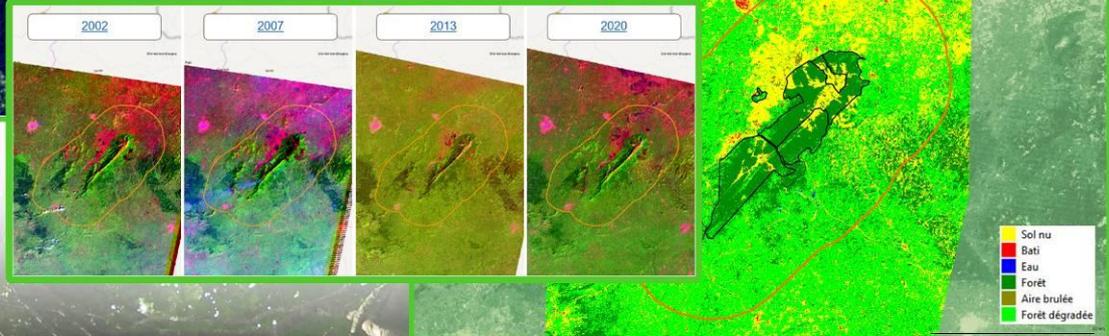
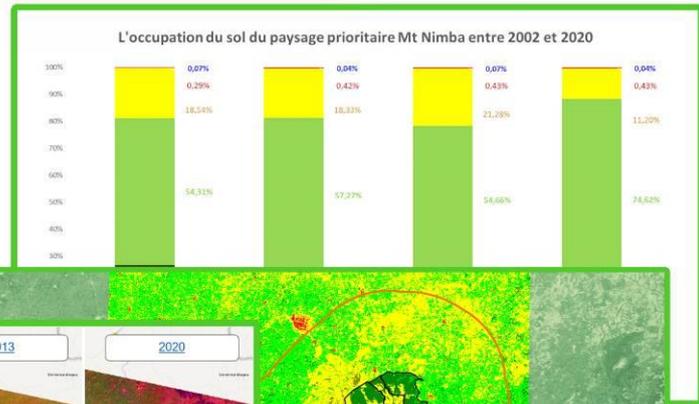
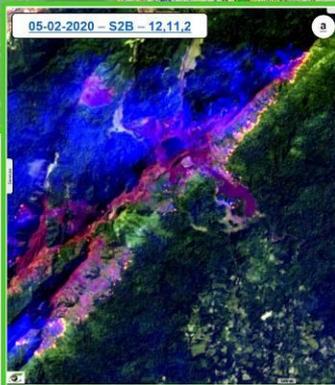
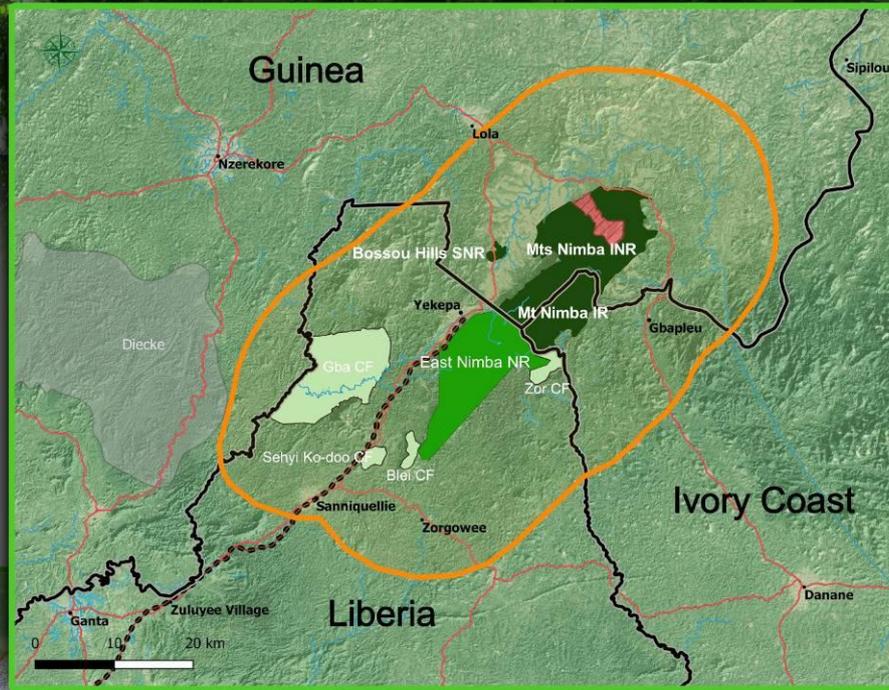


Paysage prioritaire Mont Nimba



Partagé entre la Guinée, la Côte d'Ivoire et le Libéria, et avec un gradient altitudinal de 400 à 1750 m, le paysage du M^t Nimba possède une grande variété d'habitats, de la forêt dense humide aux prairies montagnardes. Le paysage a un fort potentiel touristique et est un centre d'endémisme unique pour de nombreux taxons de plantes et d'animaux. La section Guinéenne et Ivoirienne est un site du [Patrimoine Mondial de l'UNESCO](#).

Le paysage englobe la réserve intégrale (RI) du M^t Nimba, la réserve naturelle intégrale (RNI) des M^{ts} Nimba, la réserve naturelle stricte (RNS) de Bossou Hills et la réserve naturelle (RN) East Nimba. Il englobe aussi quatre forêts communautaires (FC) : Blei, Gba, Sehyi et Zor.

Ce document montre l'évolution de l'occupation du sol dans le paysage entre 2002 et 2020 en utilisant des images satellitaires optiques Landsat-5/7/8. L'étude concerne aussi des exemples de déforestation, de feux actifs et d'aires brûlées détectés par les satellites Sentinel du programme européen Copernicus.



Evolution de l'occupation du sol dans le paysage prioritaire de M^t Nimba

[2D layer stack](#)

Fig.1: Carte du paysage prioritaire de M^t Nimba.

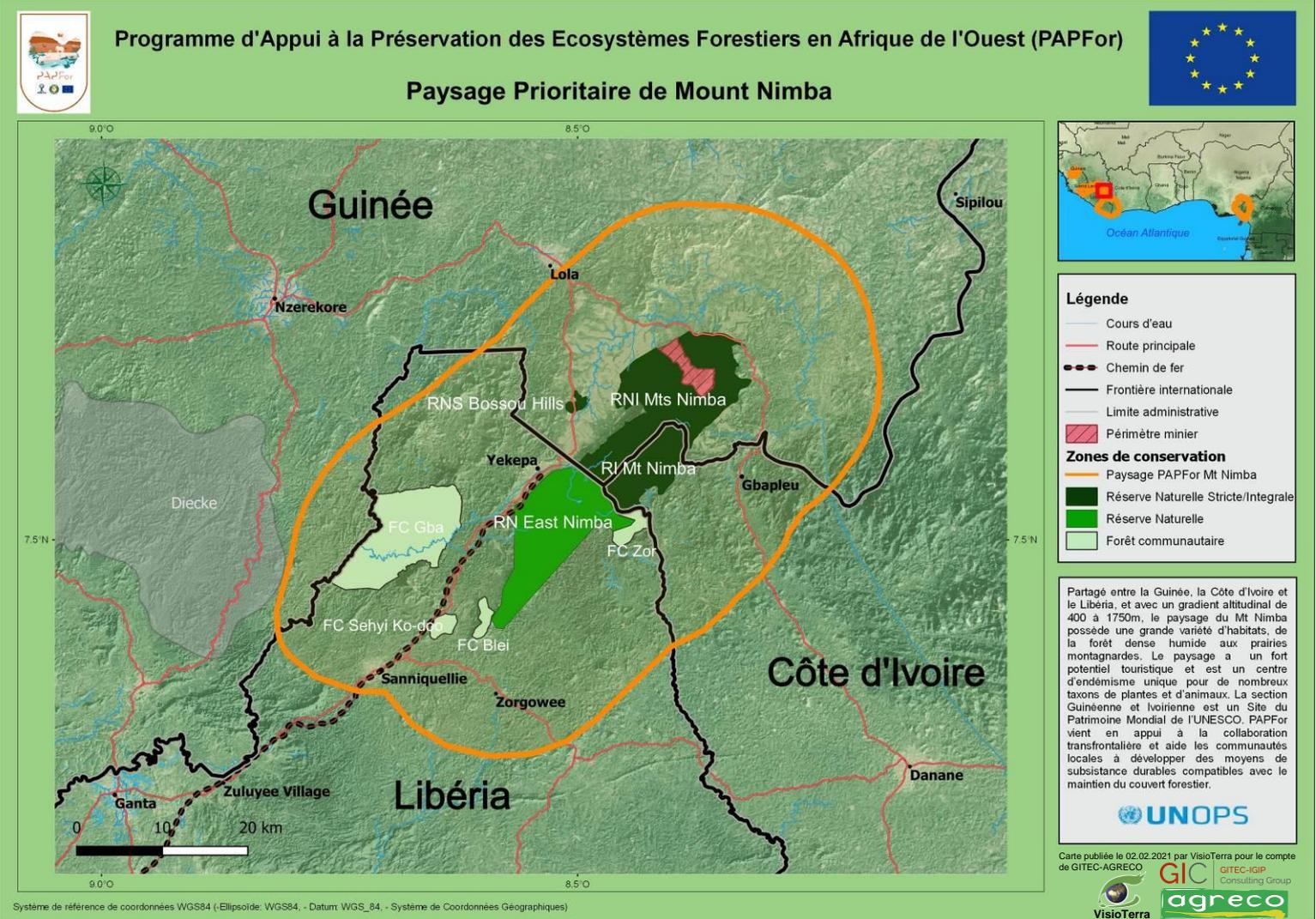
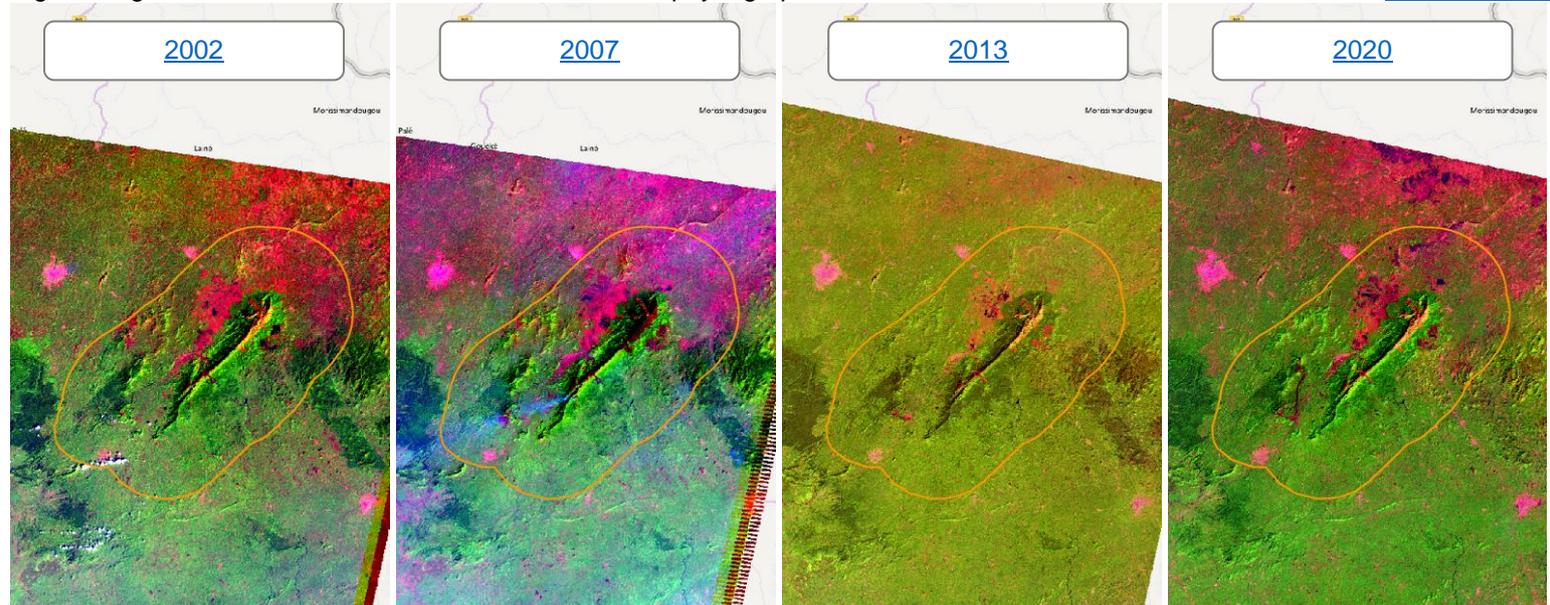


Fig.2: Images Landsat de 2002, 2007, 2013 et 2020 du paysage prioritaire M^t Nimba.

[animation_2D](#)



La classification de 2002 (Fig.3) a été calculée à partir d'images Landsat-7.

Les classes d'occupation du sol utilisées sont :

- | | |
|---|--|
|  Sol nu |  Bati |
|  Eau |  Forêt |
|  Aire brûlée |  Forêt dégradée |

La classification de 2007 (Fig.4) a été calculée à partir d'images Landsat-5.

Entre 2002 et 2007, on peut constater que le couvert forestier est assez bien conservé. Par ailleurs, on note une extension urbaine de la ville de Sanniquellie au sud-ouest du paysage.

Occupation du sol du paysage prioritaire de M^t Nimba en 2002 et 2007

Fig.3: Carte d'occupation du sol de M^t Nimba en 2002.

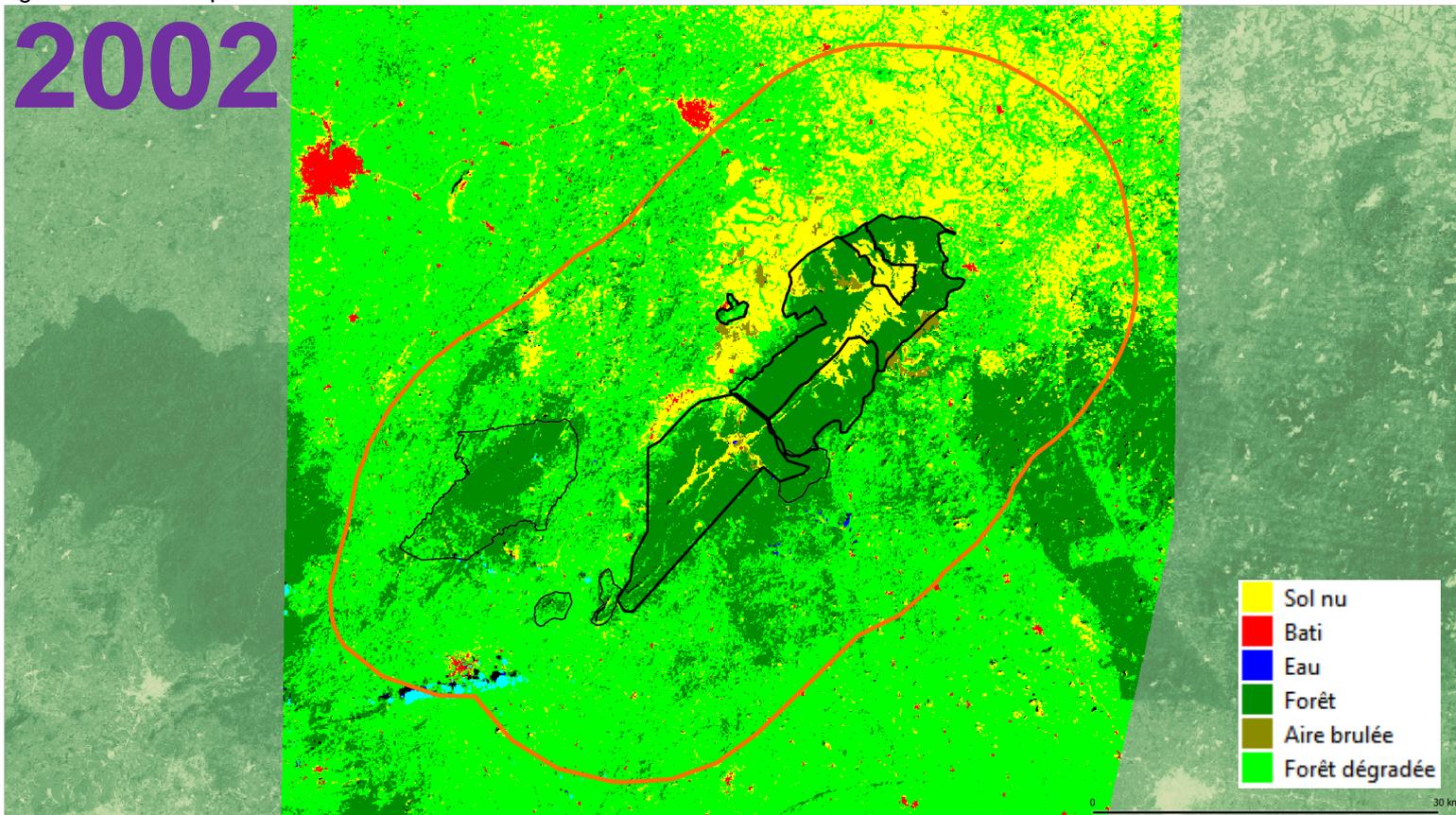
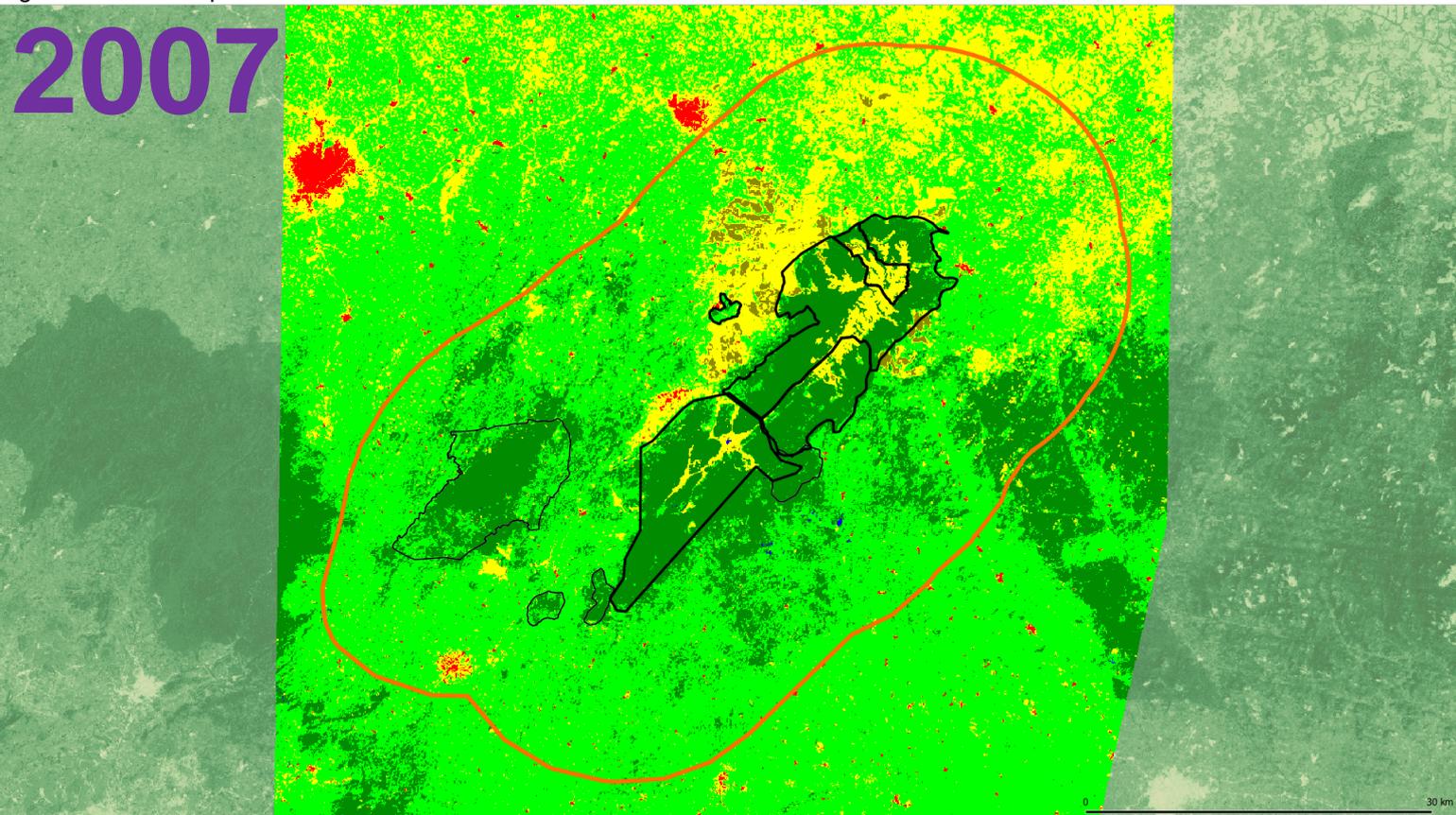


Fig.4: Carte d'occupation du sol de M^t Nimba en 2007.



La classification de 2013 (Fig.5) a été calculée à partir d'images Landsat-8. La classification de 2020 (Fig.6) a elle aussi été calculée à partir d'images Landsat-8.

On note une déforestation marquée à l'est du paysage entre 2007 (Fig.4) et 2013 (Fig.5).

La comparaison des classifications de 2013 (Fig.5) et de 2020 (Fig.6) souligne une nette déforestation dans le paysage en dehors des aires protégées pour lesquelles le couvert forestier demeure préservé.

Une faible déforestation est cependant à noter dans les forêts communautaires à l'ouest du paysage.

En dehors du paysage, on constate une expansion urbaine prononcée de la ville de Nzerekore.

Occupation du sol du paysage prioritaire de M^t Nimba en 2013 et 2020

Fig.5: Carte d'occupation du sol de M^t Nimba en 2013.

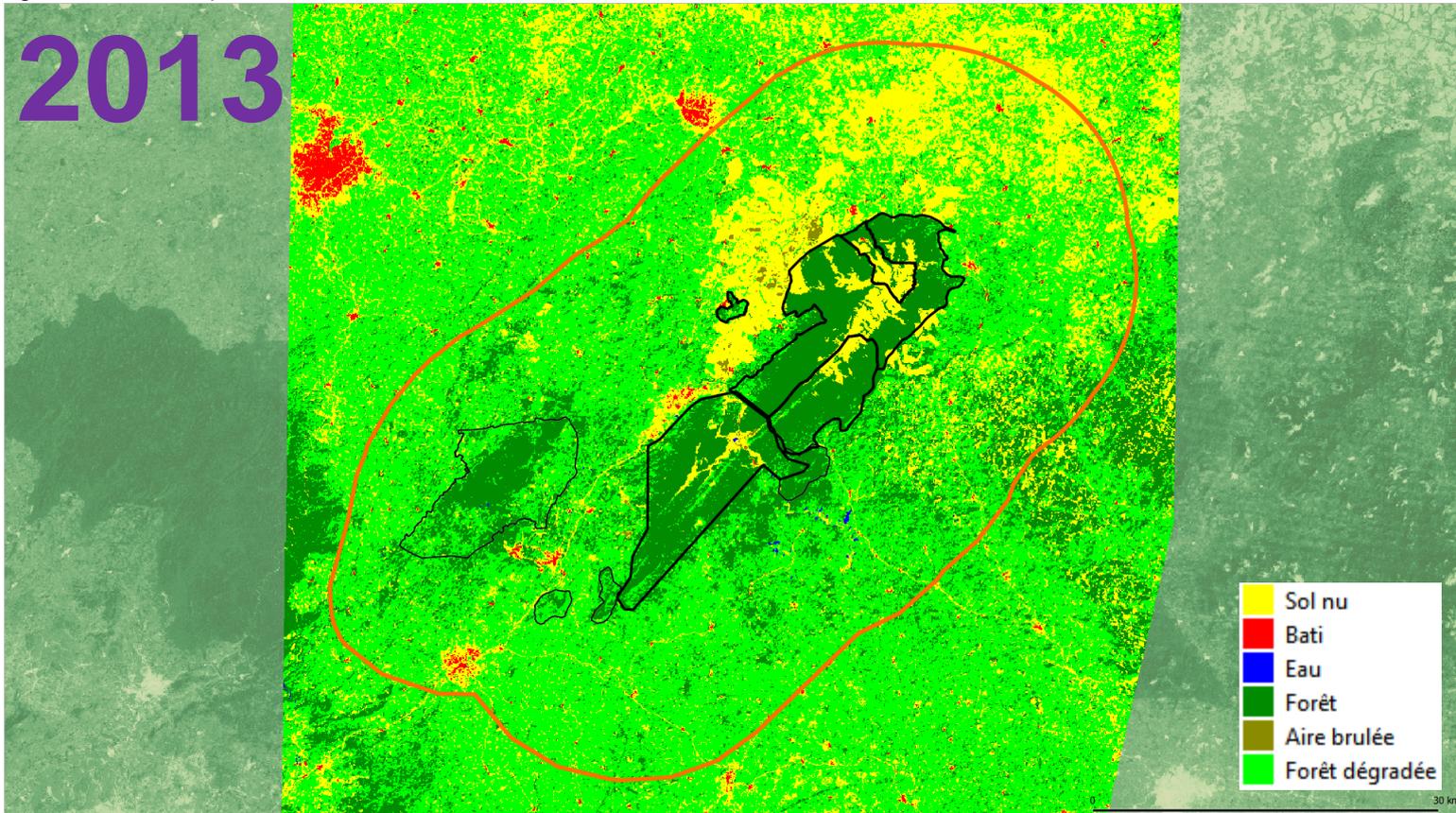
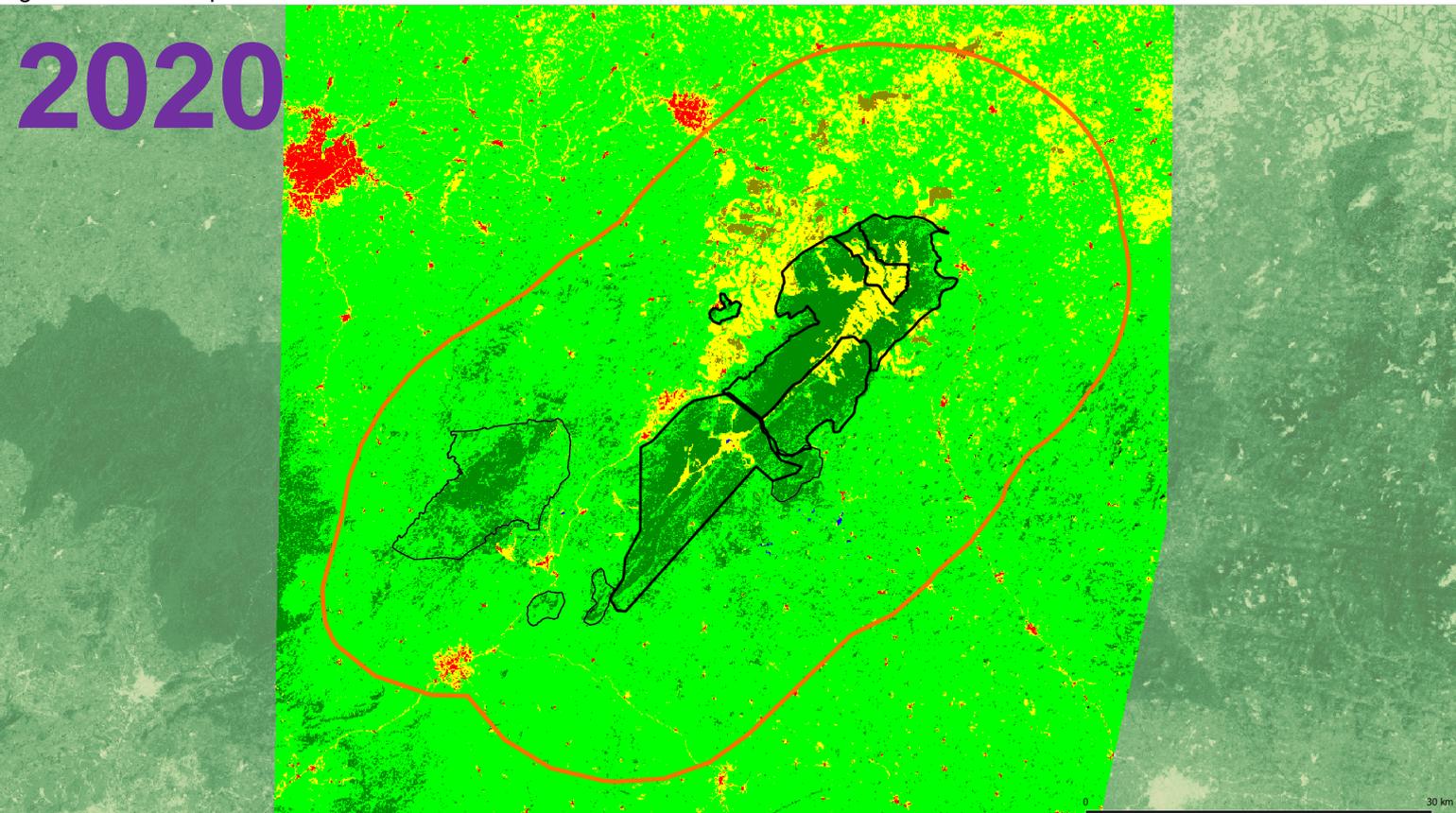


Fig.6: Carte d'occupation du sol de M^t Nimba en 2020.



Dans ce qui suit (pages 4 à 8), on cherche à différencier les statistiques pour les quatre étendues spatiales : -paysage entier, -réserves naturelles intégrales / strictes, -réserves naturelles et -forêts communautaires.

Fig.8 montre l'évolution des différentes classes d'occupation du sol dans l'intégralité du paysage prioritaire de M^t Nimba (Fig.7) de 2002 à 2020.

On constate que le couvert forestier a été relativement préservé entre 2002 et 2013. Dans une seconde phase, on note une perte du couvert forestier de **9.85%** durant la période 2013 à 2020.

L'expansion urbaine suit elle aussi une croissance continue selon des statistiques allant de **0.29%** (2002), **0.42%** (2007), **0.43%** (2013) à **0.43%** (2020).

Evolution de l'occupation du sol dans le paysage de M^t Nimba

Fig.7: Vue intégrale du paysage prioritaire M^t Nimba montrant l'étendue sur laquelle les statistiques ont été calculées.

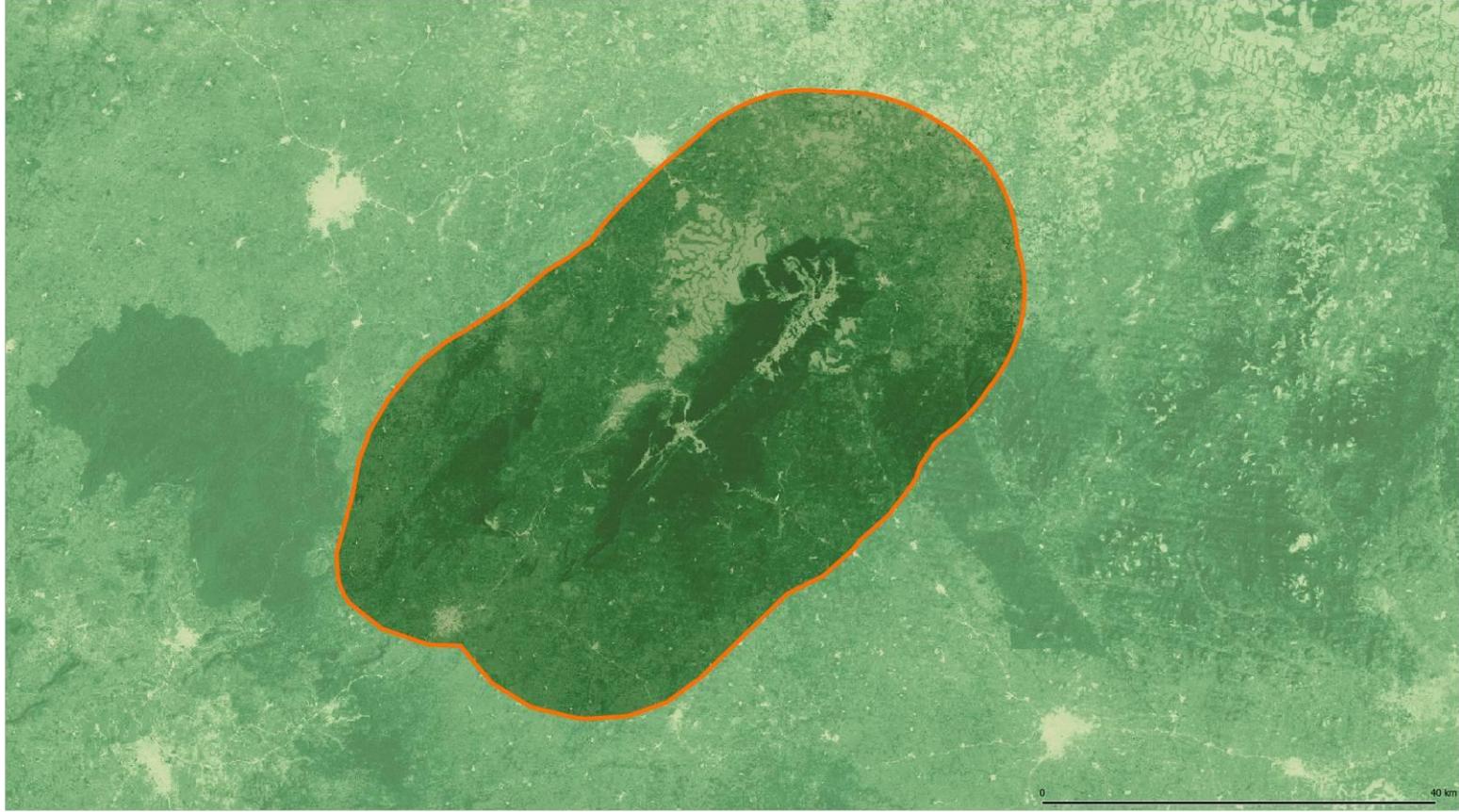


Fig.8: Evaluation de l'occupation du sol du Paysage Prioritaire pour la Conservation (PPC) de M^t Nimba en 2002, 2007, 2013 et 2020 (statistiques calculées sur le paysage entier).

L'occupation du sol du paysage prioritaire Mt Nimba entre 2002 et 2020

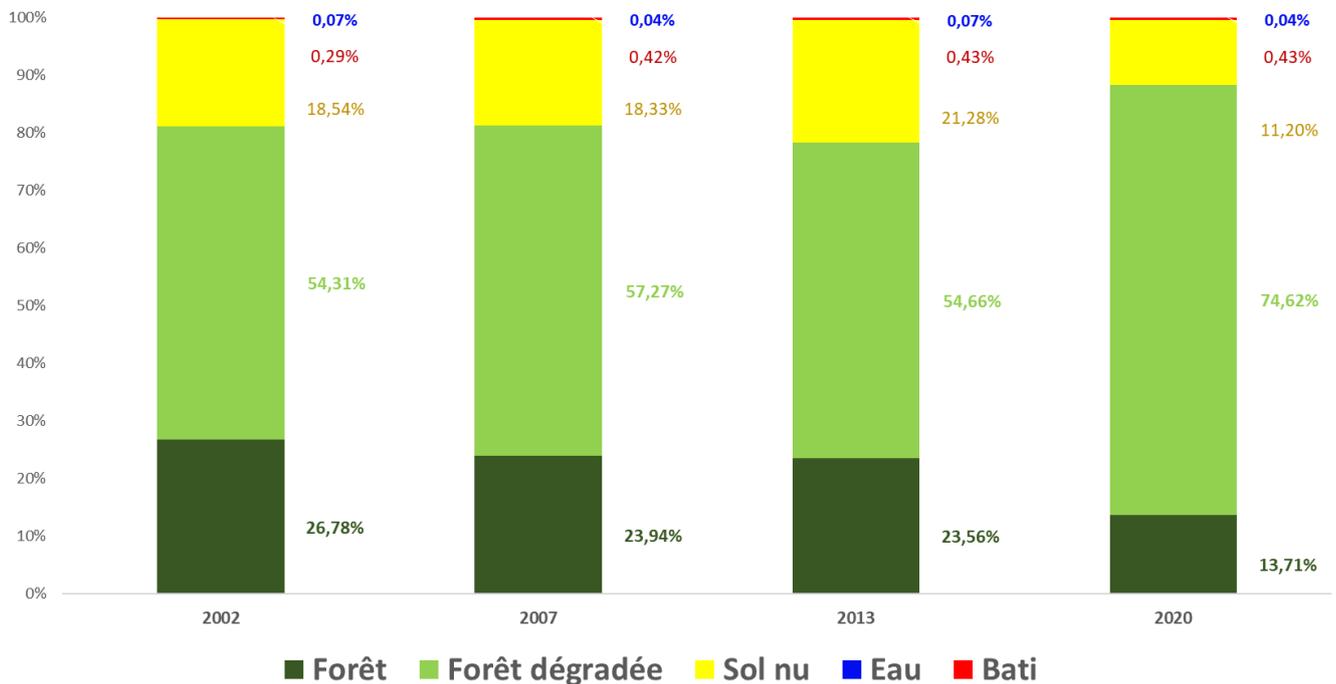


Fig.10 montre l'évolution des différentes classes de l'occupation du sol dans les réserves strictes et intégrales de M^t Nimba (Fig.9) entre 2002 et 2020.

Ces réserves strictes et intégrales sont en grande partie occupées par la forêt (environ 70%).

On peut constater que ce couvert forestier a été préservé entre 2002 et 2013 avec de faibles pertes (0.44% durant la période 2002-2007 et 1.69% durant la période 2007-2013). A contrario, une perte significative de 5.42% a été observée durant la dernière période allant de 2013 à 2020.

On observe une absence totale d'infrastructures anthropiques dans ces réserves (0%).

Evolution de l'occupation du sol dans les réserves strictes et intégrales de M^t Nimba

Fig.9: Vue des réserves naturelles strictes et intégrales du paysage prioritaire M^t Nimba.

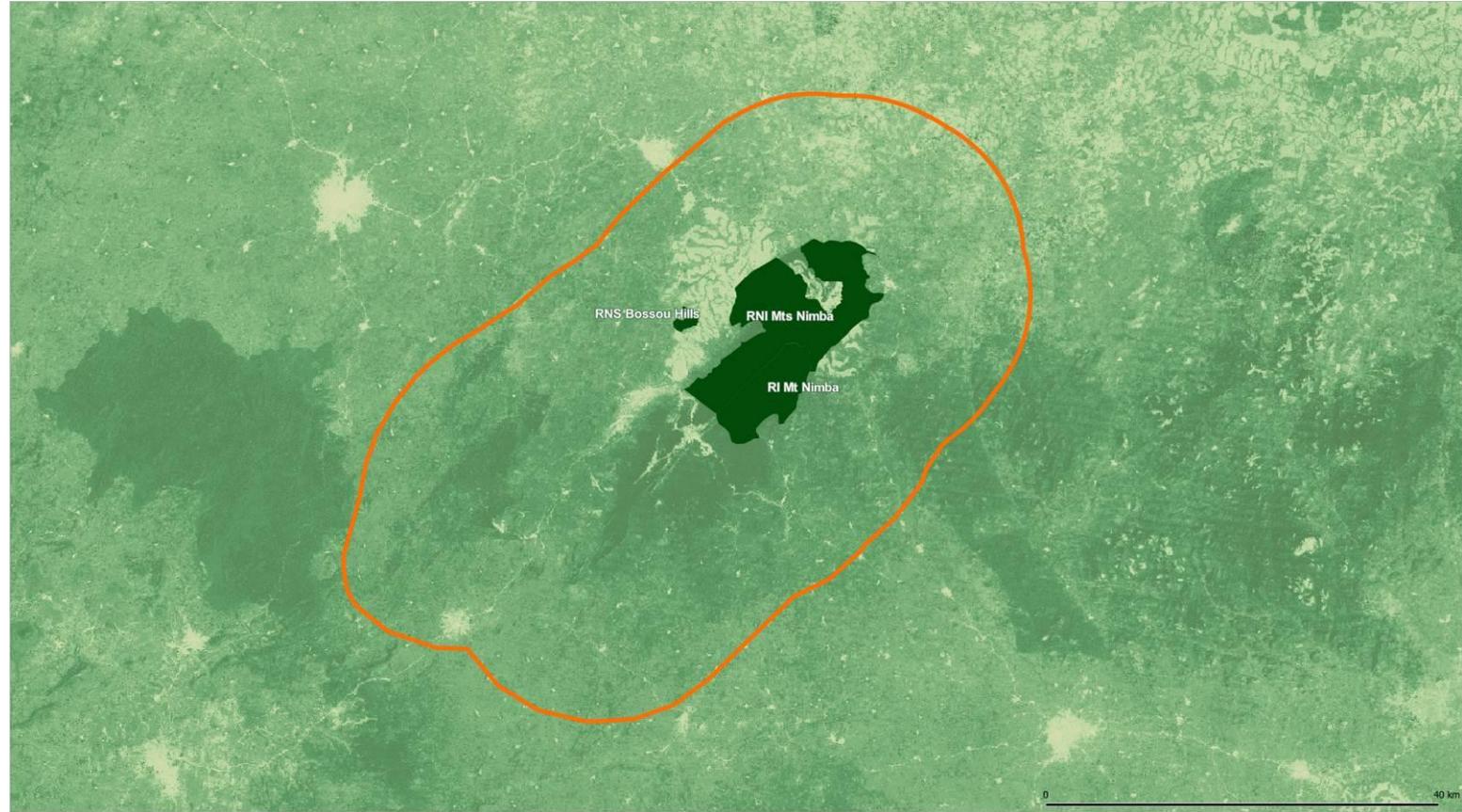


Fig.10: Evaluation de l'occupation du sol des réserves naturelles strictes (RNS) et intégrales (RI et RNI) du PPC de M^t Nimba en 2002, 2007, 2013 et 2020 (statistiques calculées sur l'emprise montrée en Fig.9).

L'occupation des réserves naturelles strictes et intégrales du paysage prioritaire Mt Nimba entre 2002 et 2020

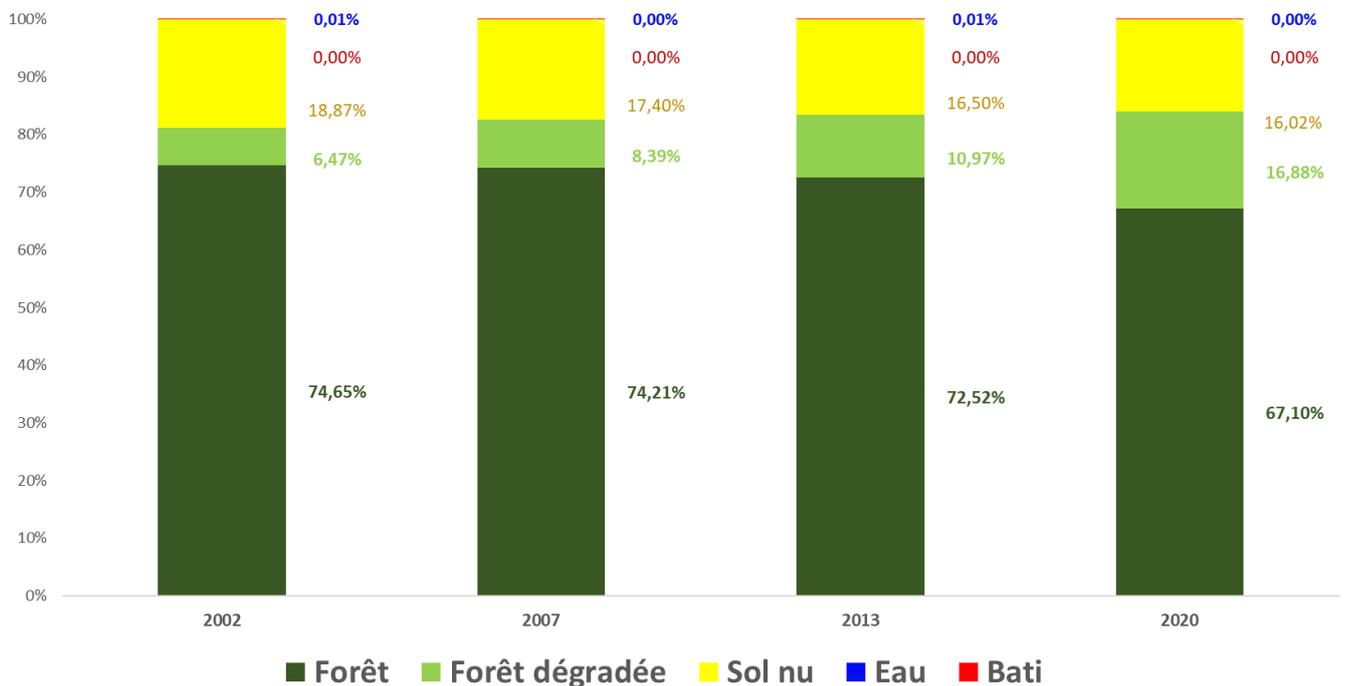


Fig.12 montre l'évolution des différentes classes de l'occupation du sol dans la **réserve naturelle East Nimba** du paysage prioritaire de M^t Nimba (Fig.11) entre 2002 et 2020.

Cette réserve naturelle est elle aussi essentiellement occupée par la forêt (environ 80%).

On peut constater que le couvert forestier a subi une dégradation progressive entre 2002 et 2013 avec une accélération entre 2013 et 2020. En effet, les pertes du couvert forestier s'établissent à **4.41%** de 2002 à 2007, **0.04%** de 2007 à 2013 et **8.15%** de 2013 à 2020.

Ces pertes sont plus prononcées que celles observées dans les réserves strictes et intégrales (voir Fig.9 et Fig.10).

Evolution de l'occupation du sol dans la réserve naturelle du paysage de M^t Nimba

Fig.11: Vue de la réserve naturelle du paysage prioritaire M^t Nimba.

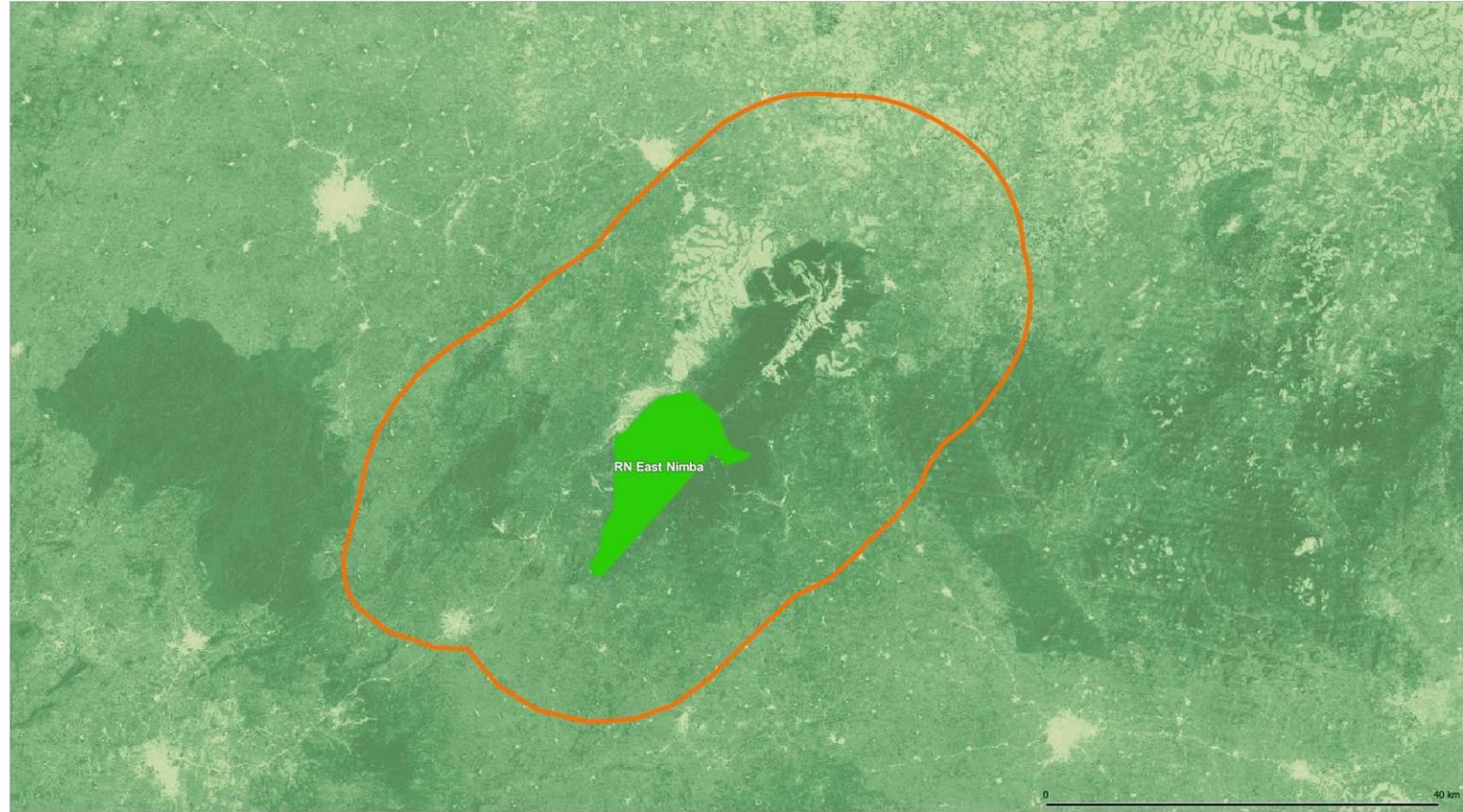


Fig.12: Evaluation de l'occupation du sol la réserve naturelle (RN) East Nimba du PPC de M^t Nimba en 2002, 2007, 2013 et 2020 (statistiques calculées sur 'emprise montrée en Fig.11).

L'occupation de la réserve naturelle du paysage prioritaire Mt Nimba entre 2002 et 2020

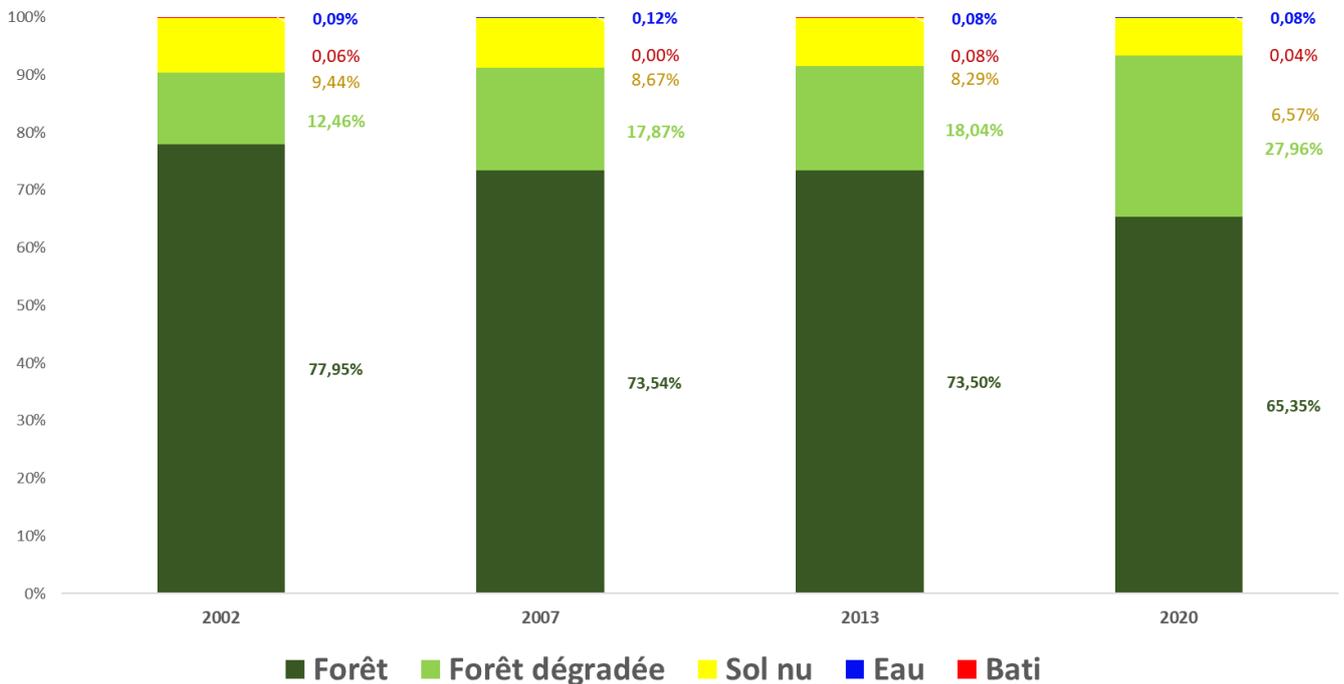


Fig.14 montre l'évolution des différentes classes de l'occupation du sol dans les forêts communautaires du paysage prioritaire de M^t Nimba (Fig.13) entre 2002 et 2020.

Comparées aux réserves strictes et intégrales (Fig.9 et Fig.10) et à la réserve naturelle (Fig.11 et Fig.12), les forêts communautaires offrent un couvert forestier moindre pour s'établir à environ 60%.

On peut constater que ce couvert forestier a été préservé entre 2002 et 2007. On note néanmoins des pertes très significatives de : **12,40%** durant la période allant de 2007 à 2013 et de **11,76%** durant la période de 2013 à 2020.

Note : La légère augmentation éphémère du couvert forestier entre 2002 et 2007 peut être expliquée par l'effet de la saisonnalité et du couvert nuageux. En effet, pour l'année 2007, plusieurs images Landsat-7 acquises pendant des saisons différentes ont été mosaïquées pour contourner les problèmes du couvert nuageux.

Evolution de l'occupation du sol dans les forêts communautaires de M^t Nimba

Fig.13: Vue des forêts communautaires.

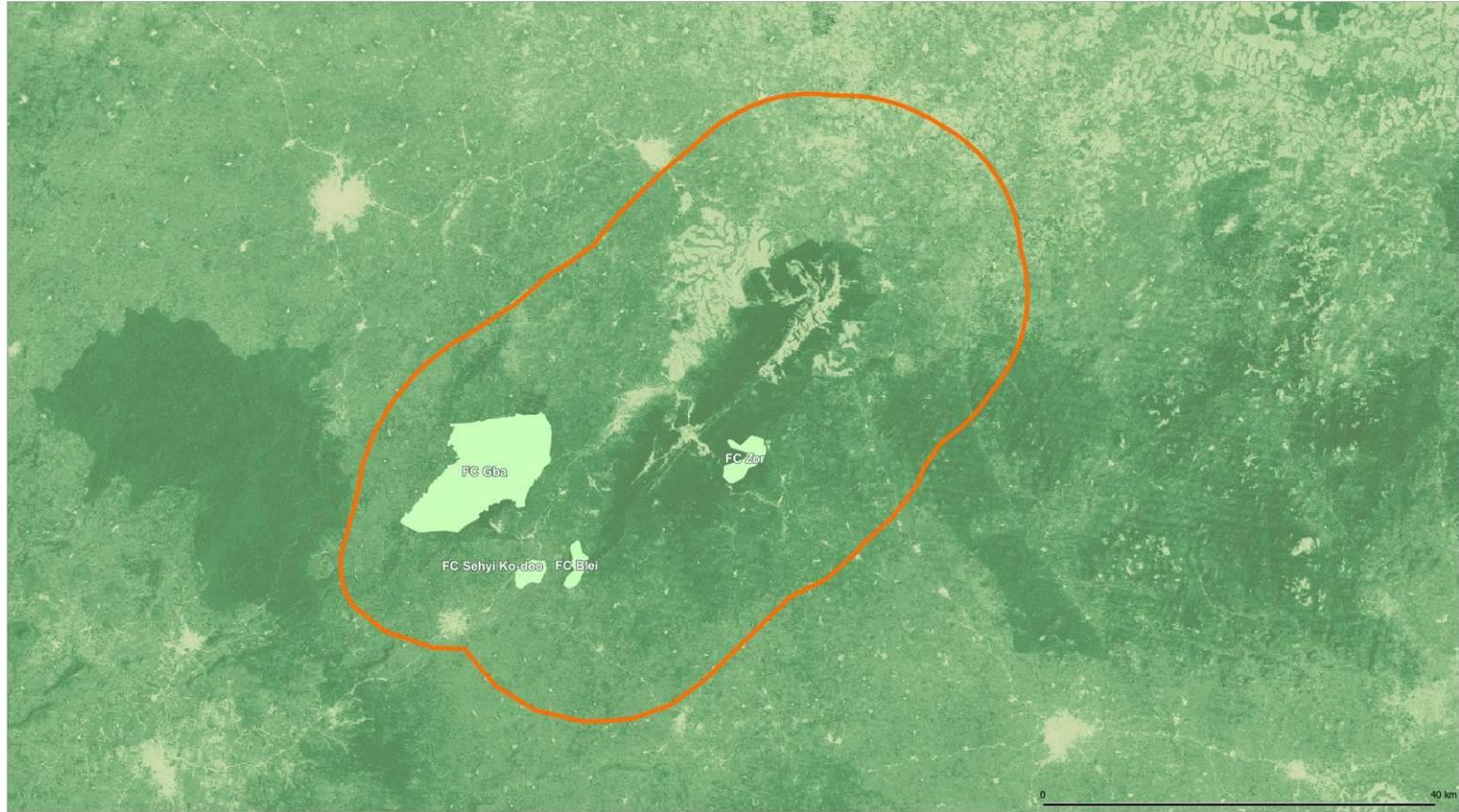


Fig.14: Evaluation de l'occupation du sol des forêts communautaires (FC) du PPC de M^t Nimba en 2002, 2007, 2013 et 2020 (statistiques calculées sur 'emprise montrée en Fig.13).

L'occupation des forêts communautaires du paysage prioritaire Mt Nimba entre 2002 et 2020

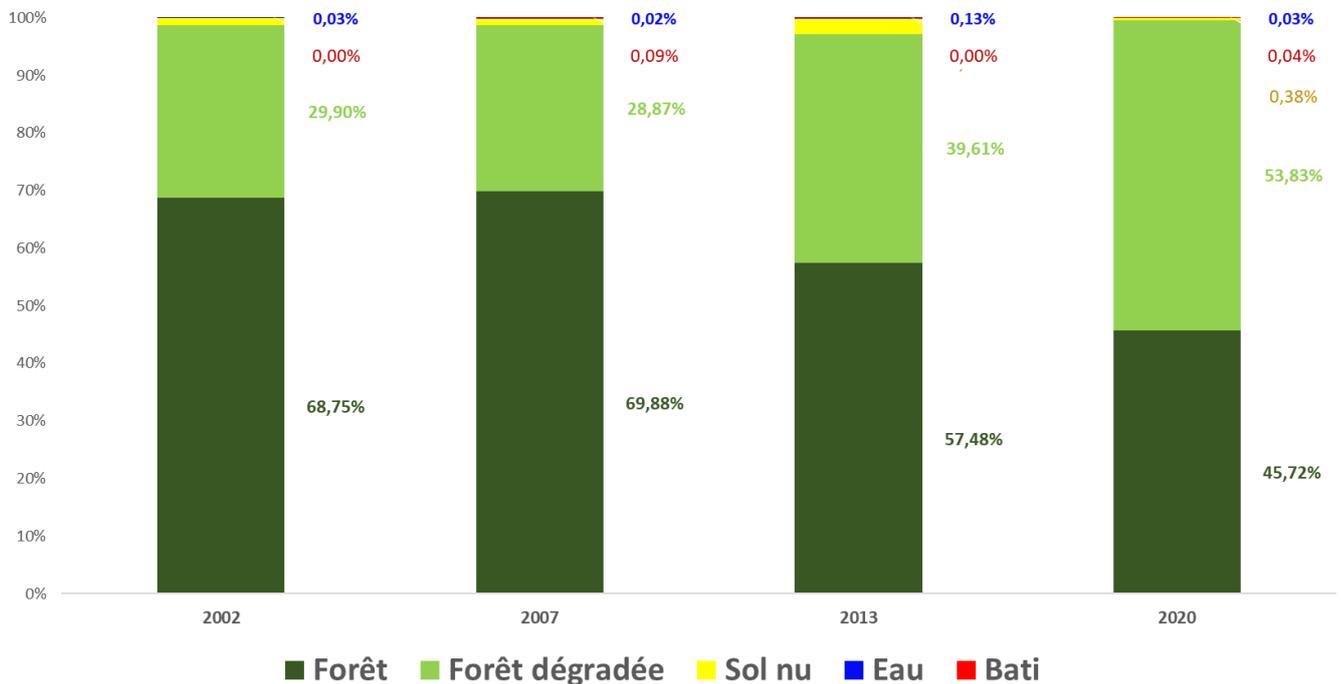


Fig.15 synthétise la déforestation par période dans tout le paysage prioritaire de M^t Nimba. Les zones en gris représentent les zones déforestées avant 2002, les zones en bleu sont celles déforestées entre 2002 et 2007, les zones en jaune sont celles déforestées entre 2007 et 2013 et les zones en rouge sont celles déforestées entre 2013 et 2020. Cette dominante rouge témoigne de l'accélération de la déforestation dans la dernière période.

Fig.16 montre l'évolution de la perte du couvert forestier par période dans les quatre unités de conservation : -paysage entier, -réserves naturelles intégrales / strictes, -réserves naturelles et -forêts communautaires.

On constate que les réserves naturelles intégrales / strictes ont été préservées alors que la réserve naturelle et les forêts communautaires ont subi une perte plus importante de leur couvert végétal notamment pendant la dernière période.

Perte du couvert forestier dans les différentes unités de conservation de M^t Nimba entre 2002 et 2020

Fig.15: Déforestation par période dans le paysage M^t Nimba entre 2002 et 2020.

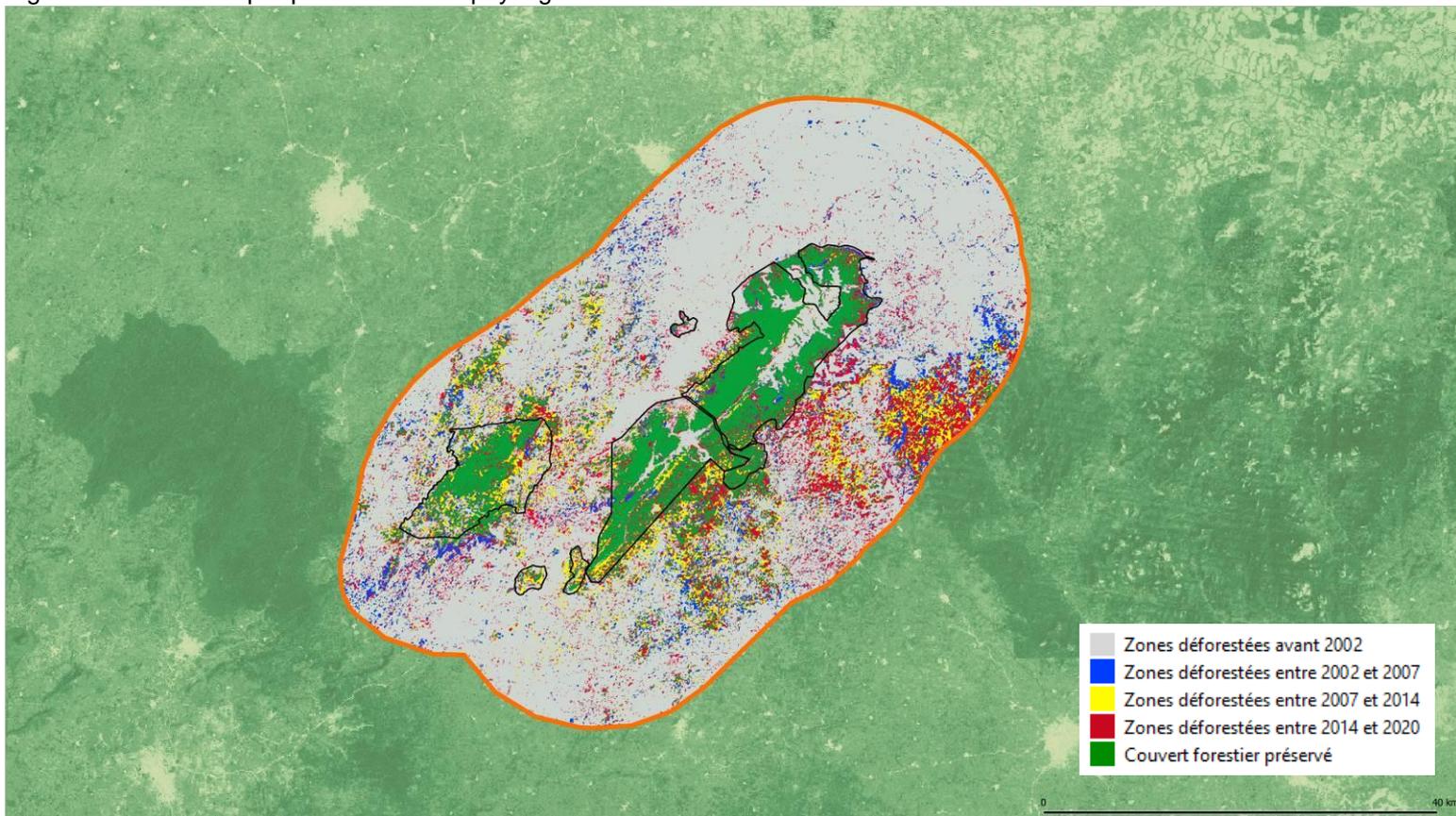
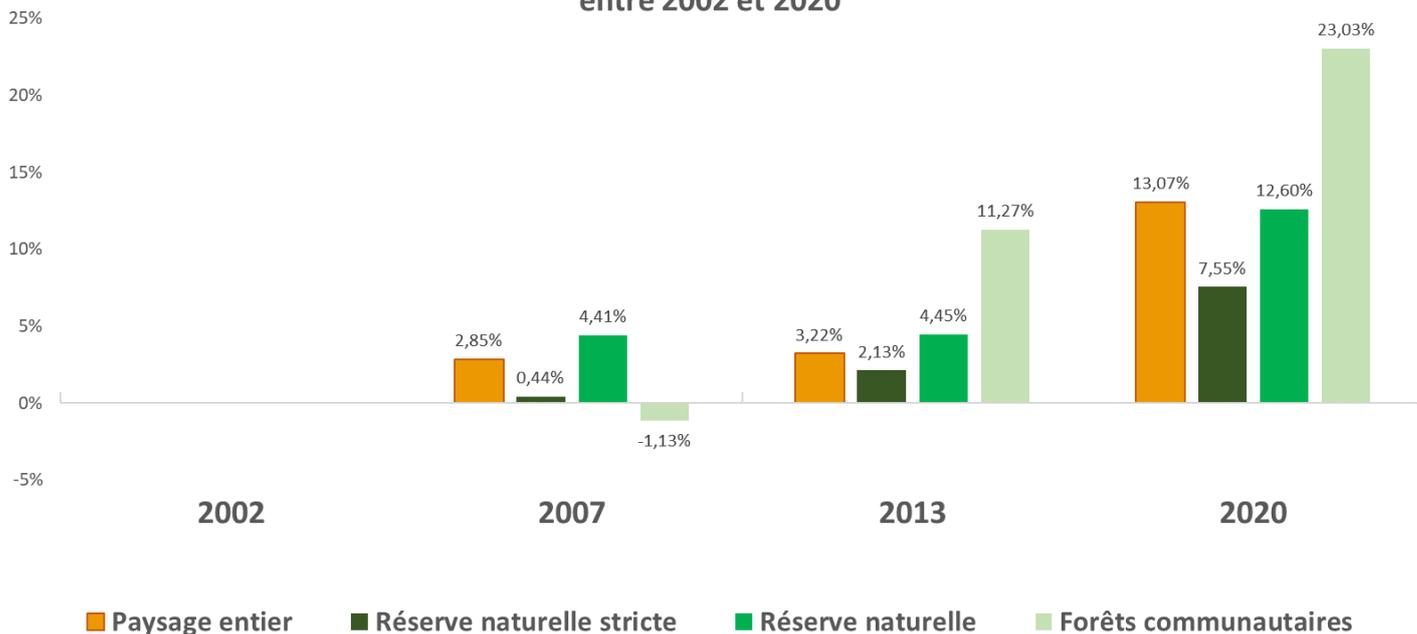


Fig.16: Synthèse de la perte du couvert forestier dans les différentes unités de conservation du PPC de M^t Nimba en 2007 (différence entre 2007 et 2002), en 2013 (différence entre 2013 et 2007) et en 2020 (différence entre 2020 et 2013).

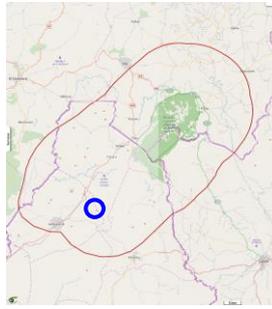
Perte du couvert forestier par période dans les différentes unités de conservation entre 2002 et 2020



[FLEGT Watch](#) est un système de détection automatique de la déforestation dans l'Afrique Centrale et l'Afrique de l'Ouest en utilisant des images satellitaires radar [Sentinel-1](#). Cette section montre deux exemples de déforestation détectés par FLEGT Watch dans le paysage prioritaire pour la conservation de M^t Nimba.

Dans chacun des exemples, on montrera les images radar Sentinel-1 (1^{ère} ligne) puis optique Sentinel-2 (2^{ème} ligne) avant (1^{ère} colonne a) et après (2^{ème} colonne b) l'événement de déforestation détecté automatiquement dans l'image radar (en haut et à droite).

Dans l'image radar (Fig.17), on constate une extension des zones déforestées au sud de la réserve intégrale stricte de M^t Nimba. L'analyse de l'image optique [Sentinel-2](#) (Fig.18) confirme que la forêt (Fig.18a) a été nettement coupée en mars 2020 (Fig.18b).



FLEGT Watch au Libéria

Paysage de M^t Nimba

Event #2006847 - LBR VT02

[2D layer stack](#)

Fig.17: Sentinel-1A moyenne 06-02-2020 → 13-03-2020 (a) et 25-03-2020 (b).

[vue gauche](#) [vue droite](#) [animation](#)

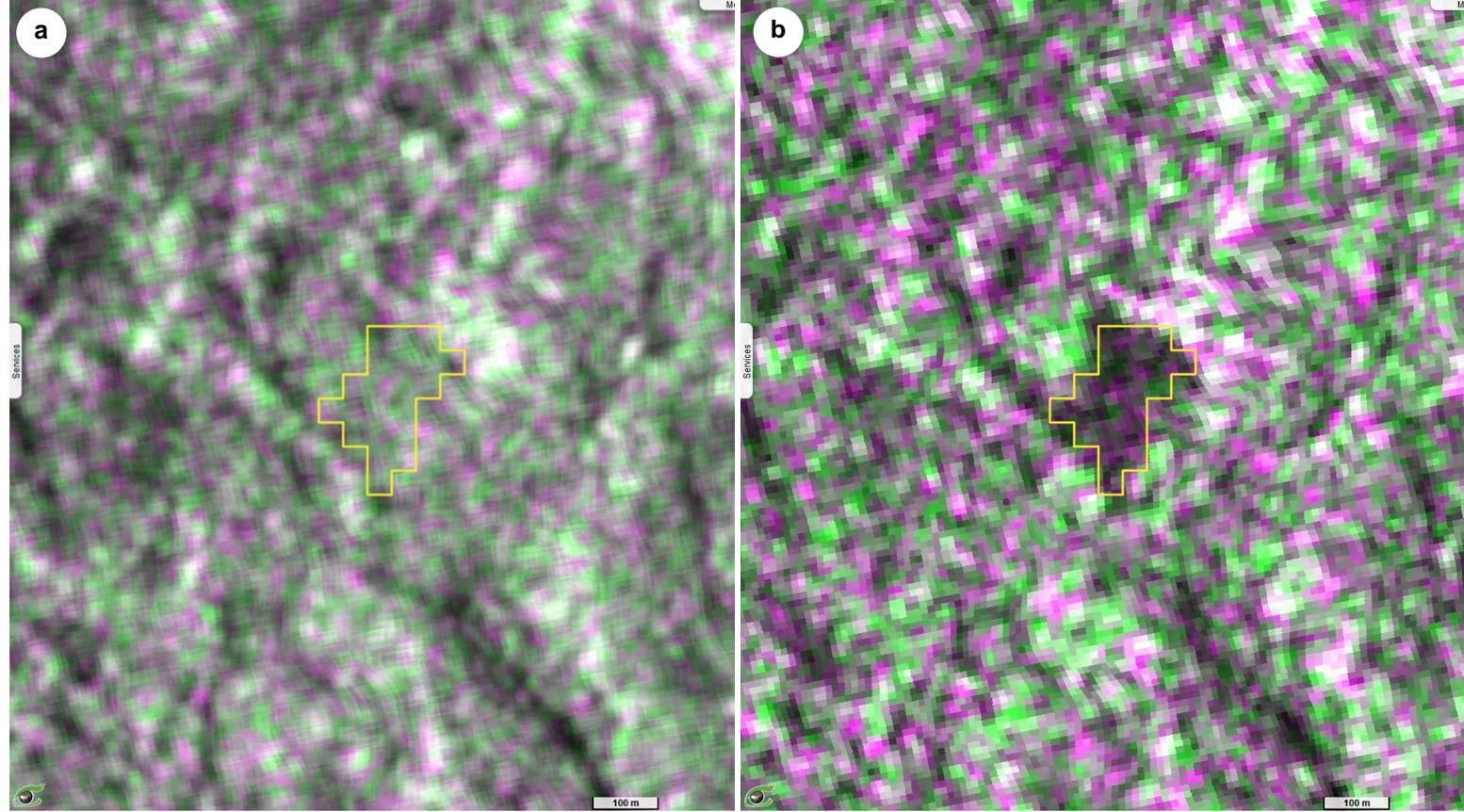
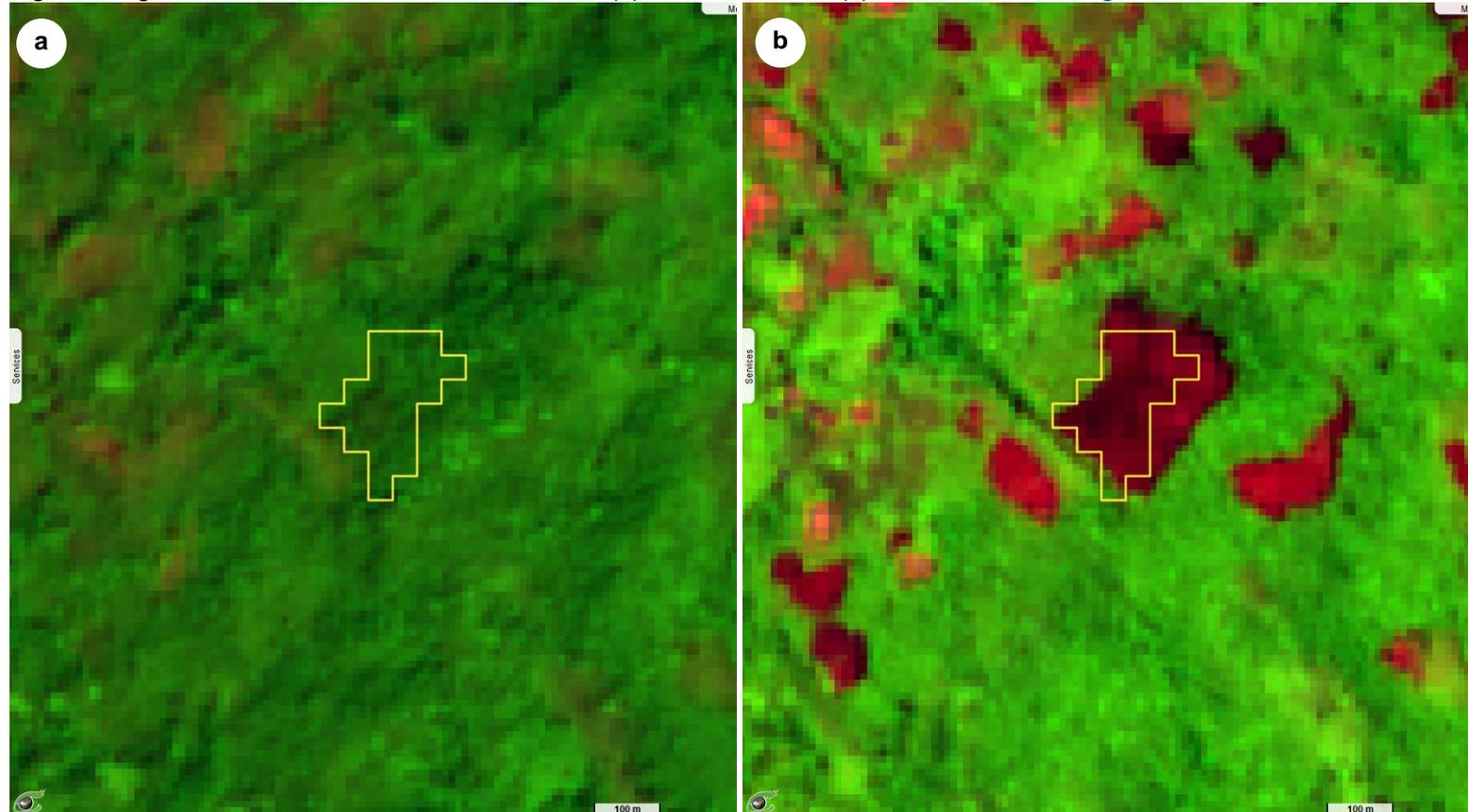
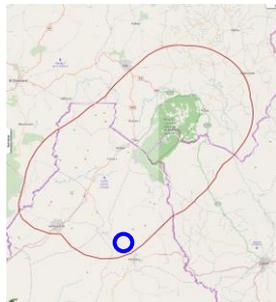


Fig.18: Images Sentinel-2A observées le 11-01-2020 (a) et le 30-04-2020 (b).

[vue gauche](#) [vue droite](#) [animation](#)



Comme le montre la Fig.19, le système FLEGT Watch a détecté une déforestation entre le 2 et le 14 mai 2022. Cette déforestation survient dans la partie sud du paysage.
 L'analyse de l'image optique Sentinel-2 (Fig.20) confirme que les reliquats de forêt observés en Fig.20a ne sont plus présents en Fig.20b.



FLEGT Watch au Libéria

Paysage de M^t Nimba

Event #2015663 - LBR VT02

[2D_layer_stack](#)

Fig.19: Sentinel-1A moyenne 27-03-2022 → 02-05-2022 (a) et 14-05-2022 (b).

[vue_gauche](#) [vue_droite](#) [animation](#)

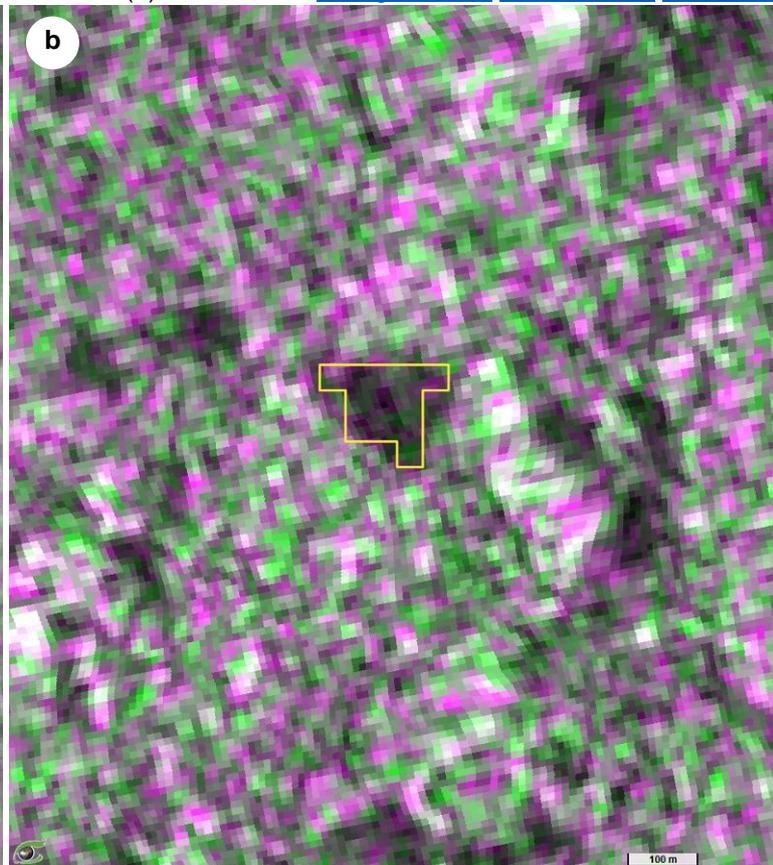
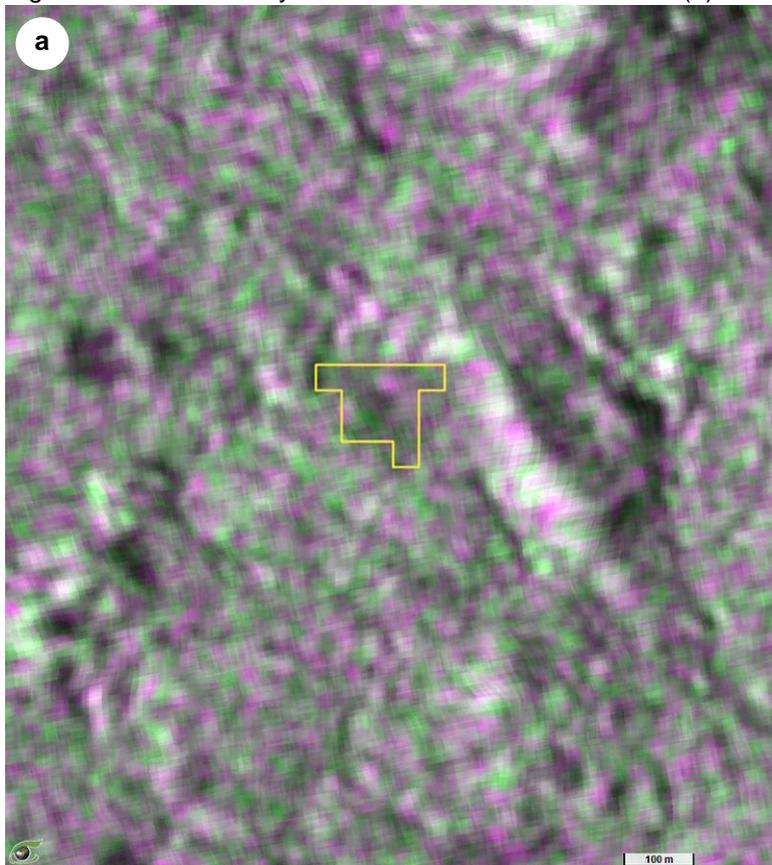


Fig.20: Images Sentinel-2B observées le 05-01-2022 (a) et le 04-06-2022 (b).

[vue_gauche](#) [vue_droite](#) [animation](#)

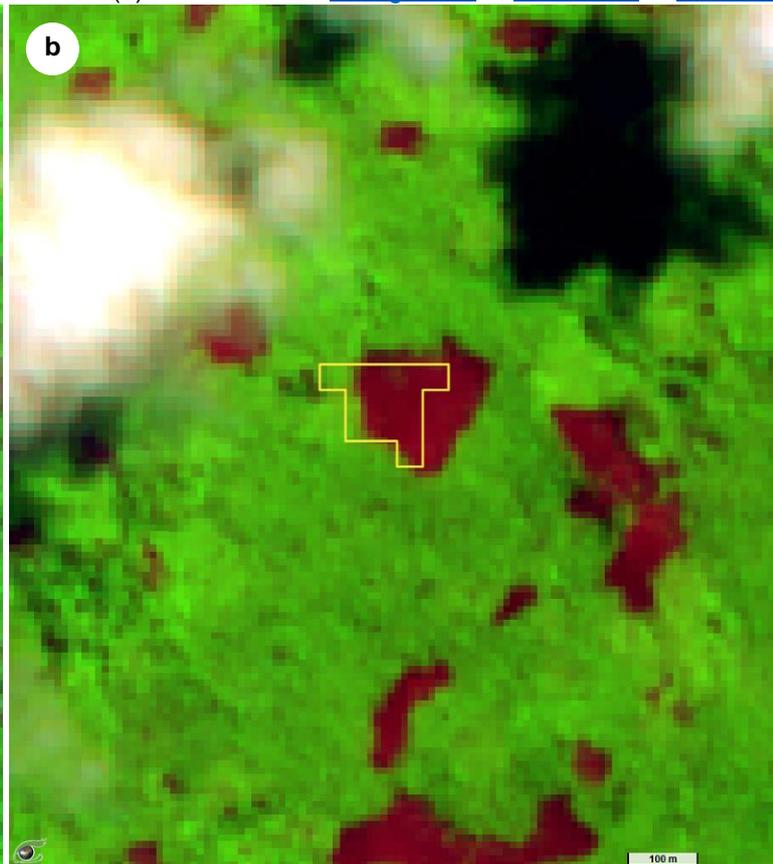
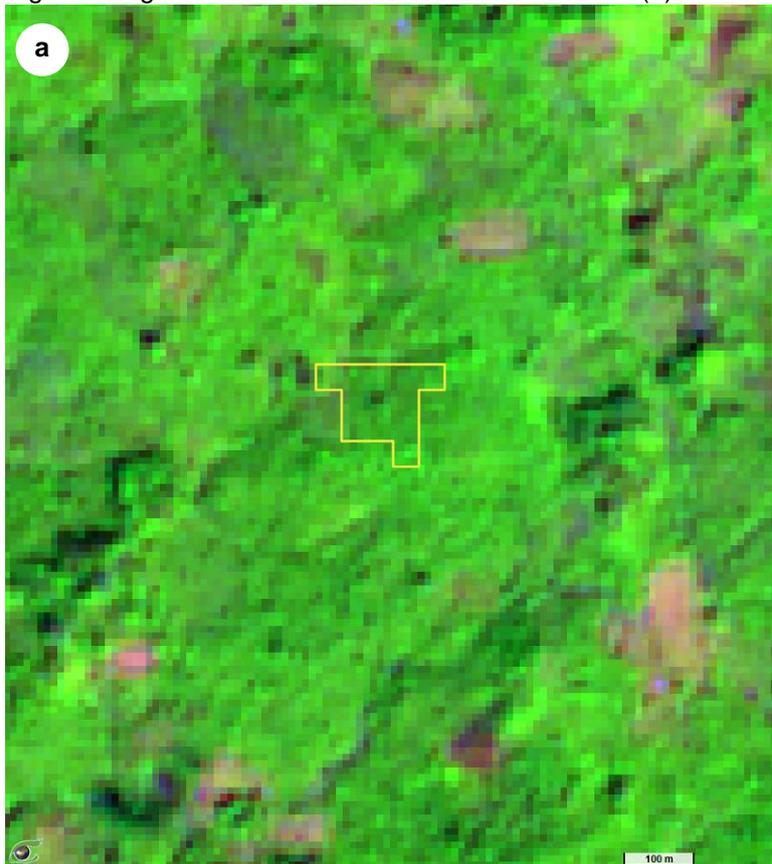


Fig.21 montre le bulletin périodique généré par un géoservice de suivi des aires brûlées et des feux actifs dans le paysage prioritaire du M^t Nimba entre 2015 et 2021. Ce bulletin périodique a été produit par la plateforme CAFWS développée par VisioTerra.

La première et la deuxième section du bulletin périodique fournissent des informations sur le nom du géoservice, le site, le(s) indicateur(s) à calculer (feux actifs, aires brûlées...) et la période de temps pendant laquelle fonctionnera le géoservice. La troisième section permet à l'utilisateur de choisir la période pour laquelle on souhaite afficher les résultats (la période est ici annuelle). La quatrième section concerne les résultats de l'agrégation spatiale des aires brûlées.

La courbe rouge montre la présence (valeur 255 sur l'axe des ordonnées) ou absence (valeur 0 sur l'axe des ordonnées) d'aire brûlée dans la zone d'étude pendant la période définie. La cinquième section montre les résultats de l'agrégation temporelle des aires brûlées. Les zones où une aire brûlée a été détectée au moins une fois pendant la période d'étude sont restituées en rouge. Ici, par exemple (Fig.21), les aires brûlées sont celles détectées en 2019.

Fig.22 montre en rouge les aires brûlées détectées automatiquement en 2020 et 2021.

Aires brûlées Bulletin périodique Paysage de M^t Nimba

[2D layer stack](#)

[bulletin périodique](#)

Fig.21: Vue du bulletin périodique avec les aires brûlées détectées par année entre 2015 et 2021.

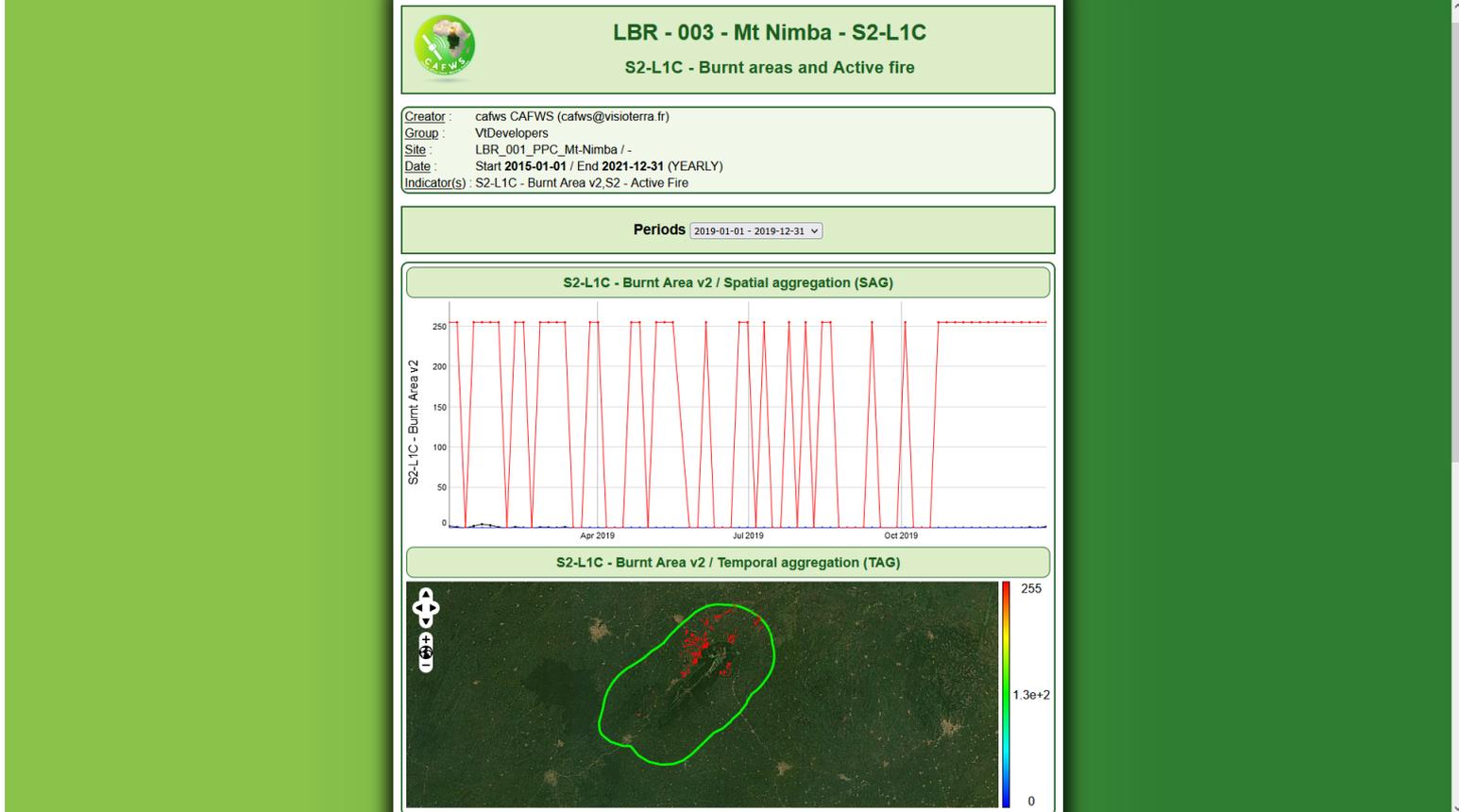


Fig.22: Aires brûlées détectées automatiquement en 2020 et 2021.

[animation](#)

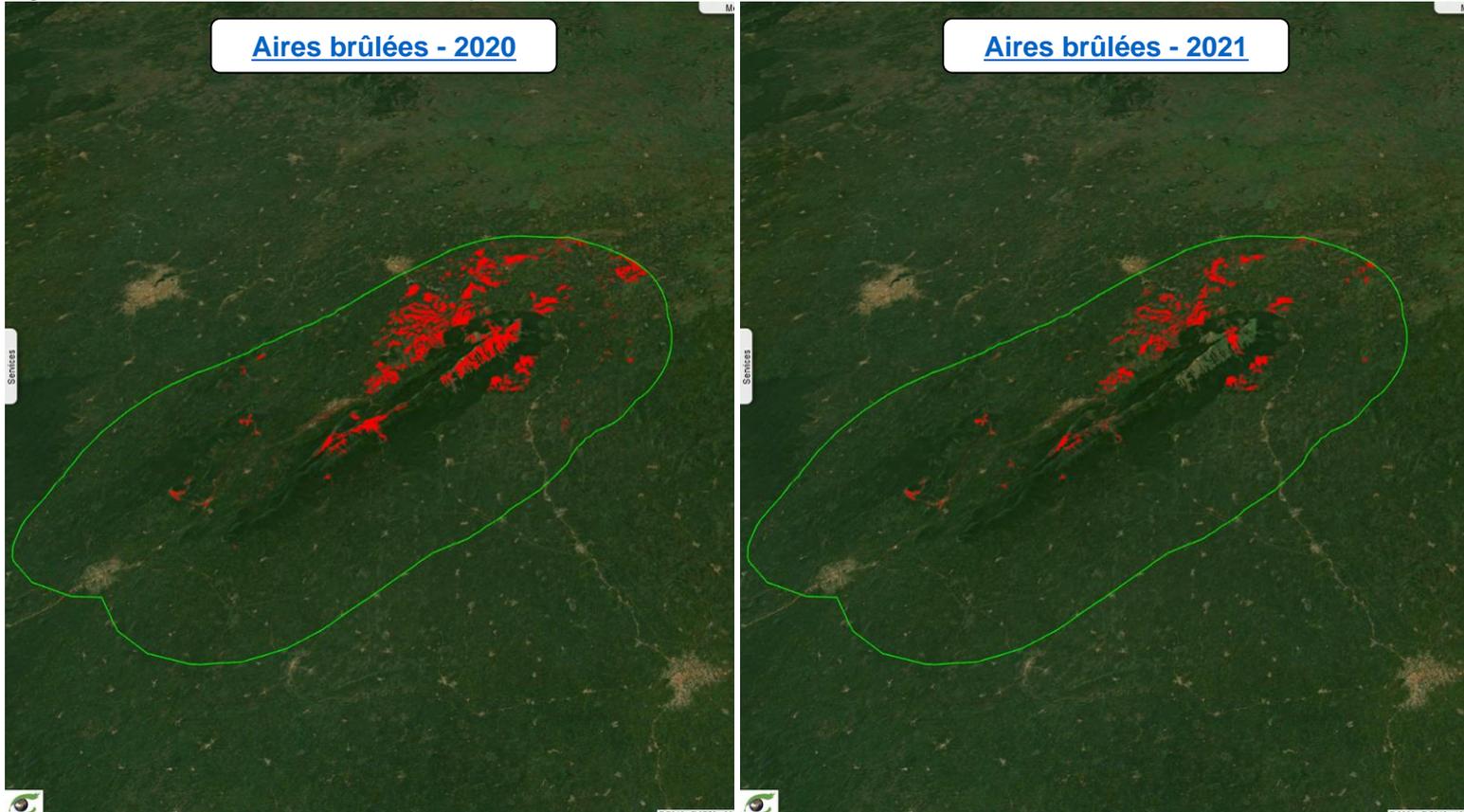


Fig.23 montre une image Sentinel-2 qui exploite la richesse des bandes spectrales de son instrument multispectrale MSI. Ici, les bandes 11, 8 et 2 correspondent au moyen-infrarouge, au proche infra-rouge et au bleu. Ces trois bandes 11, 8, 2 ont été affectées aux plans rouge, vert et bleu respectivement.

La tuile Sentinel-2 (Fig.23a) a été acquise en saison sèche le 21 janvier 2019. Les aires brûlées sont détectées automatiquement et sont restituées en rouge (fig.23b).

L'indicateur des aires brûlées est calculé à partir de données optiques Sentinel-2 en utilisant un algorithme dérivant d'une analyse de classification par des méthodes de « Machine Learning ».

Fig.24 montre une vue rapprochée de la Fig.23 au nord-ouest du paysage où se trouvent des aires brûlées étendues.

Aires brûlées – Exemples

Paysage de M^t Nimba

[2D_layer_stack](#)

Fig.23: Image Sentinel-2B acquise le 21-01-2019 (a) et les aires brûlées détectées automatiquement (b).

[animation](#)

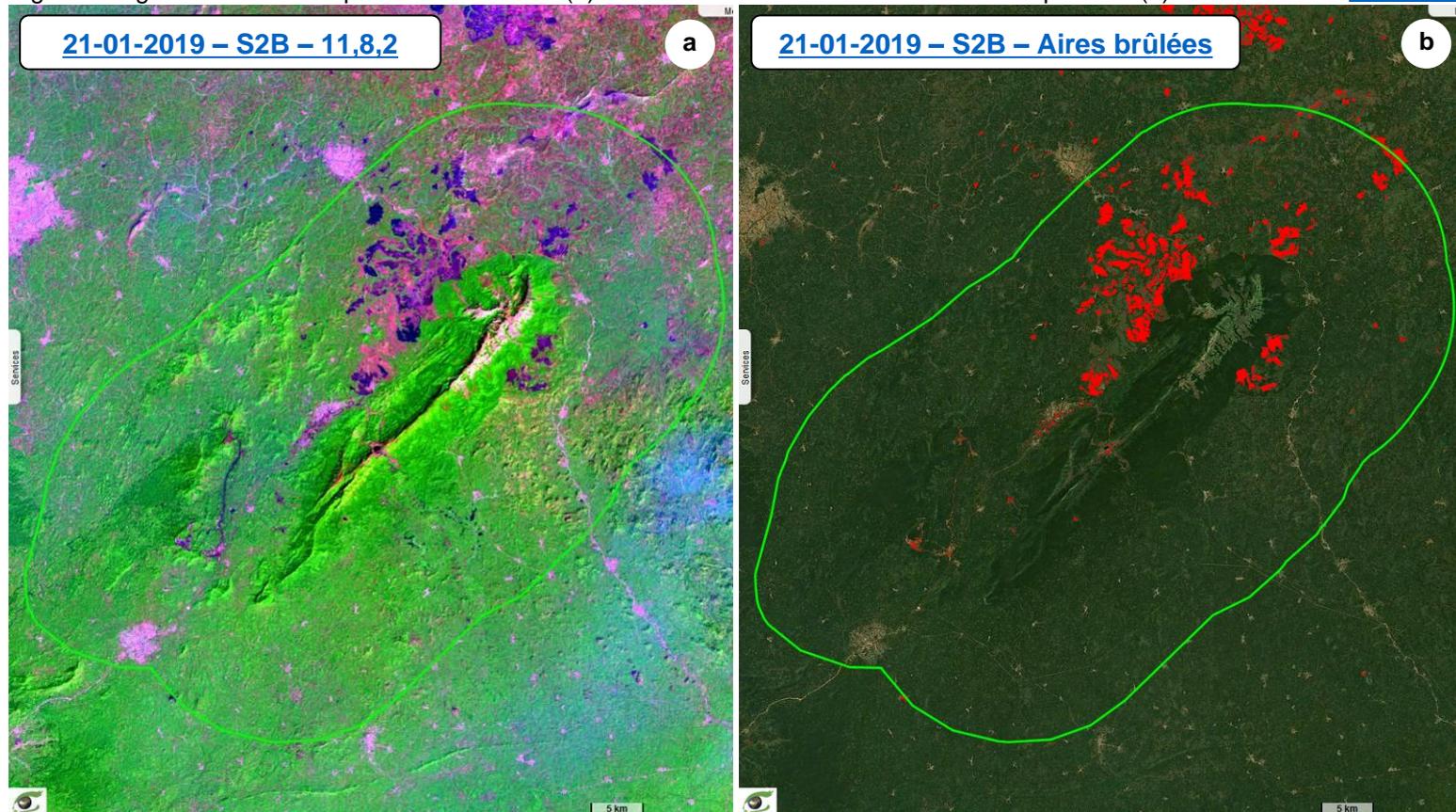


Fig.24: Vue zoomée de la fig.23.a (a) et les aires brûlées détectées automatiquement (b).

[animation](#)

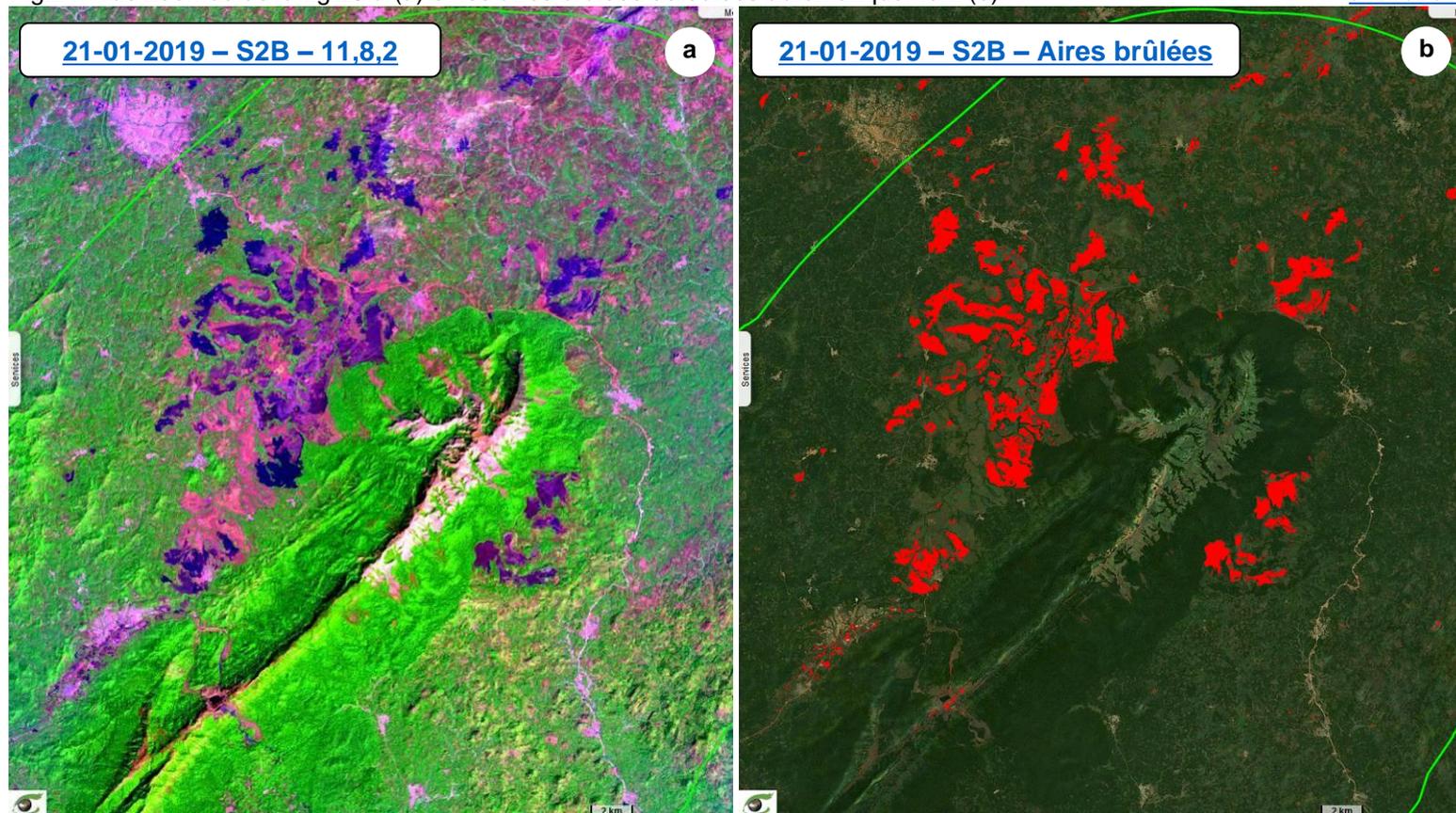


Fig.25 montre le bulletin périodique généré par le même géoservice de **suivi des aires brûlées et des feux actifs** dans le paysage prioritaire du M^t Nimba entre 2015 et 2021 avec l'indicateur des feux actifs. Les zones rouges dans l'image la section de l'agrégation temporelle représentent les zones où un front de feu actif a été observé au moins une fois pendant la période d'étude.

Fig.26 montre en rouge les feux actifs détectés automatiquement en 2017 et 2020.

L'indicateur des feux actifs est calculé à partir de données optiques Sentinel-2 en utilisant l'indice BAIS2 (*Burned Area Index for Sentinel-2*).

$$BAIS2 = \left(1 - \sqrt{\frac{B06 * B07 * B8A}{B4}} \right) * \left(\frac{B12 - B8A}{\sqrt{B12 + B8A}} + 1 \right)$$

Feux actifs

Bulletin périodique

Paysage de M^t Nimba

[2D layer stack](#)

[bulletin périodique](#)

Fig.25: Vue du bulletin périodique avec les feux actifs détectés par année entre 2015 et 2021.

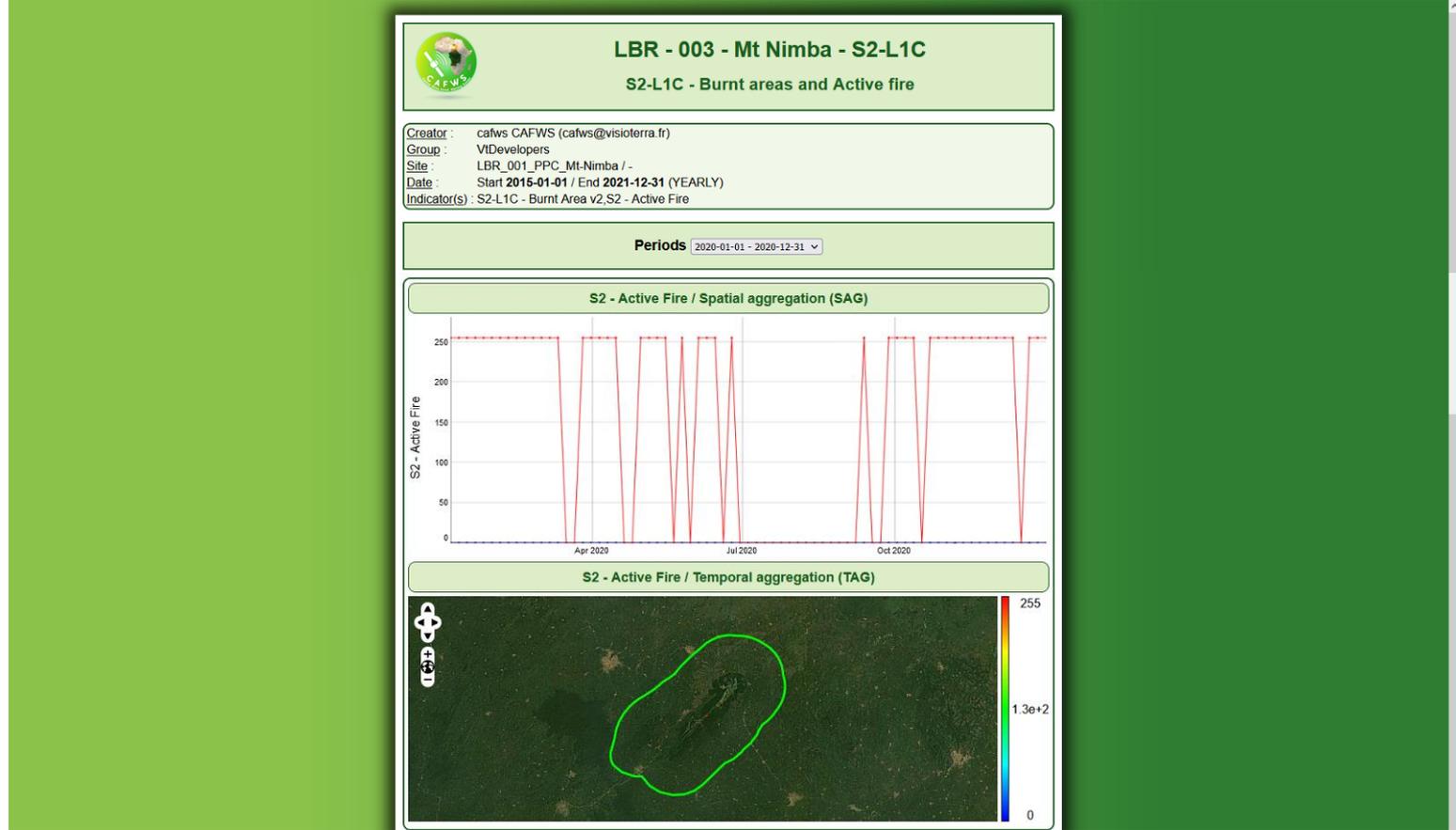


Fig.26: Feux actifs détectés automatiquement en 2017 et 2020.

[animation](#)

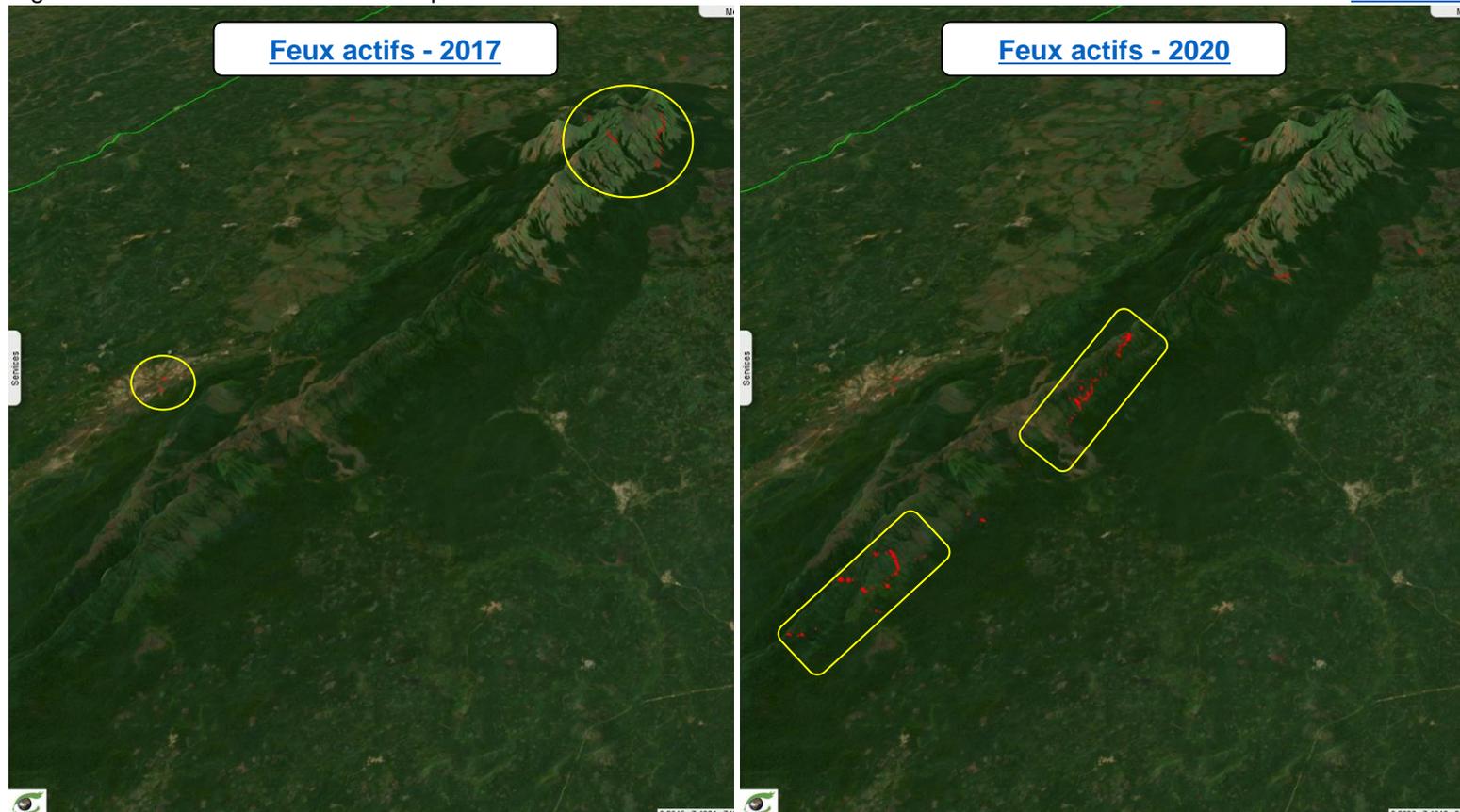


Fig.27 montre une image Sentinel-2 en composition colorée 12-11-2 acquise le 05 février 2020 (fig.27a) et le résultat des feux actifs détectés automatiquement pour la même date, restituées en rouge (fig.27b).

Fig.28 montre une vue zoomée de la fig.27 qui met en évidence les fronts de feux actifs.

Feux actifs – Exemples Paysage de M^t Nimba

[2D_layer_stack](#)

[animation](#)

Fig.27: Image Sentinel-2B acquise le 05-02-2020 (a) et les feux actifs détectés automatiquement (b).

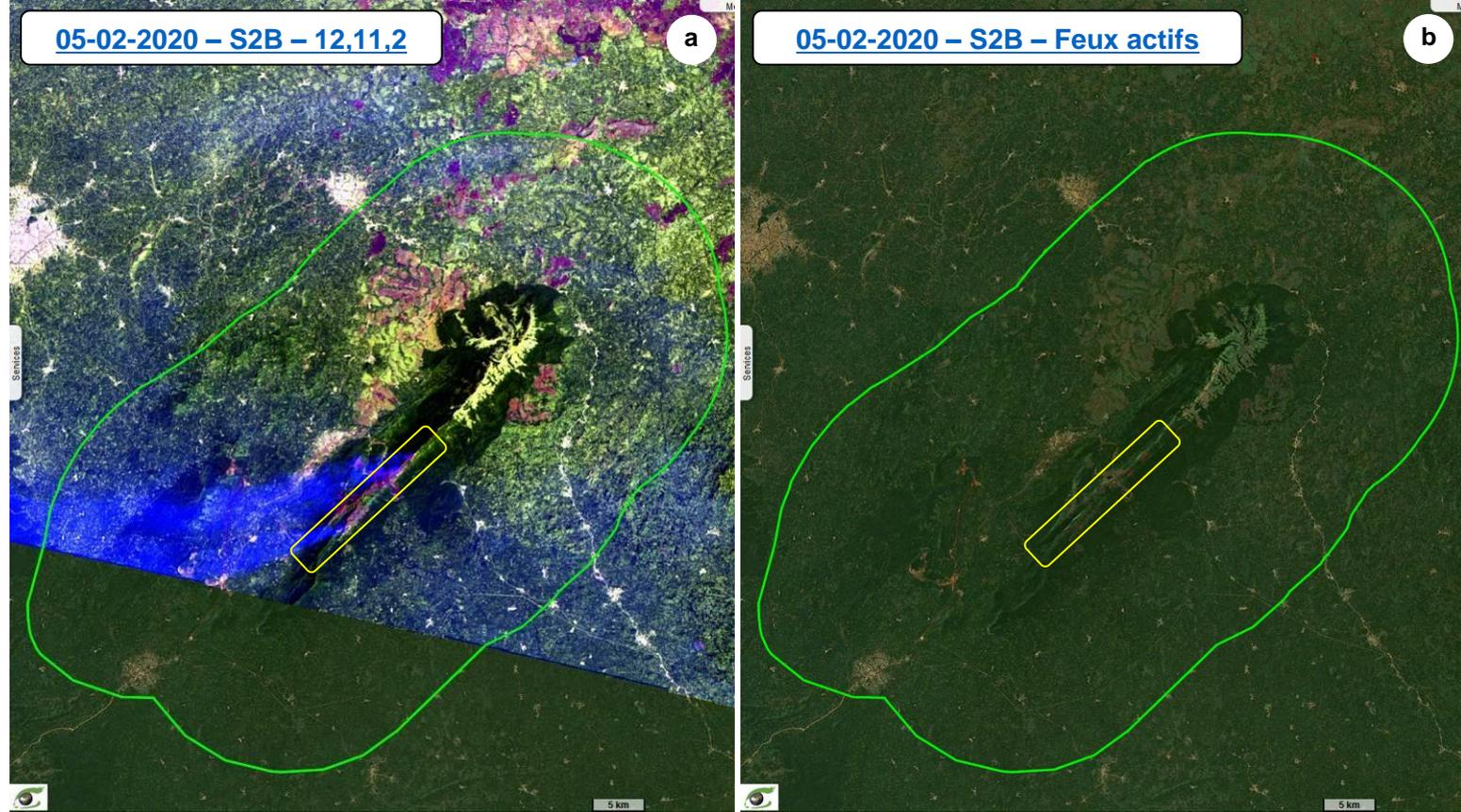
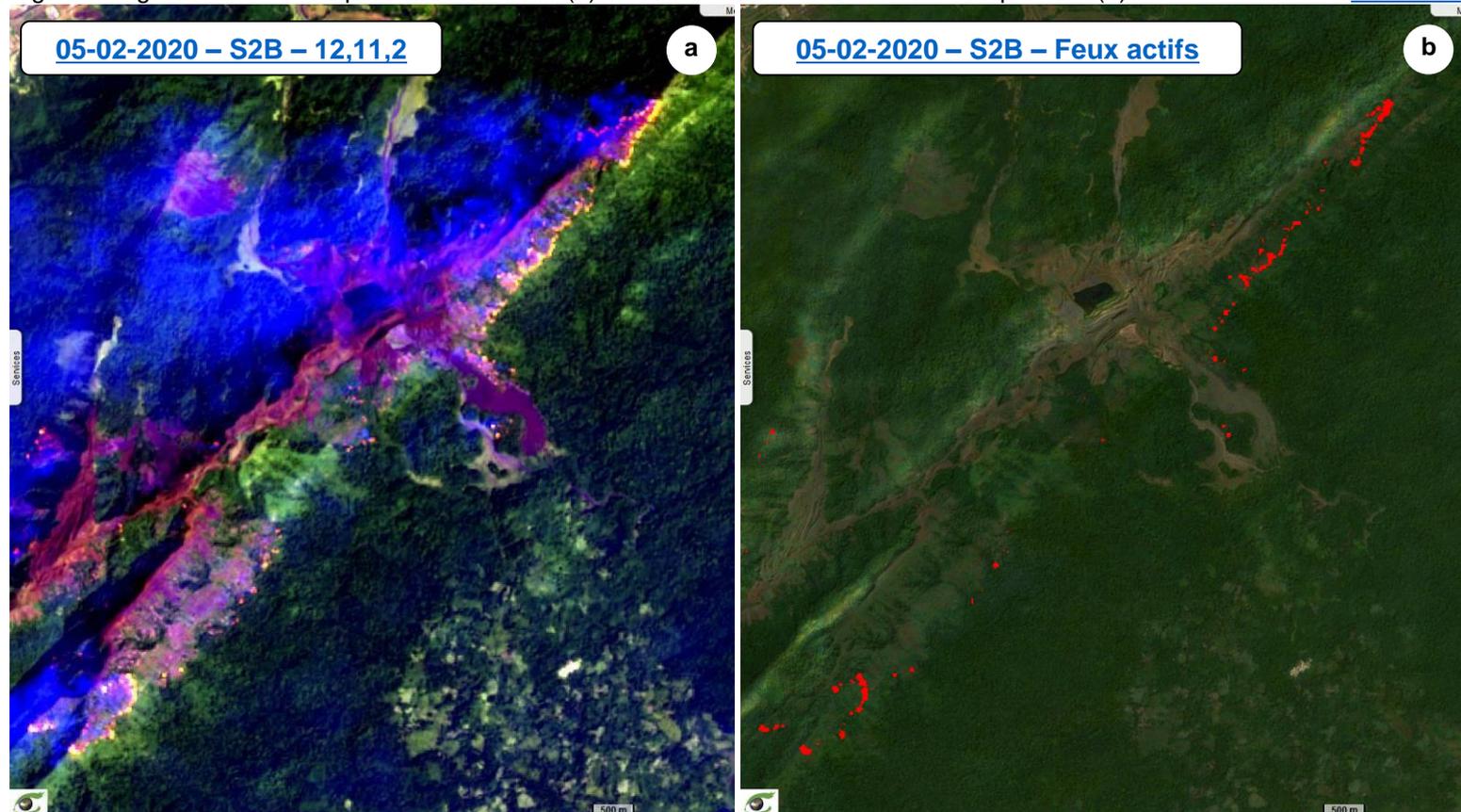


Fig.28: Image Sentinel-2B acquise le 05-02-2020 (a) et les feux actifs détectés automatiquement (b).

[animation](#)





Cette étude est réalisée dans le cadre du programme **PAPFor** (Programme d'Appui à la Préservation des Ecosystèmes Forestiers en Afrique de l'Ouest) financé par l'Union européenne sur le 11^e FED et mis en œuvre par le consortium AGRECO-GITEC. VisioTerra a mobilisé son expertise pour les analyses de l'évolution de l'occupation des paysages prioritaires du Mont Nimba et de Gola-Foya, deux des six paysages financés par PAPFor.

Les résultats de l'analyse sont présentés à l'occasion du congrès des aires protégées d'Afrique (APAC) organisé par l'UICN à Kigali (Rwanda) du 18 au 23 juillet 2022. Cette présentation se fait en collaboration avec le projet **OBAPAO** (Observatoire pour la biodiversité et les aires protégées en Afrique de l'Ouest), une initiative du Programme BIOPAMA également financé par l'Union européenne, pour améliorer la conservation à long terme et l'utilisation durable des ressources naturelles dans les aires protégées et les communautés avoisinantes des pays d'Afrique, Caraïbes et Pacifique.

PAPFor est :

- ❖ financé par l'Union européenne
- ❖ mis en œuvre par
- en association avec



L'étude est :

- ❖ réalisée par
- ❖ présentée en collaboration avec



Observatoire pour la Biodiversité
et les Aires Protégées en Afrique de l'Ouest

