégradation forestière (structure et flore) de la FCYA à partir d'un inventaire floristique.





## 1- Présentation de la zone d'étude



La FCYA est située au Sud de la Côte d'Ivoire : latitudes Nord 5°40'02'' et 5°47'32'' et les longitudes ouest 3°57'02'' et 4°11'37'' (SODEFOR, 1999).

Région de l'Agnéby, à cheval sur les Sous-préfectures d'Azaguié et Agou.

Situation géographique de la forêt classée de Yapo-Abbé





## 1- Présentation de la zone d'étude

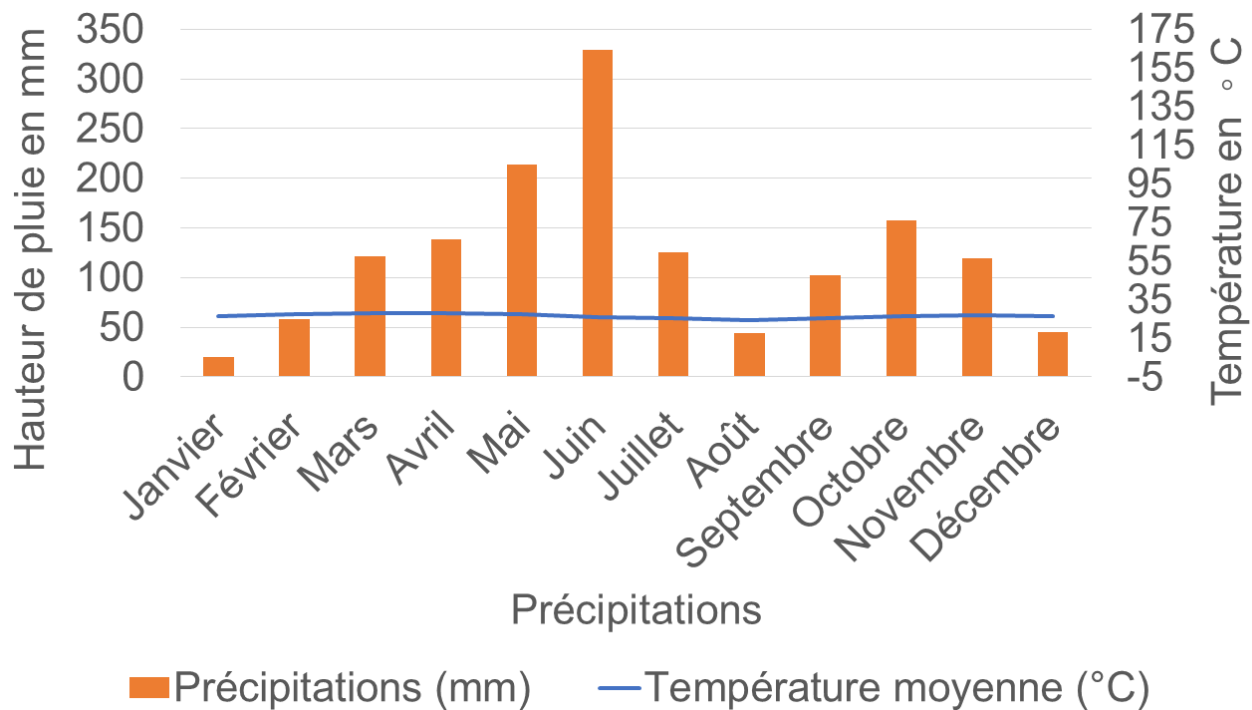
- ❖ Les forêts denses humides sempervirentes du secteur ombrophile caractérisent le site d'étude (**Guillaumet, 1967**)
- ❖ La flore de cette région est qualifiée d'association à *Diospyro-Mapanietum* qui sont deux espèces caractéristiques des forêts pelohygrophyte.
- ❖ Suite aux infiltrations agricoles, les exploitations de cacao et d'hévéas sont enregistrées dans la forêt classée.





## 1- Présentation de la zone d'étude

❖ Le climat de type subéquatorial.



❖ Les données météorologiques de la SODEXAM de 1996 à 2019, indiquent un climat à 4 saisons sous une température moyenne de 27 °C.

Diagramme ombrothermique de la région de l'Agneby tiassa





## 2- Matériel et Méthodes

### Matériel

#### ❖ Matériel biologique

Espèces végétales du site d'étude

#### ❖ Matériel technique

Données Sentinel

Matériel de terrain:

Logiciels:

S2A\_MSI\_L1C\_2015\_12\_27\_T105013 GPS

S2A\_MSI\_L1C\_2016\_01\_06\_T105013 Appareil photographique

S2A\_MSIL1C\_2018\_12\_26\_T103439 Sécateur

S2A\_MSIL1C\_2019\_01\_20\_T103341 Ruban-mètre

Envi

ArcGis

XLSTAT





## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

**Production de Cartes des  
forêts stables selon la série  
temporelle retenue**

**X**

**Production de Cartes des  
zones dégradées selon la  
série temporelle retenue**

**Production de Carte de  
forêt dégradée de 2015 à  
2020**

**Analyse des résultats**

- Typologie de dégradation
- Répartition spatiale
- Superficie





## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

## Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

### Production de Cartes des forêts stables selon la série temporelle retenue

Images sentinel (2020-2018-2016-2015) prétraitées

Classification dirigée (algorithme : Maximum likelihood. Nombre parcelles entraînement : 40)

Cartes forestières (forêt-non forêt) pour chaque date d'image

Géotraitement : opération spatiale d'intersection

Série temporelle pour l'analyse des mutations  
2020-2018  
2020-2017  
2020-2016  
2020-2015

Carte des forêts stables pour les séries temporelles identifiées



## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

**Production de Cartes des zones dégradées selon la série temporelle retenue**

Calcul d'indice de végétation sur chaque date d'image NDVI-G

Images sentinel (2020-2018-2016-2015) prétraitées

Cartes de discrimination de la végétation en fonction de l'intensité photosynthétique

**NDVI-G = (PIR - V) / (PIR + V)**, avec  
PIR : Proche Infrarouge et V canal vert du visible







## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

## Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

### Production de Cartes des zones dégradées selon la série temporelle retenue

**$MSVIA_{1-2}$  : Mutation Spatiale Végétale**

Cartes de discrimination de la végétation en fonction de l'intensité photosynthétique

Avec :

- $MSVIA_{1-2}$  : Mutation Spatiale Végétale
- $IA_1$  : Indice biophysique calculé sur l'Année 1 ou année de départ
- $IA_2$  : indice biophysique calculé sur l'année 2 ou année d'arrivée

Cartes de mutation de la couverture végétale selon la série temporelle d'images retenue

Extraction d'information par segmentation

Carte de dégradation de la couverture végétale selon la série temporelle d'images retenue

$$MSVIA_{1-2} = [((IA_2) - (IA_1)) / (IA_1)] * 100$$



## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

**Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)**

#### **Production de Carte de forêt dégradée de 2015 à 2020**

Carte des forêts stables pour les séries temporelles identifiées

Carte de dégradation de la couverture végétale selon la série temporelle d'images retenue

Géotraitement : opération spatiale d'intersection

Carte des différents faciès de forêt dégradée





## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

### Analyse des résultats

#### ➤ Typologie de dégradation

Codage des couches

- Forêt : 1 et Non forêt : 0

Addition des couches

#### ➤ Répartition spatiale

Analyse visuelle des  
différentes cartes

#### ➤ Superficie

Requête sur les superficies des  
différents faciès de forêts dégradées







## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

Caractérisation de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (inventaire floristique)

**Plan d'échantillonnage**

**Inventaire floristique**

**Analyse de données de  
végétation et flore**

- Paramètres structuraux
- Diversité et richesse de la flore

**Analyse croisée de données de  
végétation-flore et Faciès de  
dégradation forestière  
(cacao-culture sous forêt)**





## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

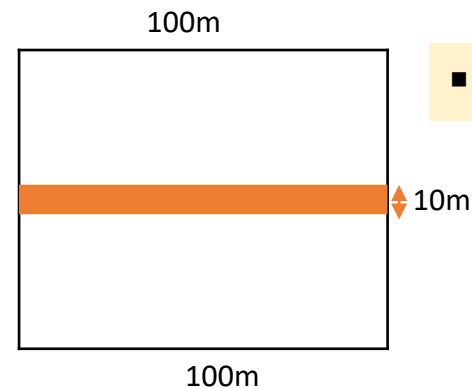


### Plan d'échantillonnage

- 60 points : en raison de 20 par faciès de dégradation forestier
- Sélection : aléatoire dans un rayon de 1 km autour du réseau routier dans la forêt classée



### Inventaire floristique



- Dispositif de relevé

- Description de la végétation
- Relevé de toutes les espèces dans la placette
- Mesure de circonférence à 1, 30m du sol



## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes



### Analyse de données de végétation et flore



#### ➤ Paramètres structuraux

- Densité d'arbres par unité de surface
- Aires basales
- Répartition de tiges par classe de diamètre

#### ➤ Diversité et richesse

##### Diversité de la flore

- Indice de Shannon
- Equitabilité de Piélou
- Richesse floristique et composition

### Caractérisation de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (inventaire floristique)





## 2- Matériel et Méthodes

### Méthodes

Caractérisation de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (inventaire floristique)

**Analyse croisée de données de végétation-flore et  
Faciès de dégradation forestière (cacao-culture sous forêt)**

**Faciès de dégradation forestière**



**Différence dans la structure  
des faciès forestiers**



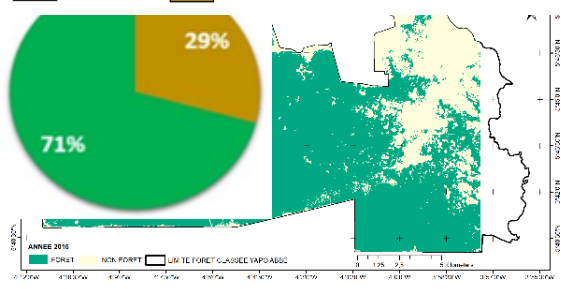
**Ressemblance des flores  
entre les faciès forestiers**

- Analyses statistiques : comparaison des moyennes des différents indices calculés
  - Test de Levène

NB : Vérification de la normalité et de l'homogénéité des distributions par le test de Shapiro-Wilk et de Bartlett.  
En présence de différence significative entre les moyennes d'un paramètre, le test de Mann-Whitney est appliqué



FORET NON FORET ET CLASSEE YAPO-ABBE



2021

Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

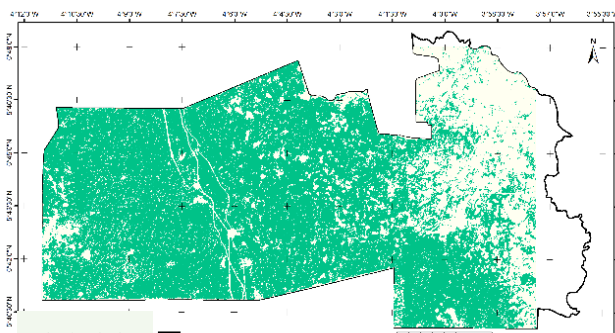
Science for Africa's growth & sustainable development



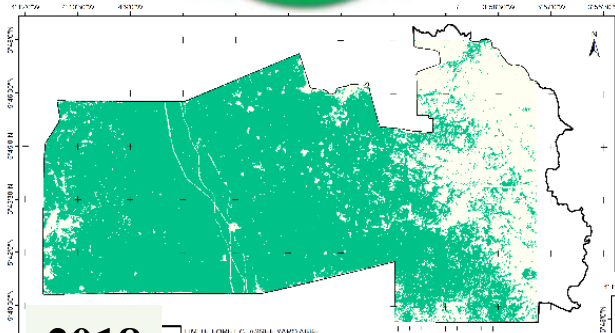
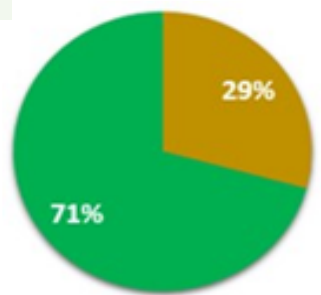
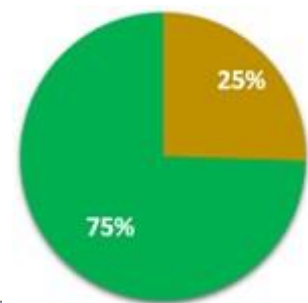
## et Discussion

# Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

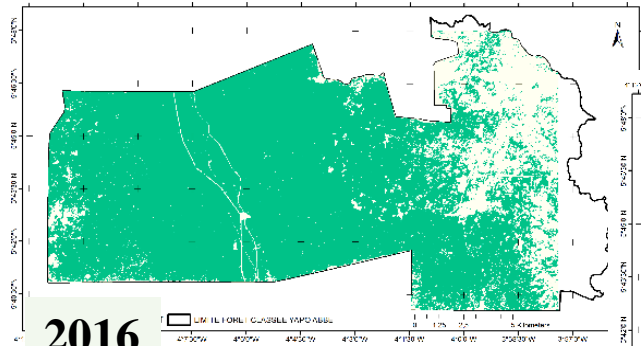
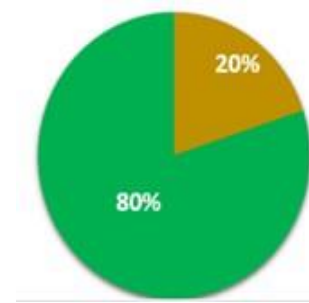
## Cartes forestières 2015-2019



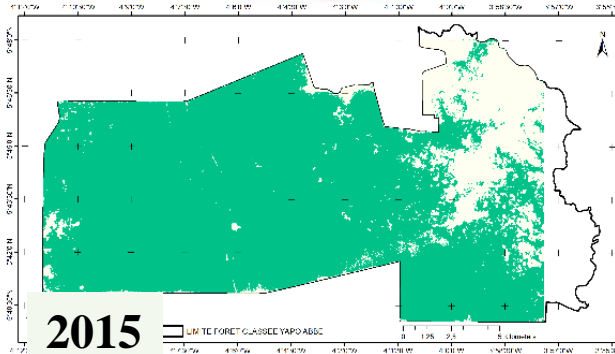
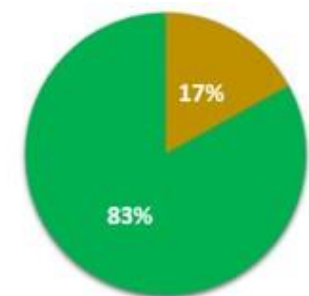
2019



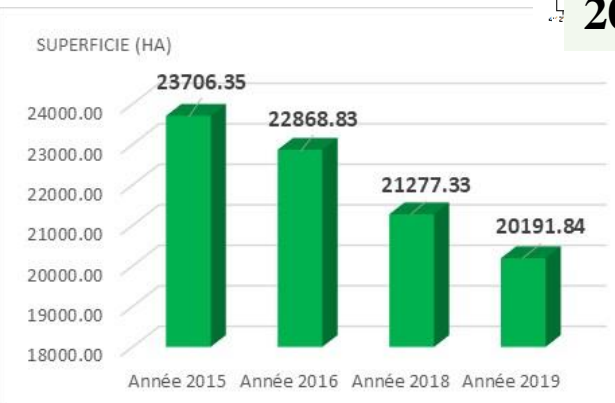
2018



2016



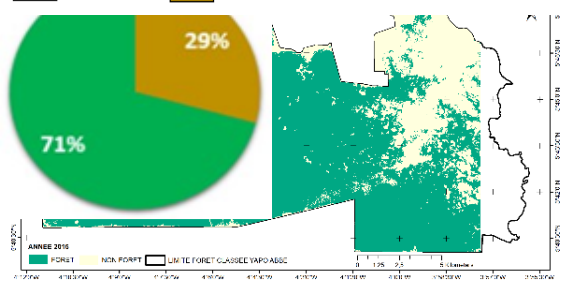
2015



FORET NON FORET LIMITE FORET CLASSEE YAPO-ABBE



■ FORET ■ NON FORET ET CLASSEE YAPO ABBE



2021

Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

Science for Africa's growth & sustainable development

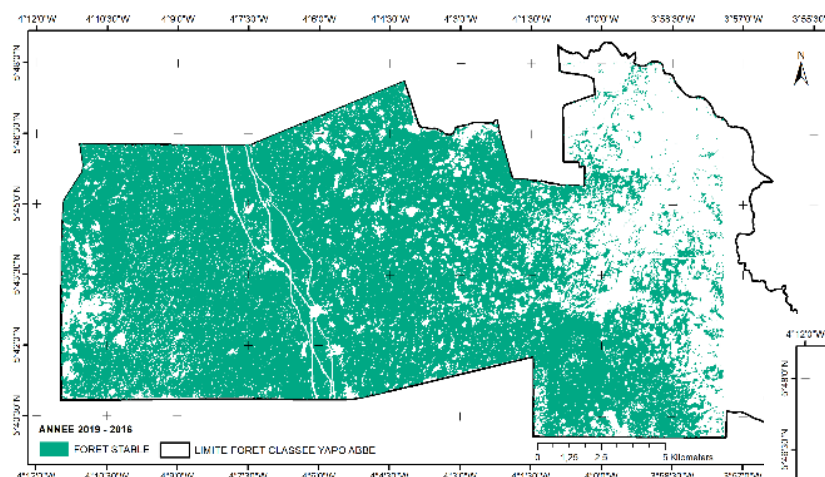
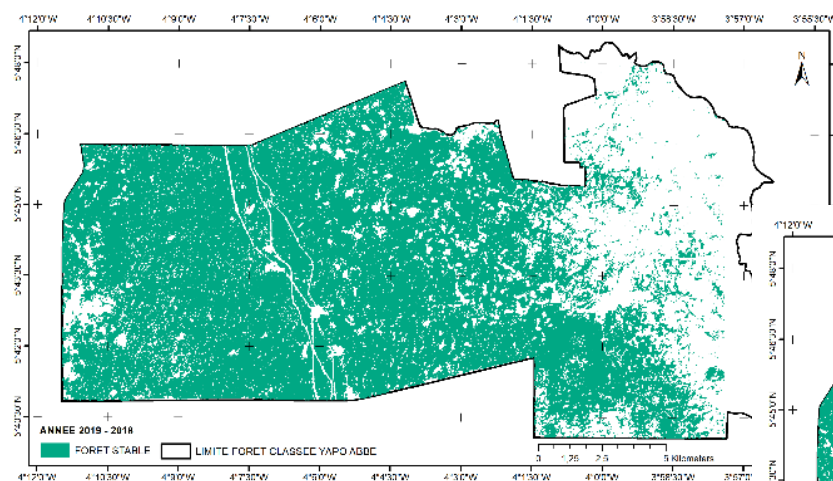


et Discussion

Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

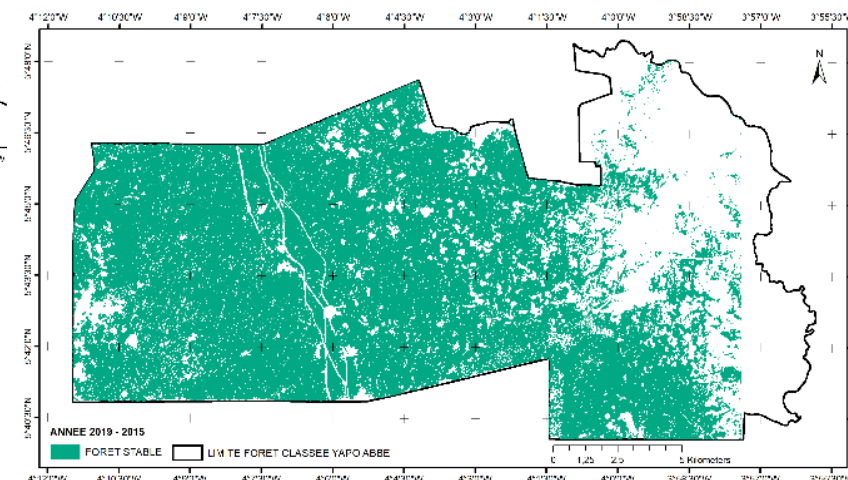
Cartes des forêts stables de Yapo-Abbe 2015-2019

2019-2018

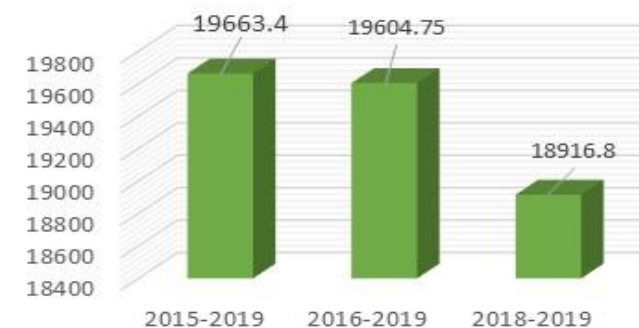


2019-2016

2019-2015



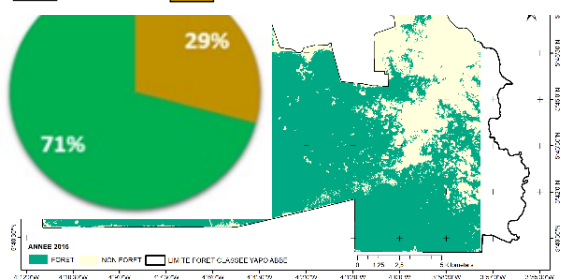
SUPERFICIE (ha)



■ FORET STABLE ■ LIMITE FORET CLASSEE YAPO ABBE



■ FORET ■ NON FORET ET CLASSEE YAPO-ABBE



2021

Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

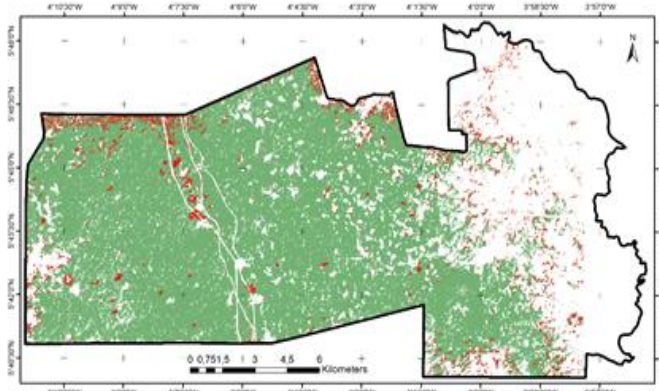
Science for Africa's growth & sustainable development



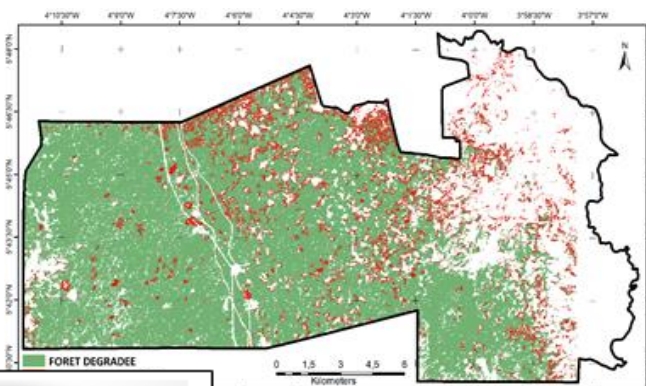
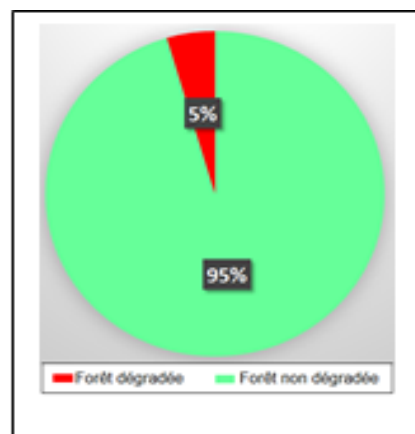
## et Discussion

## Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

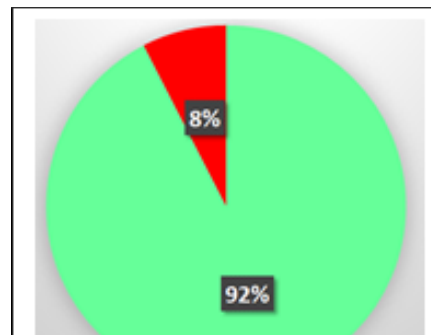
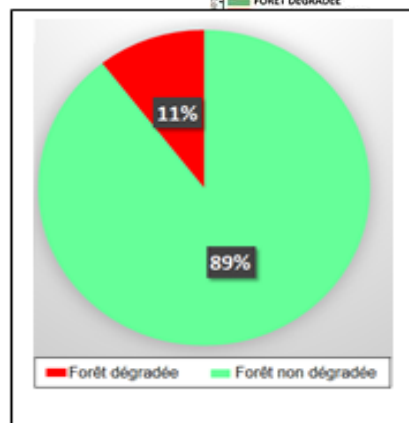
### Cartes des forêts dégradées de Yapo-Abbe 2015-2019



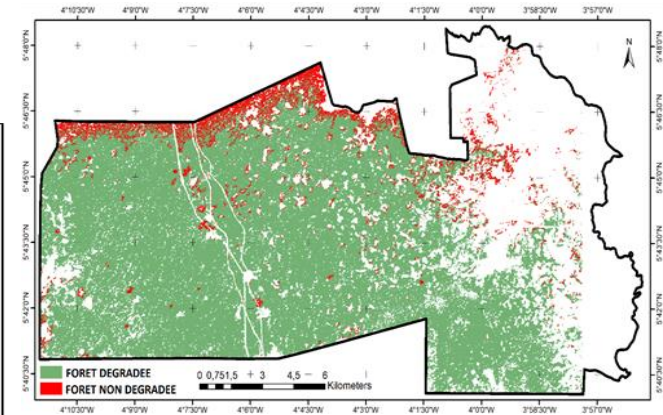
2019-2018



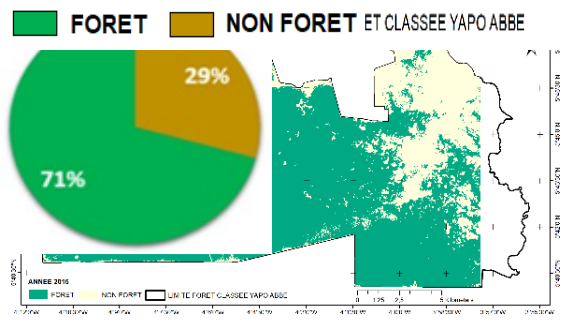
2019-2016



2019-2015







**2021**

Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

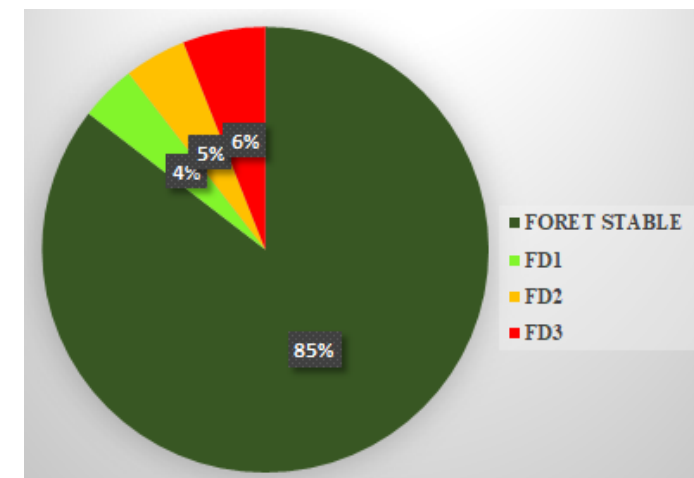
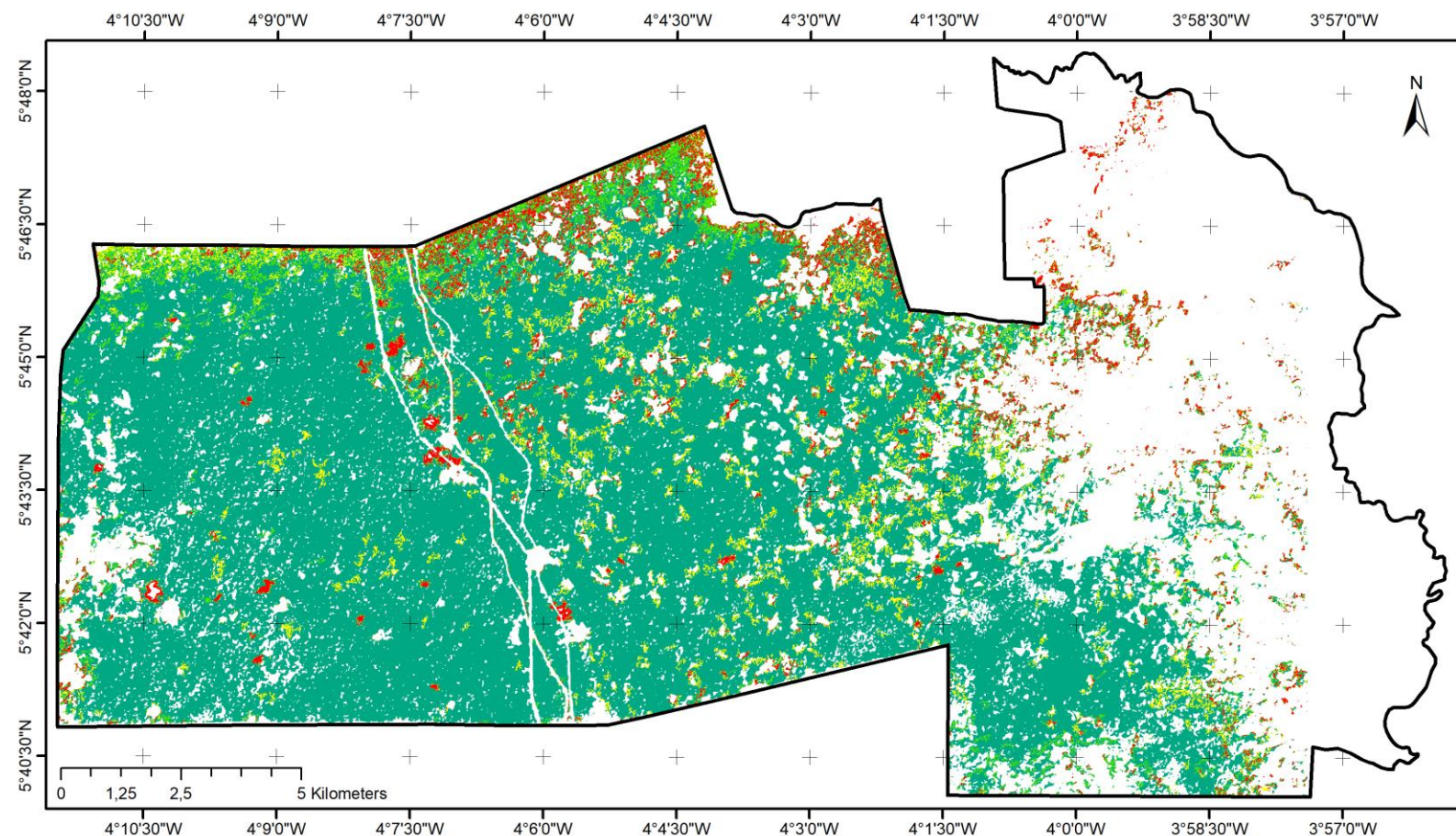
Science for Africa's growth & sustainable development



## et Discussion

## Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

### Typologie de la dégradation forestière de Yapo-Abbe 2015-2019

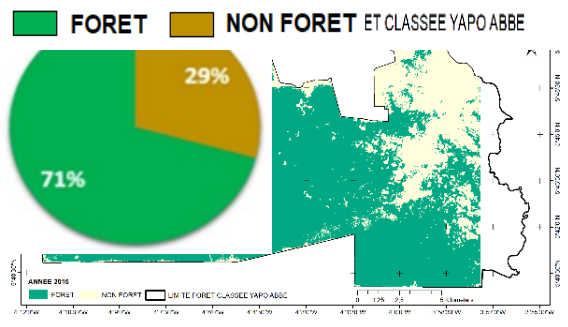


#### LEGENDE

- Limite de la FCYA
- Forêt stable
- Forêt dégradée type 1
- Forêt dégradée type 2
- Forêt dégradée type 3







## Cartographie de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (Sentinel 2A de 2015 à 2019)

### Faciès de dégradation forestière dans le Forêt classée de Yapo-Abbe



**Forêt dégradée 1 :** forêts dégradées par des **causes naturelles** (chablis, bois mort) et **anthropiques** (exploitation forestière, souche, tronc d'arbre laissé sur place).

**Forêt dégradée 2 :** forêts dégradées par des causes **anthropiques** (cacao culture sous couvert en création).



**Forêt dégradée 3 :** forêts dégradées par des causes **anthropiques** (cacao culture sous ouvert juvénile).





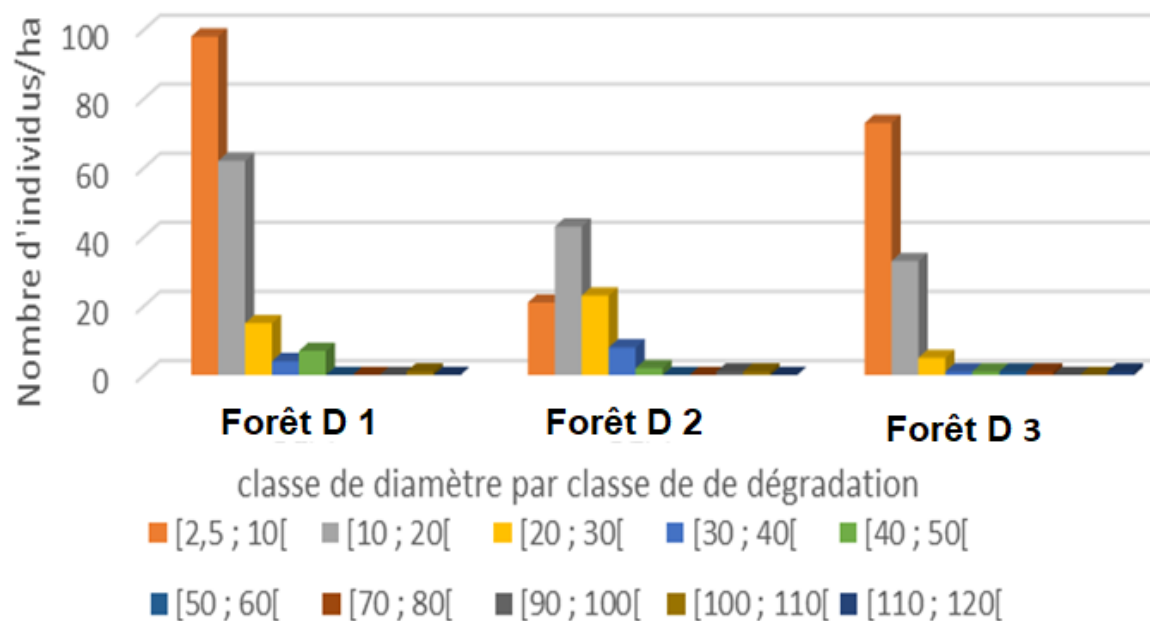


## 3- Résultats et Discussion

Récapitulatif des moyennes paramètres structuraux de la végétation des classes de dégradation

Biotopes	Densité ind/ha	Aire basale m <sup>2</sup> /ha
FDT1	326,66 ± 154,8	7,10 ± 0,2
FDT2	530 ± 42,4	21,84 ± 11,2
FDT3	450 ± 164,2	9,54 ± 7,2
P-Value	p= 0,190	p = 0,387

## Caractérisation de la dégradation forestière de la forêt classée de Yapo-Abbé (inventaire floristique)



Histogramme de distribution des tiges par classe de diamètre à l'intérieur de chaque classe de dégradation



## Conclusion et Perspectives

L'approche méthodologique a permis de :

- Cartographier quatre types de forêts dégradées de la forêt classée de Yapo Abbe par imagerie satellitaires, à partir de l'indice de végétation NDVI\_Green.
- Caractériser la structure des différents faciès (3) de dégradation forestière dans la forêt classée de Yapo Abbé.
- L'es défrichement agricoles demeurent la cause principale de la dégradation forestière dans la forêt classée de Yapo-Abbé
- L'on note que les défrichements agricoles (cacao-culture sous ouvert forestier) est parfaitement discriminée avec les données sentinel (indice NDVI\_Green) .





## Conclusion et Perspectives



- Cette étude a été menée dans la forêt classée de Yapo-Abbe dans le secteur ombrophile au Sud de la Côte d'Ivoire.
- Vu le développement des pratiques culturelles sous couverts dans les forêts classées, nous proposons en perspective d'étendre les résultats à l'ensemble des forêts classées ivoiriennes





# AfricaGIS 2021

Sofitel Abidjan Hotel Ivoire, Abidjan, Côte d'Ivoire | Nov 22 – 26, 2021

*Geospatial Innovation & Science for Africa's growth & sustainable development*

**bnetd**



**GMES**  
AND AFRICA



**Je vous  
Remercie**