



DISCIPLINE : GÉOGRAPHIE



SPECIALITE : GÉOGRAPHIE PHYSIQUE (BIOCLIMATOLOGIE)

# CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET VULNERABILITE DU COUVERT FORESTIER DANS LE SUD-OUEST DE LA COTE D'IVOIRE

Présentée par : M. DOUMBIA Yaya

Encadré par : Prof. DIOMANDE Béh Ibrahim





# Introduction et justification de l'étude

- De nombreuses études réalisées sur les enjeux des changements climatiques en Afrique (Ardoin S., 2004 ; Amoussou E., 2010; Bigot S. et al. 2005 ; Diomandé B. I., 2011) montrent qu'une tendance à la sécheresse s'est manifestée à partir de 1970.
- Cette période post-rupture a été marquée par des années anormalement sèches, des incendies de forêt et de plantations, accompagnés d'une baisse drastique des productions agricoles (Brou Y. T., 2005).
- Ces nouvelles contraintes climatiques remettent en cause les projets de développement liés en particulier à l'agriculture, susceptible de fragiliser les écosystèmes de forêt et de savane.
- Les écosystèmes forestiers jouent un rôle clé dans la vie quotidienne et l'environnement immédiat des hommes (Stockage de CO<sub>2</sub>, régulation du climat) (Thapa R. et al, 2014).
- La modification de la végétation et la dégradation des terres ont eu des effets négatifs sur la régulation du climat (émission du CO<sub>2</sub>) (OSS, 2007, p.17).





# Introduction et justification de l'étude

- Le Sud-Ouest ivoirien est considéré comme l'un des hotspots de biodiversité par la présence remarquée des aires protégées et de certaines espèces endémiques (Adou C. Y. et al, 2005).
- Le Sud-Ouest ivoirien représente le principale pôle de développement agricole en Côte d'Ivoire (café-cacao-hévéa-palmier à l'huile).
- Le Sud-Ouest ivoirien présente une vulnérabilité particulière en raison de la dépendance de son économie à l'agriculture, de son statut de bastion du café-cacao et d'exploitation du bois.
- Cette étude évalue la vulnérabilité du couvert forestier aux changements climatiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

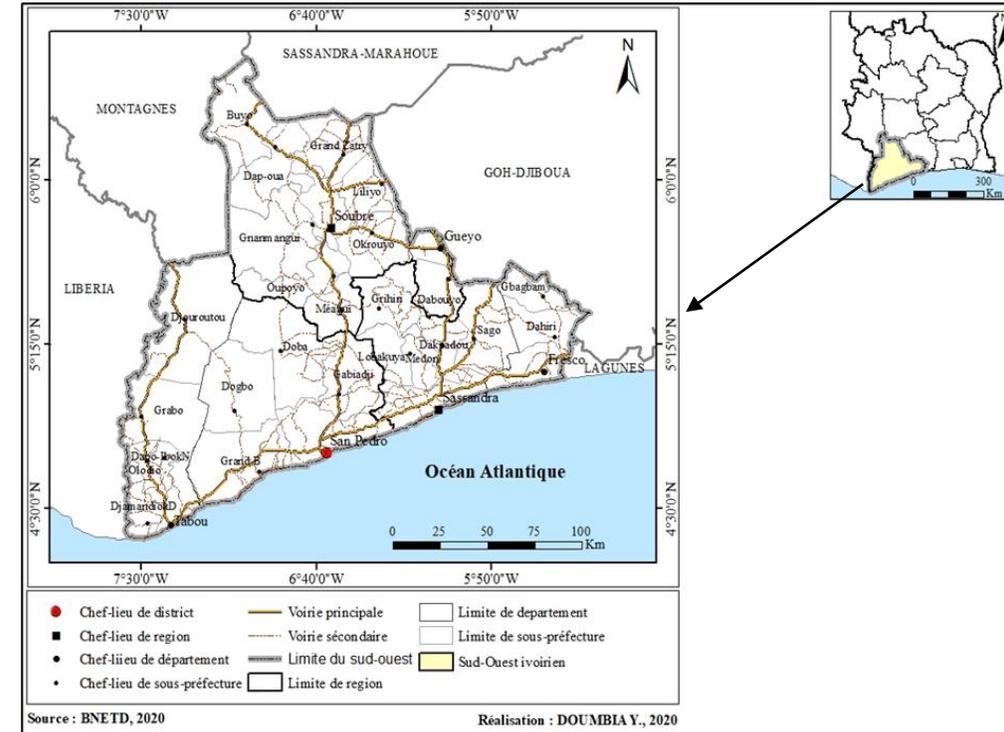


Figure 1 : Localisation du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire



# Objectifs de l'étude

## Objectif général

Évaluer la vulnérabilité du couvert forestier aux changements climatiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.

## Objectifs spécifiques

Caractériser les changements climatiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire ;

Analyser la modification du couvert forestier face aux activités humaines dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire ;

Évaluer le lien entre les changements climatiques et la modification du couvert forestier dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.





# Méthodologie de l'étude

## 1- Caractériser les changements climatiques dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire

### Données

- **Données d'observation** (pluie, température...) de 1960 à 2020 (San-Pédro, Tabou, Sassandra, Soubré) issues de la SODEXAM ;
- **Données de simulation et de projection** (pluie et température) de 1960 à 2100 selon deux scénarios (RCP4.5 et RCP8.5) issues des archives CMIP5.



### Méthodes :

- **Tendances futures du climat** :  $E_m = \frac{(C_{sim} - C_{obs})}{C_{obs}}$
- **Indice de Nicholson** pour identifier les extrêmes climatiques : années humides ( $i > 1$ ), années sèches ( $i < -1$ ) et années normale ( $-1 < i < 1$ ) sur la période 1960-2020.
- **Test statistique de Pettitt (1979)** ;
- **Test de Mann-Kendall** ;





# Méthodologie de l'étude

## 2- Analyser la modification du couvert forestier dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire

### Données

- **Données de séries d'images Landsat (30m de résolution spatiale)** : Landsat TM (16-01-1986), Landsat ETM+ (18-02-2000), Landsat ETM+ (29-12-2010) et Landsat OLI (12-02-2020) ;
- **Relevés de points GPS** : 240 points relevés.



### Méthodes :

- **Prétraitement** : Corrections radiométriques et géométriques ;
- **Traitement** : Classification non supervisée, choix de parcelles d'entraînement et la classification supervisée.
- **Validation de la classification avec l'indice Kappa** : classe de très faible (0 à 0,2) ; classe de faible (0,21 à 0,4) ; classe de modéré (0,41 à 0,6) ; classe de substantiel (0,61 à 0,8) et classe de presque parfait (0,81 à 1).
- **Taux d'évolution moyen annuel de chaque classe par la formule de FAO (1996) modifiée par Puyravaud (2003).**
- **Simulation de l'occupation du sol à travers le modèle Land change Modeler;**
- **Projection de l'occupation du sol à travers 3 scénarios** : Scénario 1 (Business As Usual (scénario tendanciel) ; Scénario 2 (Croissance Économique Rapide) et le Scénario 3 (Durabilité Environnementale Coordonnée).



# Méthodologie de l'étude

## 3- Évaluer le lien entre les changements climatiques et la modification du couvert forestier

### Données

- **Données du couvert végétal de 2000 à 2020** : Composite de EVI (indice de végétation amélioré), de température de surface (LST) et de l'évapotranspiration de surface (ETP)
- **Donnée du couvert terrestre (Land cover 2020)** : 10 m de résolution.
- **Données d'espèces végétales** (noms des espèces, taux de recouvrement)
- **Enquêtes ethnobotaniques et par questionnaire** (385 exploitants) : Organes des plantes exploitées, Modes de prélèvement des produits forestiers ligneux, Modes d'utilisation, ligneux les plus recherchés.



### Méthodes :

- **Indices de la sensibilité de la végétation** ( $-1 < EVI < 1$ ) :
- **Test de corrélation de Spearman** entre les paramètres climatiques et les données de végétation.
- **Méthode de relevés itinérants** : le long des voies d'accès des placettes afin de compléter les listes d'espèces floristiques inventoriées sur les sites forestiers choisis.
- **Méthode de relevés de surfaces** : un dispositif de placette carrée (50 X 50m).
- **Paramètres botaniques qualitatifs** : clé d'identification de Hawthorne W. (1995), la méthode de Raunkiaer C. (1934), la nomenclature de APG IV (2016)).
- **Paramètres botaniques quantitatifs** : Valeur d'importance, indice de vulnérabilité (IVI) ( $IV < 2$ , faiblement vulnérable ;  $2 \leq IV < 2,5$ , moyennement vulnérable ;  $IV \geq 2,5$ , vulnérable).
- **Estimation du stock de carbone** : équation allométrique de Chave J. et al., (2005) ( $AGB (kg) = 0,0509 \times \rho D^2 H$ ) et de Djomo A. N. et al., (2010).
- **Modélisation des stocks de carbone** : arbres et les écosystèmes.



# Résultat 1 de l'étude

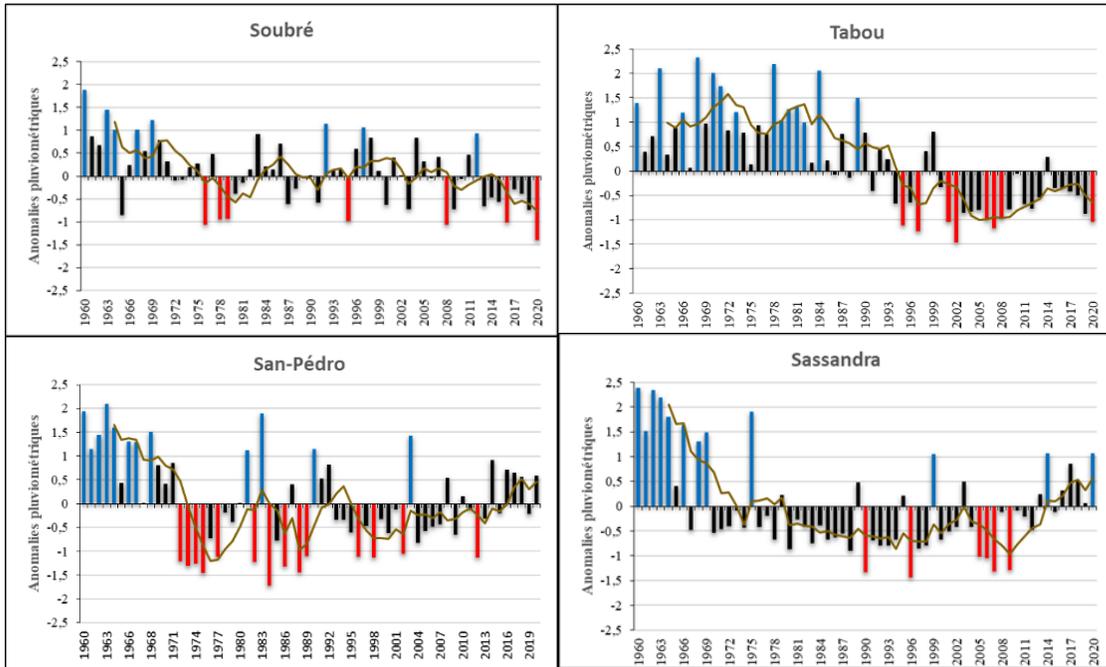
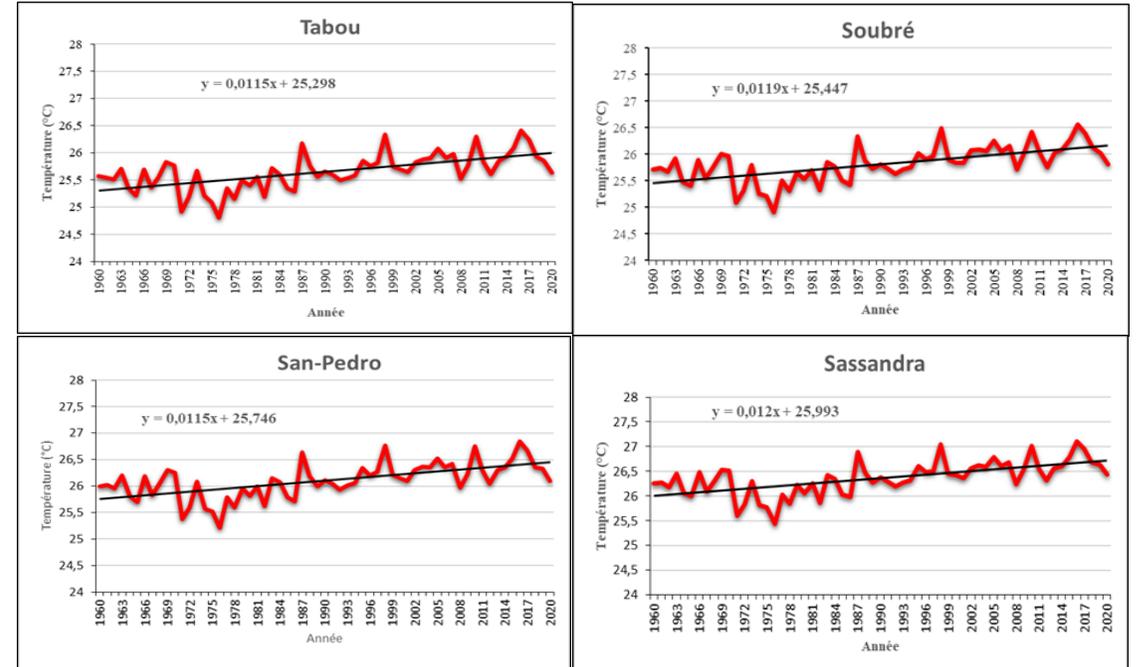


Figure 2 : Indices et tendances pluviométriques (1960-2020)

- Les années 1967, 1968, 1978, 1985, 1997, 1998, 2012, 2013 et 2015 sont sèches.
- Les déficits pluviométriques sont de -26,78% à Tabou, -23,28% à San-Pédro, -18,72% à Sassandra et -16,03% à Soubré.



Source : SODEXAM, 2020

Figure 3 : Évolution de température moyenne annuelle (1960-2020)

- Les températures moyennes annuelles augmentent de 0,011°C par an à la station de Tabou et celle de San-Pédro.
- Les températures moyennes annuelles augmentent de 0,012°C par an à la station de Sassandra et de Soubré.



# Résultat 1 de l'étude

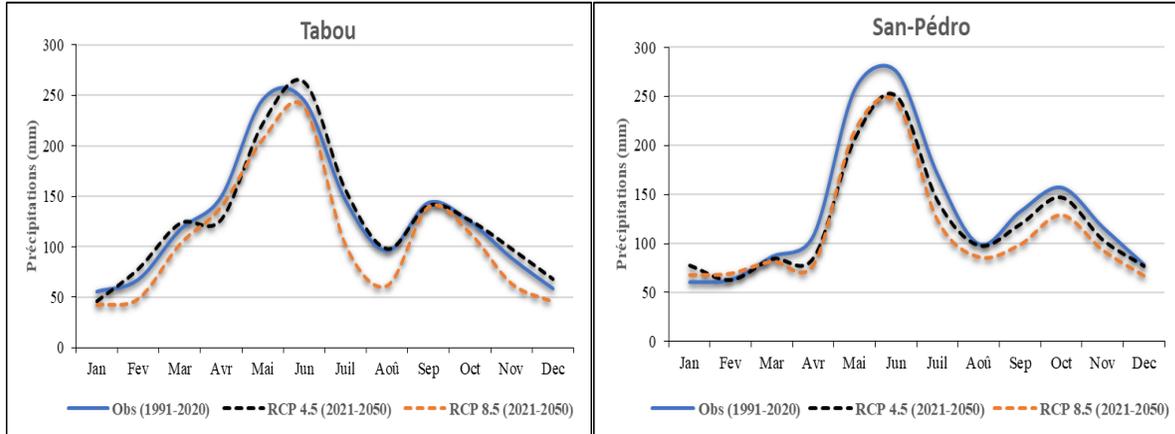


Figure 4 : Évolution mensuelle et saisonnière des tendances à l'horizon 2050

- La saison de pluie (avril-juillet) connaîtra une baisse considérable à San-Pédro qu'à Tabou.
- Une tendance à la baisse de -15,88 % à Tabou et -15,4 % à San-Pédro selon le scénario RCP8.5.
- Une tendance à la baisse de -7,3 % à Tabou et -9 % à San-Pédro selon le scénario RCP4.5.

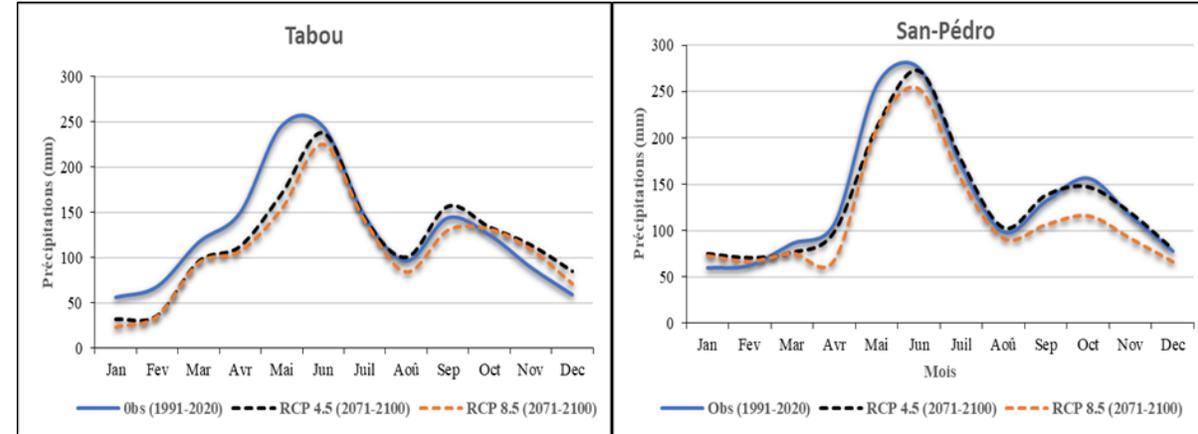


Figure 5 : Évolution mensuelle et saisonnière des tendances à l'horizon 2100

- Une baisse perceptible durant la période octobre-avril et la période avril-juin.
- Une baisse de -14,67 % à San-Pédro et -15 % à Tabou selon le scénario RCP 8.5.
- une tendance à la baisse avec -7,3 % à Tabou et -4,13 % à San-Pédro selon le scénario RCP 4.5.

# Résultat 1 de l'étude

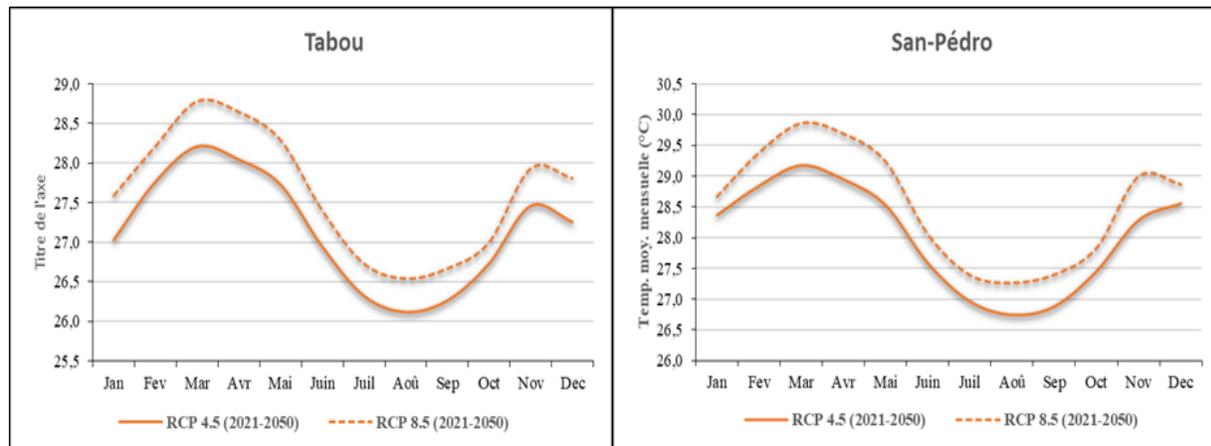


Figure 6 : Évolution mensuelle des tendances thermométriques à l'horizon 2050

- Le scénario RCP4.5 prévoit une hausse des températures de 1,4°C dans la station de Tabou et de 1,5°C dans la station de San-Pédro (Figure 6).
- Le scénario RCP8.5 prévoit une hausse des températures de 1,8°C dans la station de Tabou et de 1,9°C dans la station de San-Pédro.

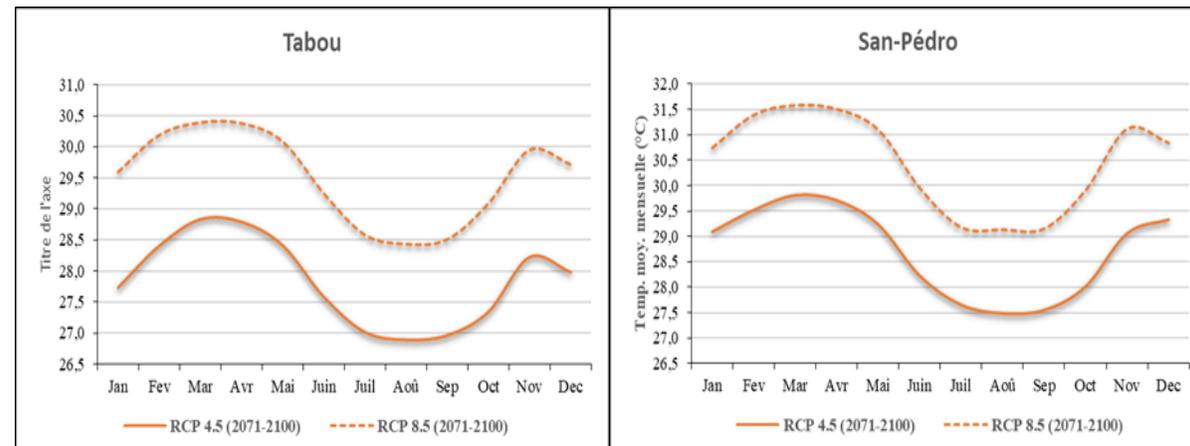


Figure 7 : Évolution mensuelle des tendances thermométriques à l'horizon 2100

- Le scénario RCP4.5 prévoit une hausse des températures de 2°C dans la station de Tabou et de 2,2°C dans la station de San-Pédro (Figure 7).
- Le scénario RCP8.5 prévoit une hausse des températures de 3,7°C dans la station de Tabou et de 3,9°C dans la station de San-Pédro.

# Résultat 2 de l'étude

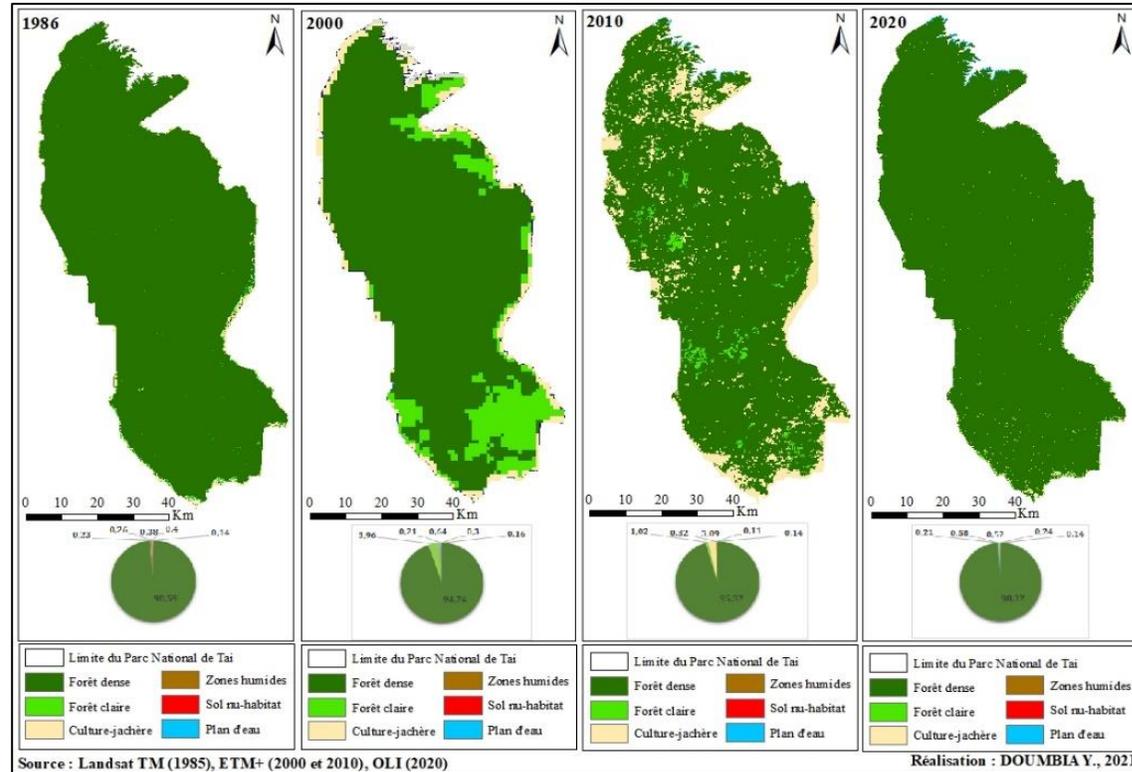


Figure 8 : Occupation du sol du Parc national de Tai

➤ Le taux de déforestation est respectivement de 1,41% (1986), 5,25% (2000), 4,67% (2010) et à 1,47% (2020) (Figure 8).

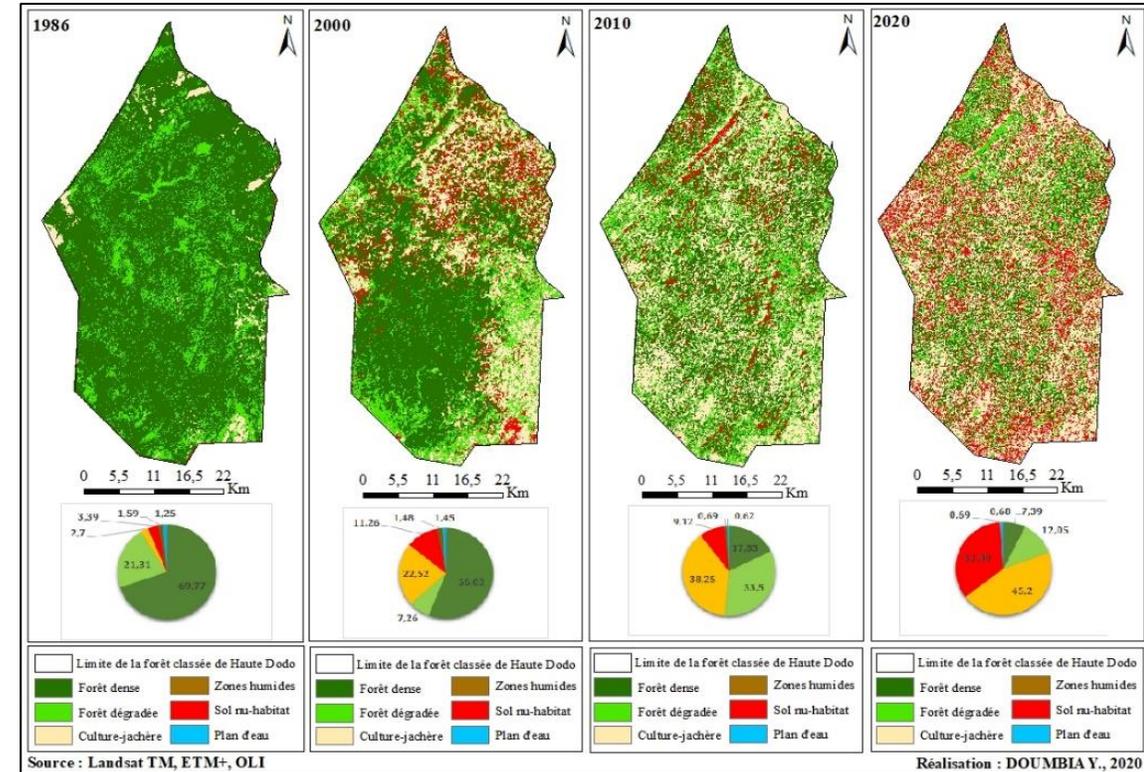


Figure 9 : Occupation du sol de la forêt classée de Haute Dodo

➤ Le taux de déforestation est respectivement de 30,23% (1986), 43,97% (2000), 82,17% (2010) et à 92,61% (2020) (Figure 9).

# Résultat 2 de l'étude

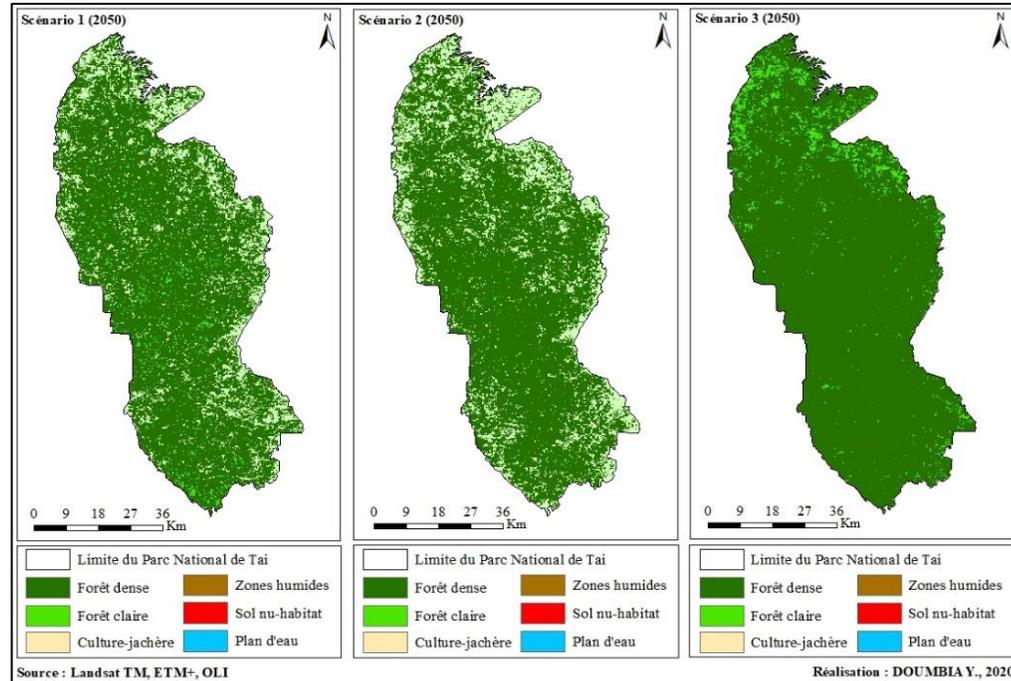


Figure 10 : Occupation future du sol à l'horizon 2050 du Parc National de Tai

Tableau 5 : Occupation du sol du Parc National de Taï en 2050

Catégories	2020		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	Superficie (Ha)	Proportion (%)	Évolution (%)	Évolution (%)	Évolution (%)
FD	503 825	97,35	-2,69	-8,35	-1,03
FE	5981,56	1,16	35,95	23	-4,38
CJ	665,4	0,13	20,07	4,79	-10,01
SNH	237	0,05	31,92	26,63	-12,35
ZH	6 104	1,18	-48,31	-77,6	7,19
CE	725	0,14	20,17	9,95	-11,75
<b>Total</b>	<b>517537,41</b>	<b>100</b>			

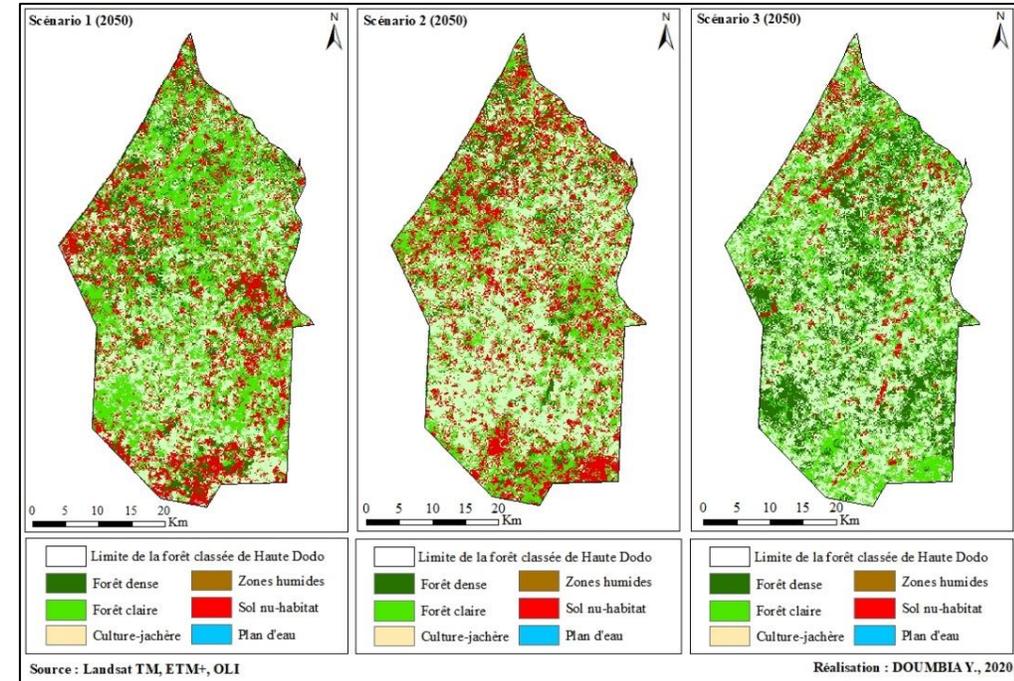


Figure 11 : Occupation future du sol à l'horizon 2050 de la forêt de Haute Dodo

Tableau 6 : Occupation du sol de la forêt classée de Haute Dodo en 2050

Catégories	2020		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	Surface (ha)	Proportion (%)	Évolution (%)	Évolution (%)	Évolution (%)
FD	57 992	33,63	-6,82	-8,41	18,69
FE	37371,64	21,67	9,95	-10,95	15,05
CJ	35960,03	20,85	22,08	31,34	-17,21
SNH	2 164	1,25	28,8	29,86	-36,09
ZH	2 185	1,27	-2,82	-6,67	7,11
CE	36 790	21,33	-7,18	-7,19	1,09
<b>Total</b>	<b>172463,16</b>	<b>100</b>			

# Résultat 3 de l'étude

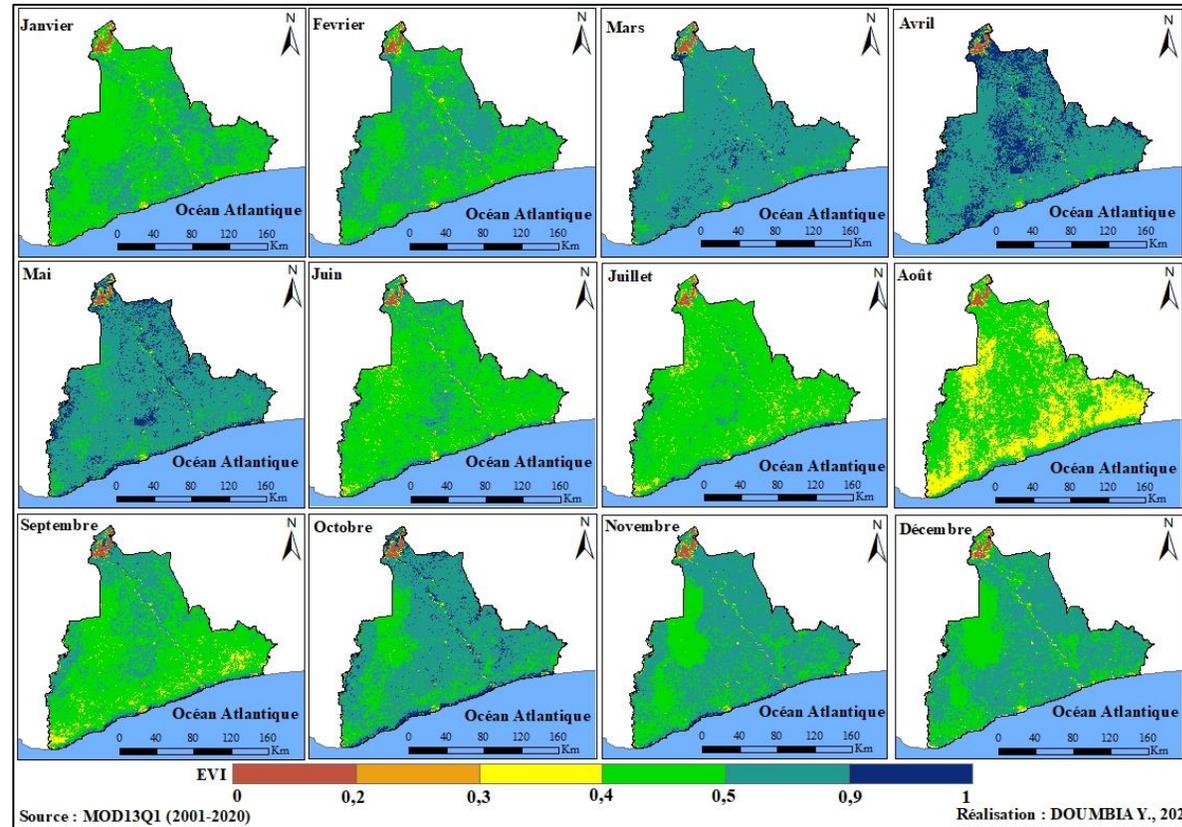


Figure 12 : Évolution du cycle saisonnier et mensuel de l'activité végétale de 2001 à 2020)

- Le profil saisonnier présente des variations moyennes de l'EVI de 2001 à 2020 (Figure 12).

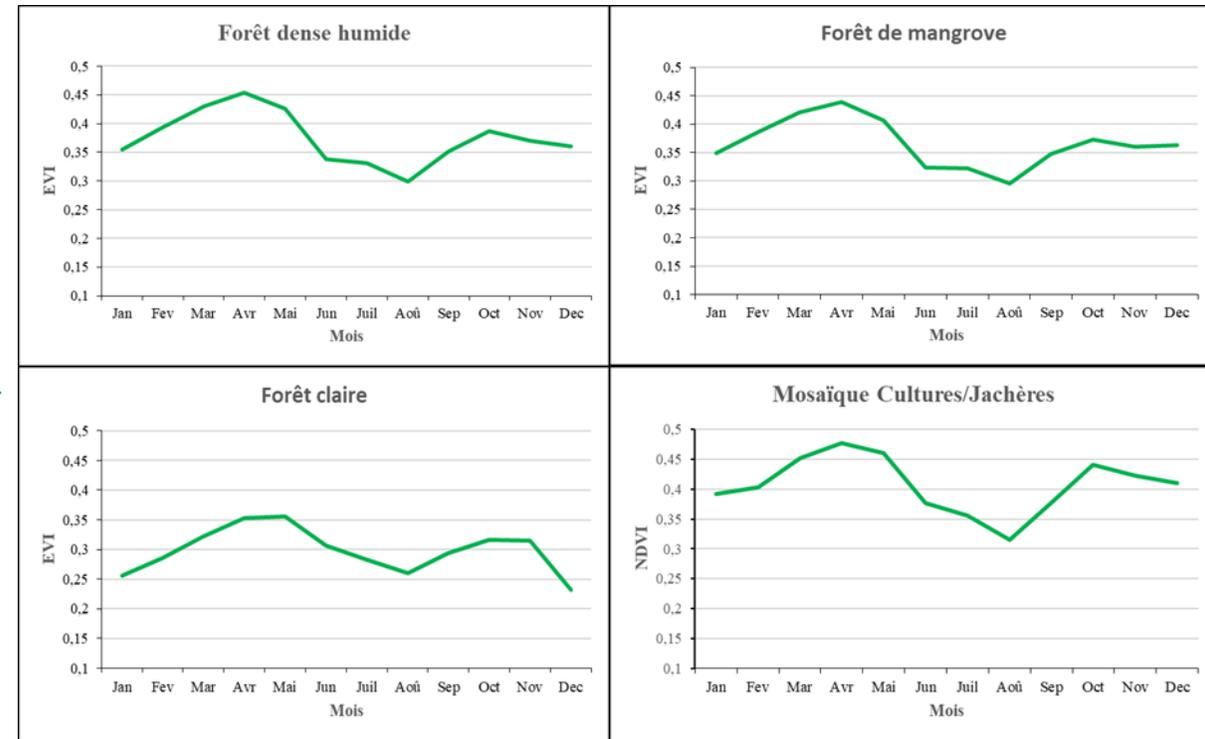


Figure 13 : Variation de la saison végétative des formations végétales

- La forêt dense et la mangrove enregistre de longue saison végétative (9 mois et 8 mois) (Figure 13).
- La forêt claire et les cultures/jachères enregistre de petite saison végétative (5 mois et 4 mois).

# Résultat 3 de l'étude

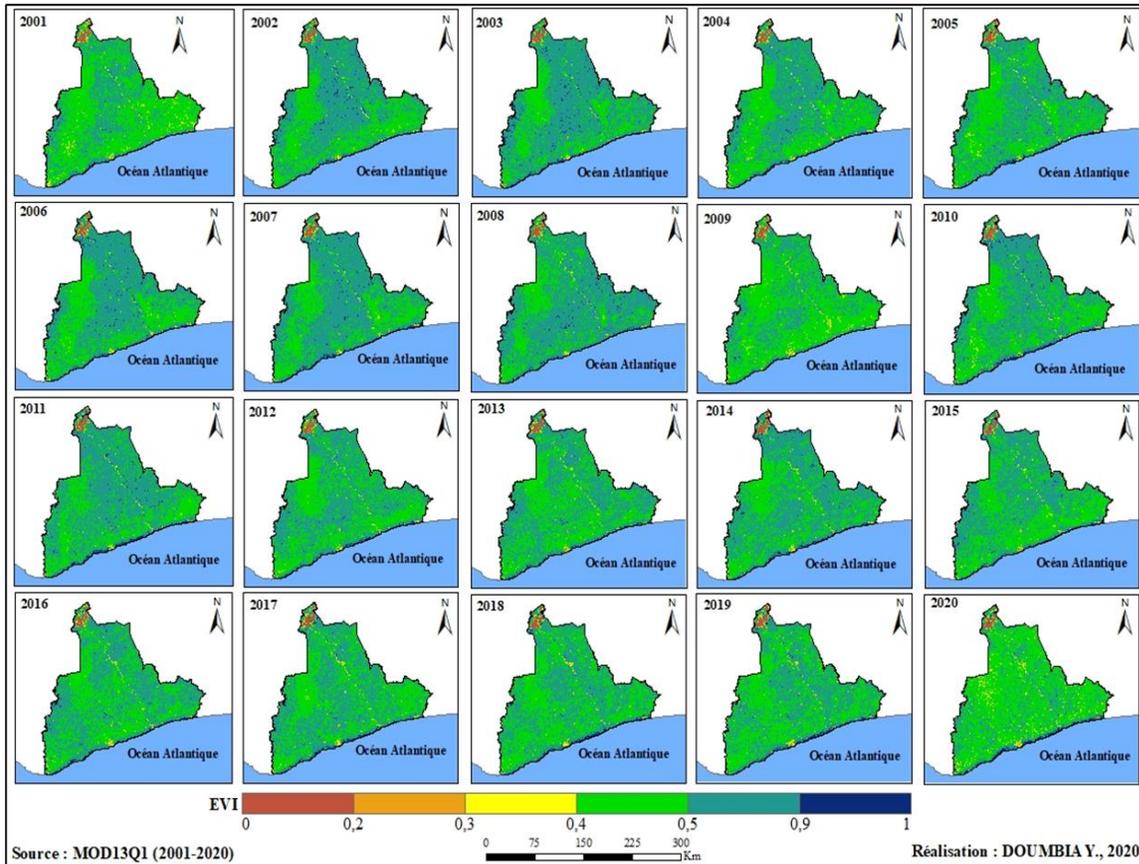


Figure 14 : Variation interannuelle de l'activité végétale (2001-2020)

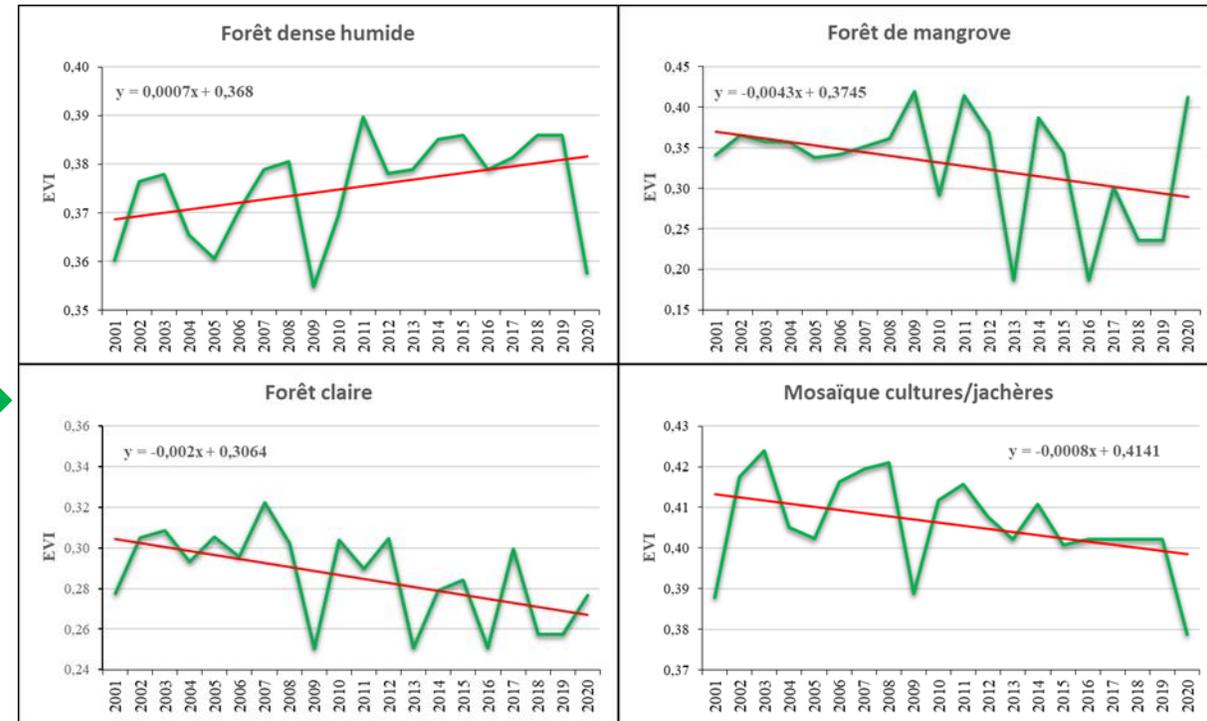


Figure 15 : Fluctuation interannuelle de l'activité végétale (2001-2020)

- Une baisse de l'activité végétale dans l'ensemble de ces formations végétales à l'exception des forêts denses (Figure 15).

# Résultat 3 de l'étude

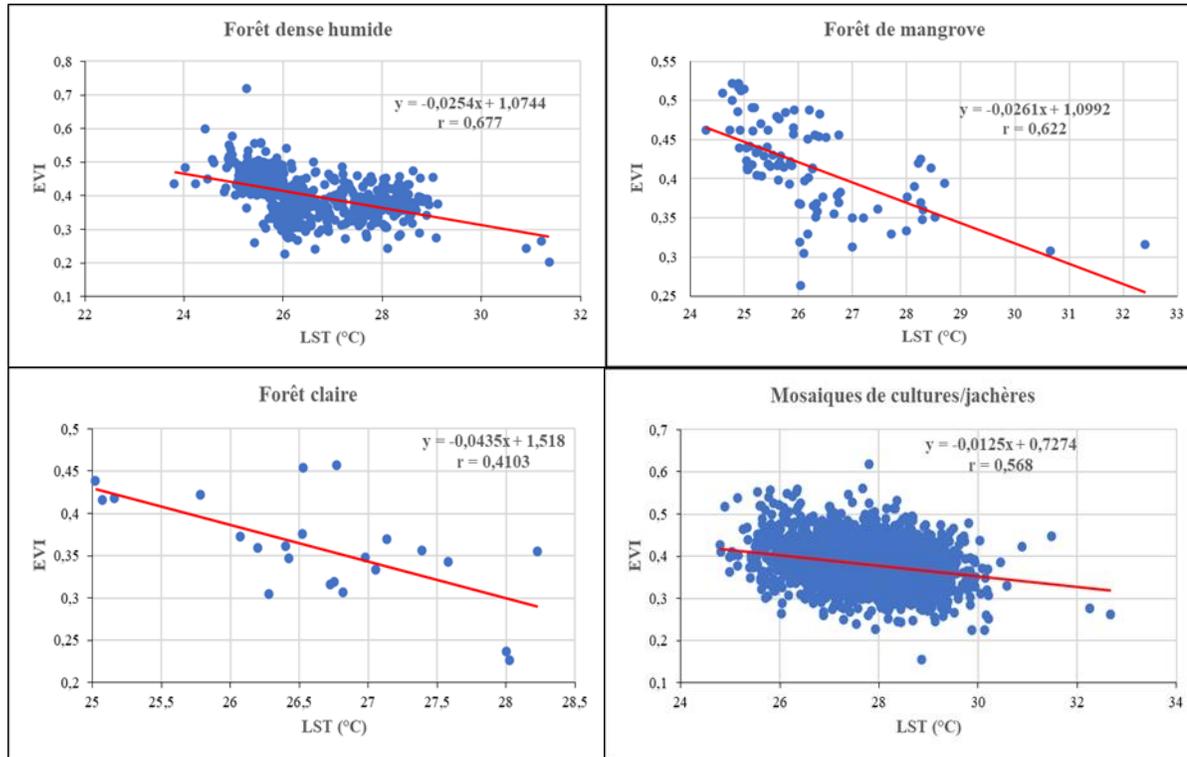


Figure 16 : Corrélation entre l'activité photosynthétique et la température (2001-2020)

- Le coefficient de corrélation est d'intensité moyenne pour forêt claire (0,41) et pour les cultures/jachères (0,57). de forte intensité pour la forêt dense humide (0,68), pour la forêt de mangrove (0,62).

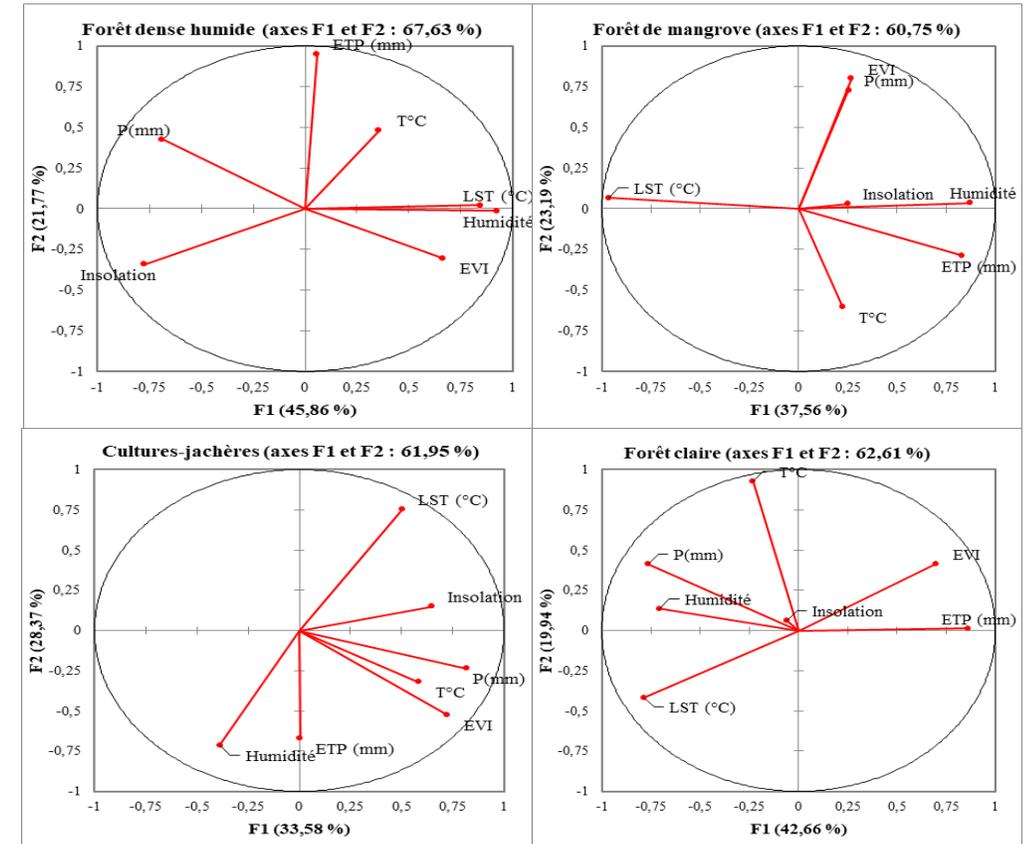
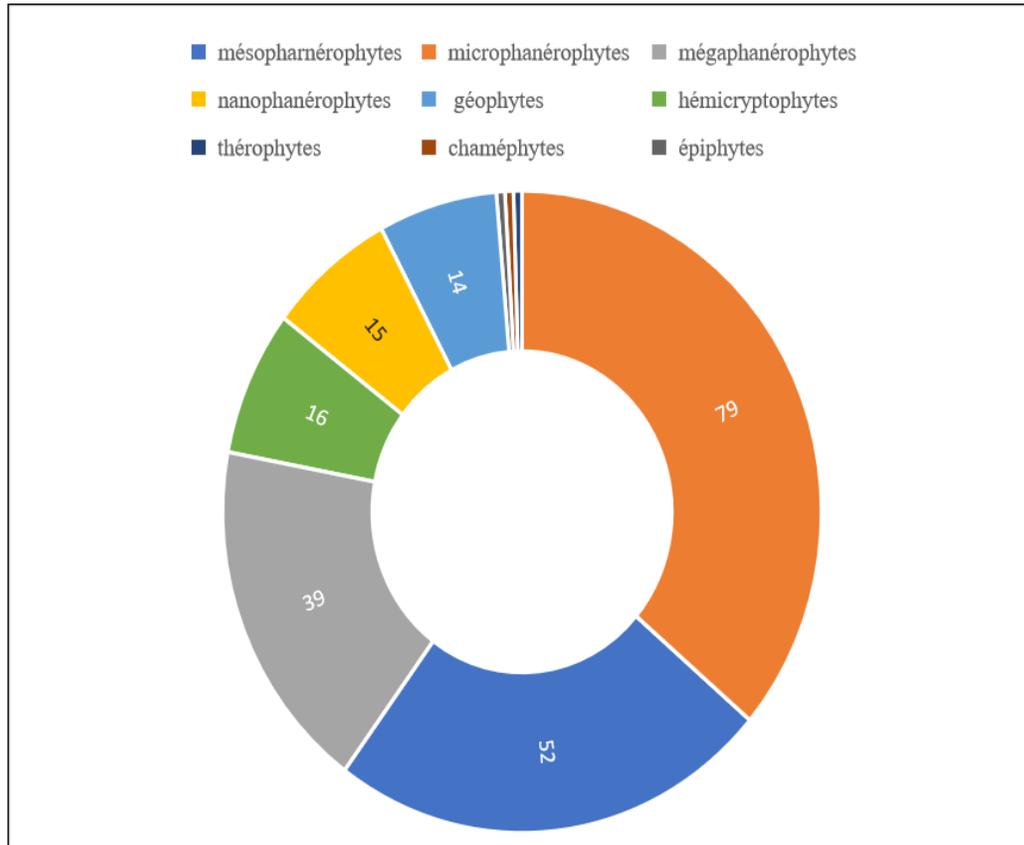


Figure 17 : Corrélation entre le couvert forestier et variables climatiques et bioclimatiques

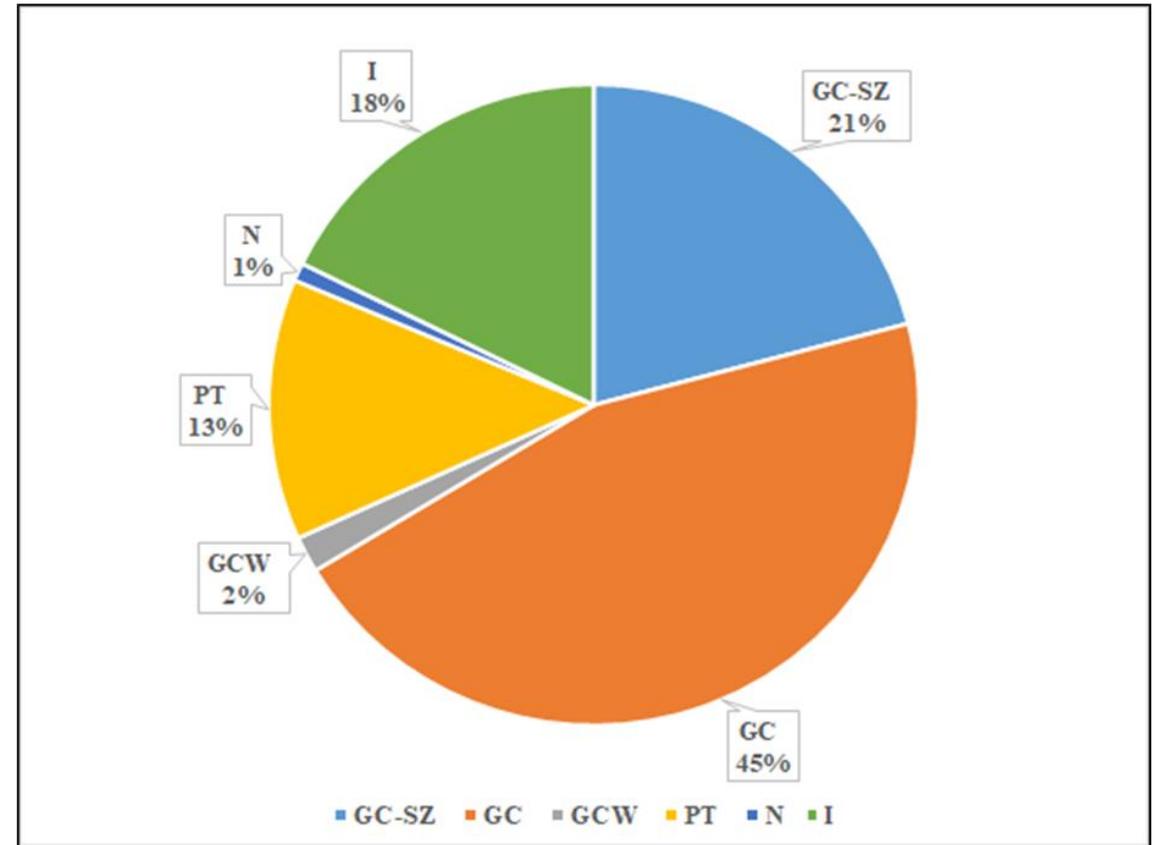


# Résultat 3 de l'étude



Source : Nos enquêtes de terrain, 2020

Figure 18 : Spectre biomorphologique de la flore inventoriée



Source : Nos enquêtes de terrain, 2020

Figure 19 : Spectre chorologique de la flore inventoriée



# Résultat 3 de l'étude

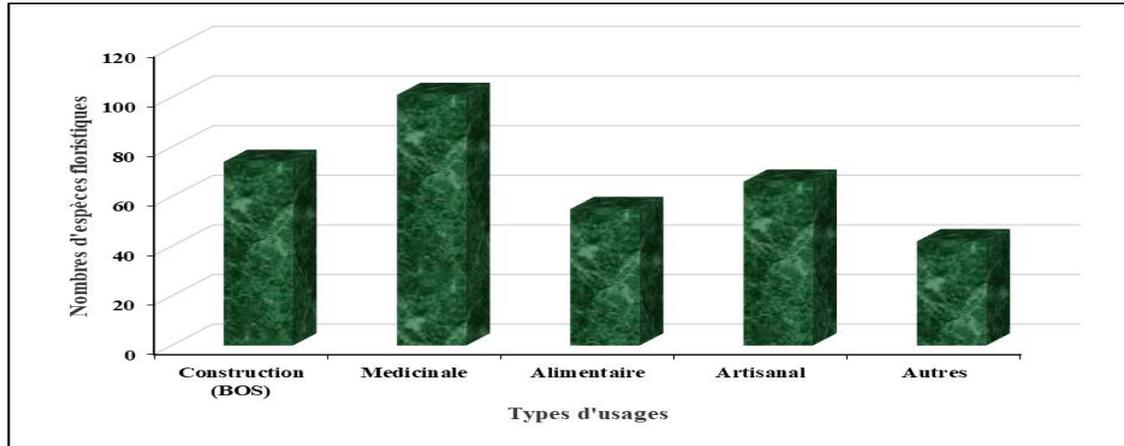


Figure 20 : Répartition des espèces par type d'usages

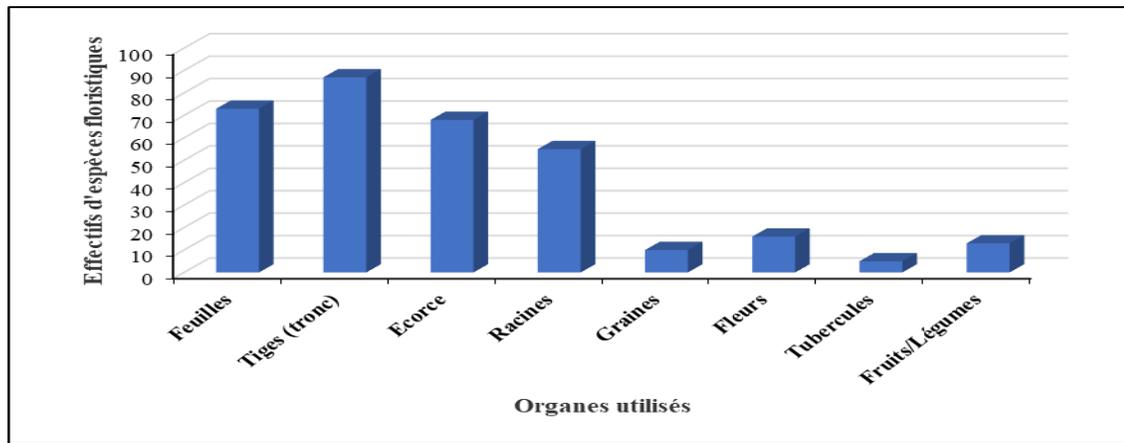


Figure 21 : Répartition des organes des espèces floristiques

Tableau 7 : Répartition des espèces à forte valeur d'importance

Espèces floristiques	VI (%)	IV	Statut
<i>Heisteria parvifolia</i>	80	3	CR
<i>Heritiera utilis</i>	100	3	VU
<i>Heterotis rotundifolia</i>	100	3	VU
<i>Hibiscus sabdariffa</i>	75	2,75	EN
<i>Hymenostegia afzelii</i>	75	2,75	EN
<i>Khaya ivorensis</i>	75	2,75	EN
<i>Ficus religiosa</i>	80	3	CR
<i>Ficus sur Forsk.</i>	80	3	CR
<i>Guarea cedrata</i>	100	3	VU
<i>Leersia virginica</i>	75	2,75	EN
<i>Majidea fosteri</i>	100	3	VU
<i>Musa paradisiaca</i>	75	2,75	EN
<i>Pterocarpus santalinoides</i>	75	2,75	EN
<i>Pterygota bequaertii</i>	75	2,75	EN
<i>Terminalia ivorensis</i>	80	2,75	VU
<i>Heisteria parvifolia</i>	100	3	CR
<i>Ficus goliath</i>	80	3	CR
<i>Ficus lutea</i>	80	3	CR
<i>Albizia ferruginea</i>	80	2,75	LC
<i>Annona montana</i>	80	2,75	LC
<i>Calpocalyx aubrevillei</i>	80	2,75	LC
<i>Calpocalyx brevibracteatus</i>	80	2,75	LC
<i>Canarium schweinfurthii</i>	80	2,75	LC
<i>Enantia polycarpa</i>	80	2,75	LC
<i>Gymnostemon zaizou</i>	100	3	LC
<i>Lantana camara Linn.</i>	80	2,75	LC
<i>Myrianthus libericus</i>	80	2,75	LC
<i>Ozora insignis</i>	100	3	LC
<i>Phoenix reclinata</i>	80	2,75	LC
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	100	3	LC
<i>Trichilia heudelotii</i>	80	2,75	LC



# Résultat 3 de l'étude

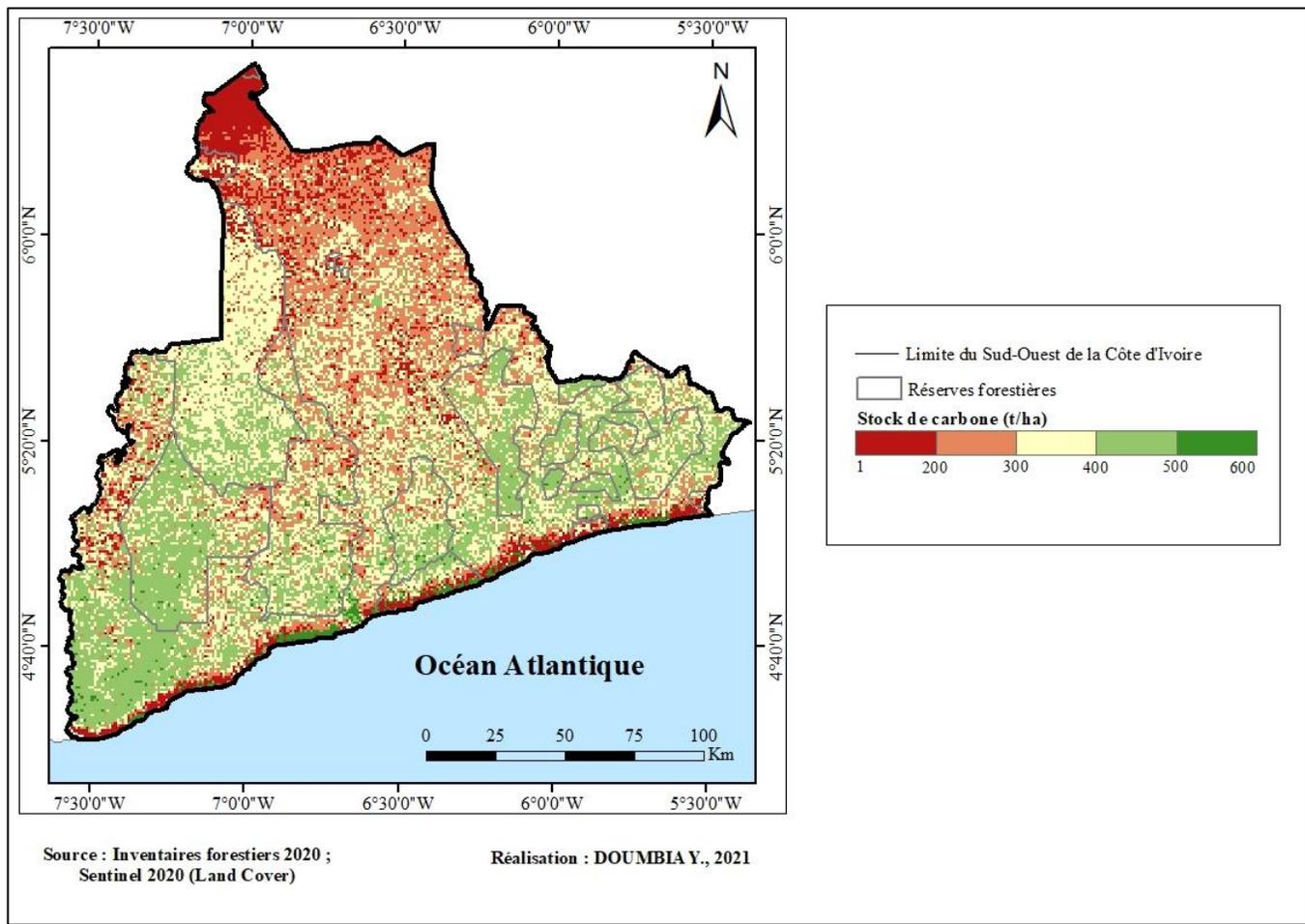
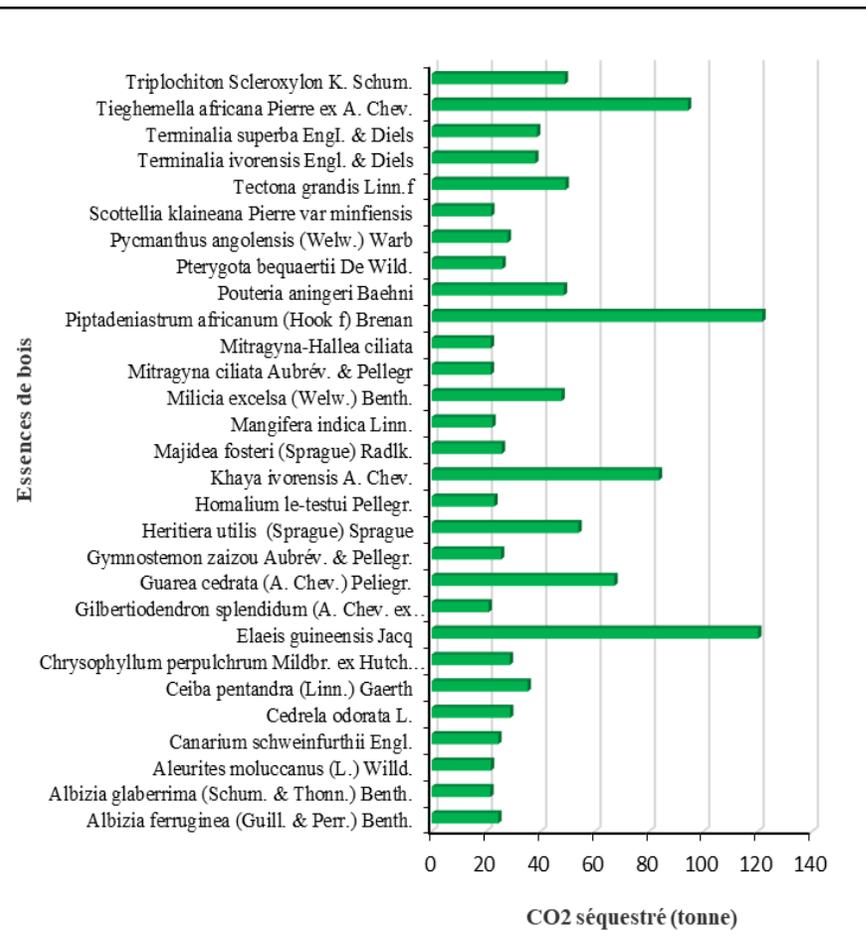


Figure 22 : Capacité de séquestration de carbone (CO2)

Figure 23 : Potentiel de séquestration de carbone du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire



# Discussion de l'étude

- Les températures moyennes ont augmenté d'environ 0,31 °C sur la période 1960-2020 dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire et reste tout de même inférieur à celui observé par Yao N. R. et al. (2012) sur le territoire ivoirien. Ces derniers ont relevé une hausse de 1,6 °C sur la période 1960 - 2010.
- Par ailleurs, plusieurs études similaires en Afrique subsaharienne, ont observé des tendances baissières des surfaces forestières au cours des dernières décennies (Boussougou B. G. F., 2017 ; Kemavo A., 2018 ; Agbanou B. T., 2018 ; Kouassi K. J. L., 2019 ; Sokeng V. J. et al., 2019) ont montré une tendance à la baisse significative du couvert végétal, de la taille des surfaces forestière en Afrique entre 1986 et 2001.
- La hausse de la température combinée à la régression des précipitations a considérablement accru la charge et l'aridité de la végétation et une influence négative des précipitations sur la croissance de la végétation (Abatzoglou, J. T. et Williams, A.P., 2016 ; Philippon N. et al., 2006 ; Martiny N. et al., 2006 ; San E. et al., 2009).
- Cette étude, vient compléter les études et inventaires parcellaires sur la richesse floristique réalisées dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire.
- L'abondance des espèces du taxon Guinéo Congolaise et de la zone de transition (GC-SZ) confirme les résultats d'Aké Assi L., (1984) et de Koulibaly A. et al. (2016) qui attestent que ces espèces dominent la flore ivoirienne.





# Conclusion et recommandation

- Ces changements environnementaux ont engendré la modification des écosystèmes conduisant à la vulnérabilité et à la rareté de ces ressources forestières alors qu'elles constituent un important réservoir de carbone.
- Parmi celles-ci, l'on peut citer les espèces végétales telles que *Piptadeniastrum africanum* (121,69 tCO<sub>2</sub>), *Tieghemella africana* (94,31 tCO<sub>2</sub>), *Khaya ivorensis* (83,61 tCO<sub>2</sub>), *Guarea cedrata* (67,24 tCO<sub>2</sub>), *Tectona grandis* (49,31 tCO<sub>2</sub>).
- Développer des modèles transparents de gestion des réserves forestières conciliant les actions anthropiques (agriculture et exploitation forestière) avec la préservation du couvert forestier en particulier et les ressources végétales ligneuses ;
- Envisager dans l'avenir l'approfondissement des recherches sur la conception de modèle de planification et de gestion spatiale pouvant concilier les actions anthropiques et la conservation des réserves forestières et des ressources végétales.
- Développer une stratégie de gestion intégrée et participative aussi bien à l'échelle des réserves forestières qu'à l'échelle du Sud-Ouest ivoirien pour préserver ses ressources végétales ligneuses et de garantir sa résilience.



# Messages clés et implications pour les politiques

- Cette étude a mis en évidence la dégradation du couvert forestier à travers la dynamique des paysages forestiers dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire et les tendances d'évolution futures de ces surfaces selon différents scénarios envisagés ;
- Un processus de dégradation de ce milieu agroécologique est en cours et va s'accroître dans les années à venir si rien n'est fait pour freiner ce phénomène de déforestation et endiguer la pression anthropique sur les réserves forestières ;
- Des stratégies de gestion intégrée et participative aussi bien à l'échelle locale (réserves forestières) que régionale (Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire) pour préserver les ressources forestières (végétales) et garantir la résilience de celles-ci en définissant des stratégies agroforestières durables ;
- Les pouvoirs publics en concertation avec les populations locales devraient définir :
  - Des Plans d'Aménagement Forestier (PAF) prenant en compte les zones de forte densité démographique et les forêts protégées ;
  - Des espaces agricoles exploitables durablement ;
  - Une politique agricole plus intensive qu'extensive pour limiter l'utilisation abusive du domaine foncier des réserves forestières ;
  - Les domaines naturels réservés ou protégés ;
  - Les zones d'actions prioritaires à reforester (à reboiser) ;
  - Les textes régulant le secteur forestier qui ont abouti au code forestier ivoirien (Loi n°2019 - 675 du 23 juillet 2019)

