

Le Sénégal est un État d'Afrique de l'Ouest. Il est bordé par l'océan Atlantique à l'ouest, la Mauritanie au nord-nord-est, le Mali à l'est-sud-est, la Guinée au sud-est et la Guinée-Bissau au sud-sud-ouest. La Gambie forme une quasi-enclave dans le Sénégal, pénétrant à plus de 302 km à l'intérieur de ses terres.

L'économie du Sénégal est tirée par l'exploitation minière, la construction, le tourisme, la pêche et l'agriculture, qui sont les principales sources d'emploi dans les zones rurales. L'économie sénégalaise est soumise à plusieurs contraintes, notamment les conditions du [changement climatique](#) et la forte croissance démographique ([Wikipédia](#)). Ces menaces peuvent aboutir à la dégradation des terres, aux inondations et à la pollution.



Le Sénégal vu de l'espace Sentinel-1/Sentinel-2/DEM

Fig.1a montre le découpage administratif alors que Fig.1b montre la topographie du Sénégal étirée dans l'intervalle [0m ; 600m].

Le paysage sénégalais se compose principalement des plaines sablonneuses du Sahel occidental. La frontière nord est délimitée par le fleuve Sénégal. D'autres cours d'eau irriguent le Sénégal tel que Saloum, Gambie et Casamance.

Fig.2a et Fig.2b montrent respectivement des vues Sentinel-1 radar et Sentinel-2 optique du Sénégal.

Fig.1: Régions du Sénégal (a) et modèle numérique de terrain (b).

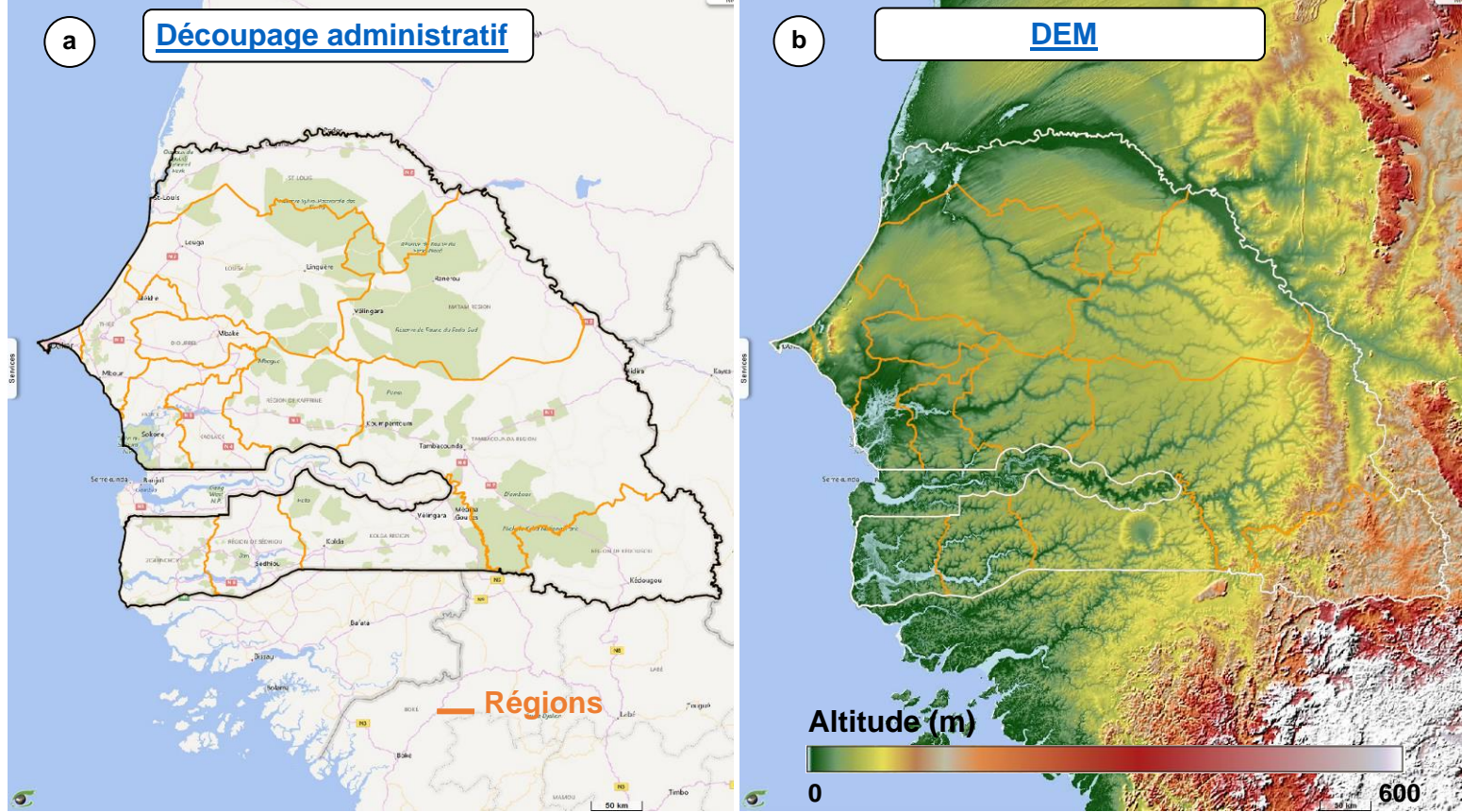
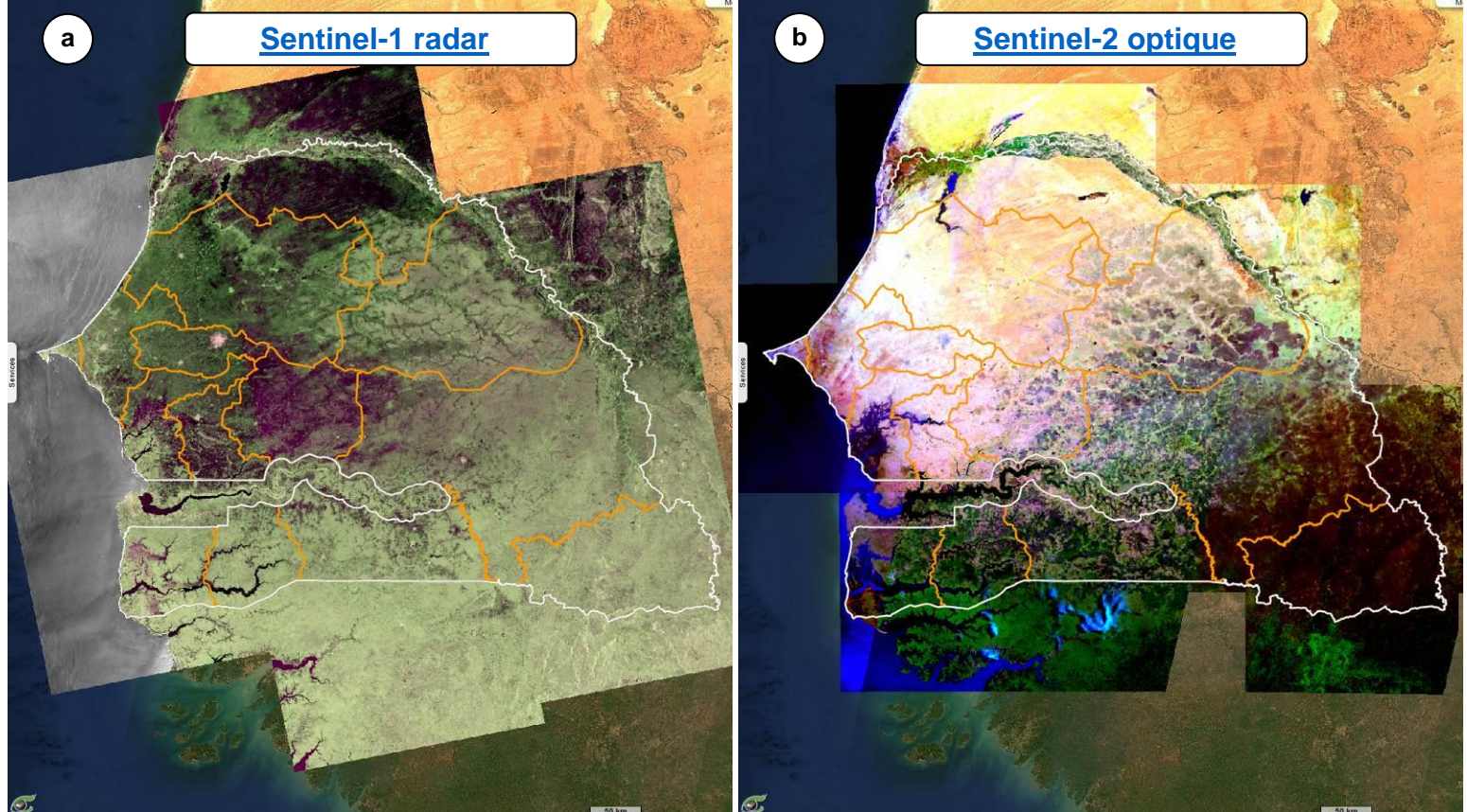


Fig.2: Vues Sentinel-1 radar (a) et Sentinel-2 optique du Sénégal.



Le secteur agriculture-pêche est un secteur économique important. Il contribue à 14 % du PIB et occupe environ 50 % de la population active. L'agriculture repose à la fois sur des cultures de rente (arachide, coton, produits horticoles pour partie) et sur des cultures vivrières (principalement céréales). L'élevage occupe aussi une place importante. (Wikipédia)

Les meilleures terres agricoles se trouvent le long du fleuve Sénégal dans la vallée alluviale.

Dans ce contexte, VisioTerra propose des outils / solutions de surveillance, alerte précoce et évaluation agricole saisonnière en utilisant les données d'Observation et Modélisation de la Terre (O&MT). Ces géoservices fournissent aux administrateurs et agriculteurs la capacité de suivre et d'évaluer leurs parcelles à travers des indicateurs de végétation, d'humidité de surface, de précipitations, de températures...

Cette section montre un exemple de suivi / analyse d'une parcelle située dans la région de Saint-Louis au nord du Sénégal (polygone orange de la Fig.3a). Fig.3c montre une série temporelle des précipitations entre 2018 et 2022 sur la région Saint-Louis. Fig.4 montre le calendrier culturel des cultures dominantes dans cette région (FAO).

Suivi de l'agriculture Saisons et calendrier culturel

Fig.3: Parcelle (polygone vert) située dans la région de Saint-Louis et les précipitations journalières (en mm) du modèle ERA5 pendant les 5 dernières années (de 2018 à 2022) sur la région.

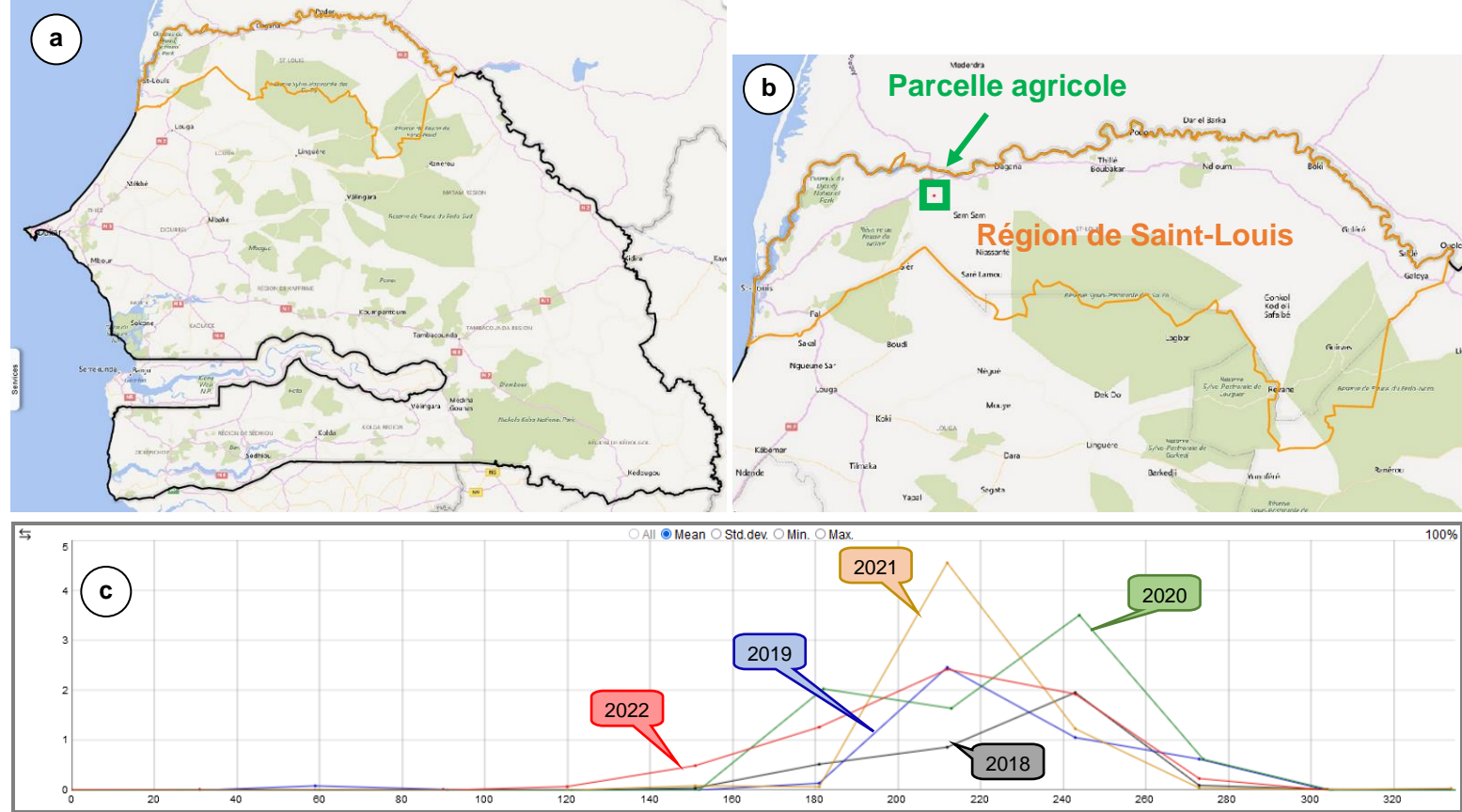
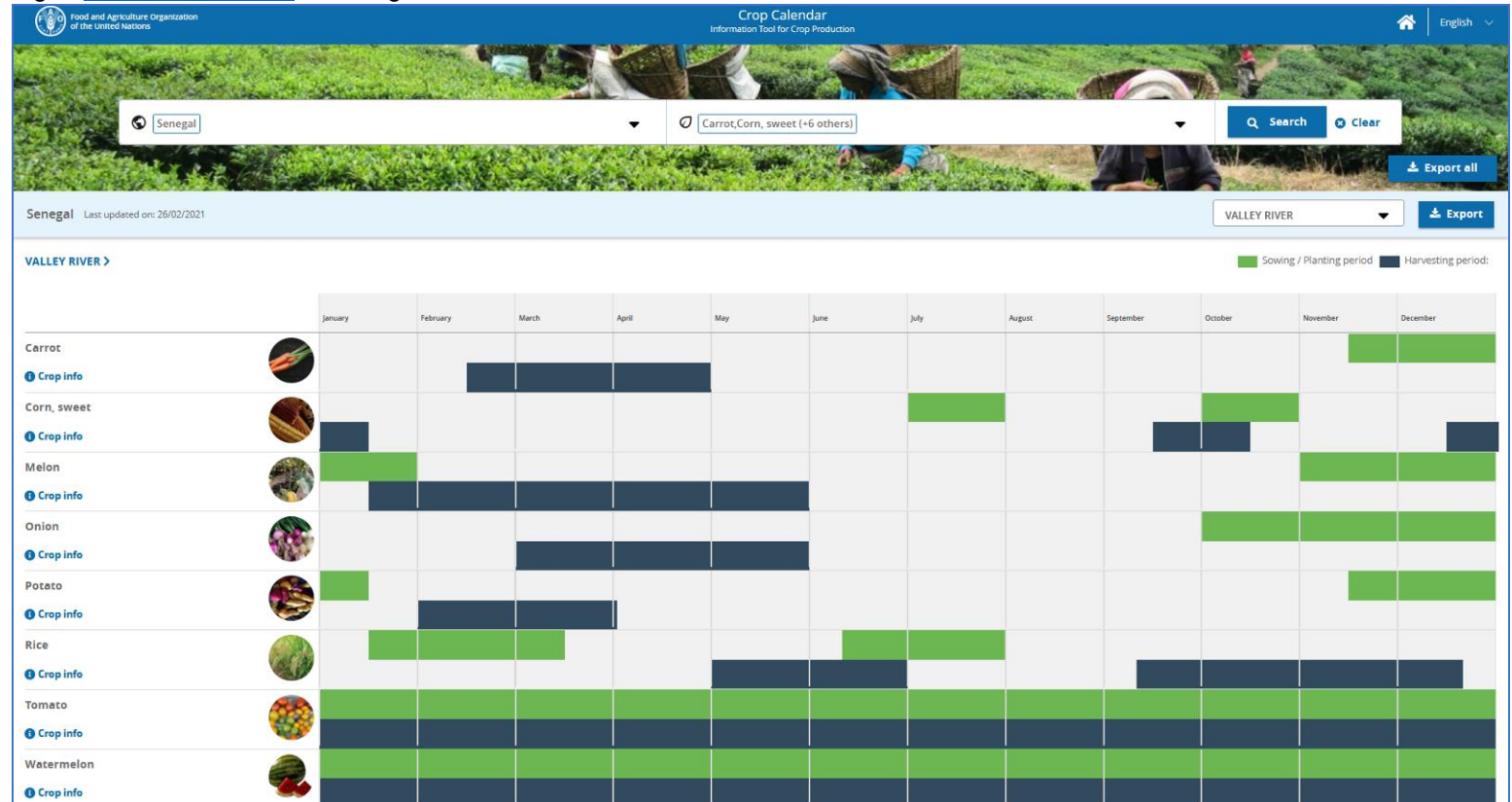


Fig.4: Calendrier culturel de la région de Saint-Louis.



Cet exemple montre une parcelle que nous supposons être du riz (à confirmer). La Fig.5a montre une image très haute résolution (*Bing Map*) et la Fig.5b montre une image Sentinel-2 (observée le 05.09.2018) centrées sur la parcelle. Les Fig.6a et Fig.6b montrent respectivement l'indicateur de végétation (NDVI) et l'indicateur d'humidité du sol (NDWI-SM).

Le **NDVI** (*Normalised Difference Vegetation Index*) est parmi les indicateurs les plus couramment utilisés pour surveiller le pourcentage du couvert végétal dans une zone.

Le **NDWI-SM** (*Normalised Difference Water Index – Soil Moisture*) a été développé par [Gao \(1996\)](#) et mesure l'eau liquide imprégnant les couverts végétaux.

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R} \quad , \quad NDWI - SM = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR}$$

Où **NIR** (*Near Infrared*) est une des deux bandes proche Infrarouge (bande 8) du capteur MSI du satellite Sentinel-2, **SWIR** (*Short-Wave Infrared*) est la première bande de l'infrarouge moyen (bande 11) de Sentinel 2 et **R** est la bande rouge (bande 4).

Suivi de l'agriculture Indicateurs de végétation et d'humidité

Fig.5: Parcelle dans la région de Saint-Louis vue par Bing (a) et Sentinel-2 (05.09.2018).

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

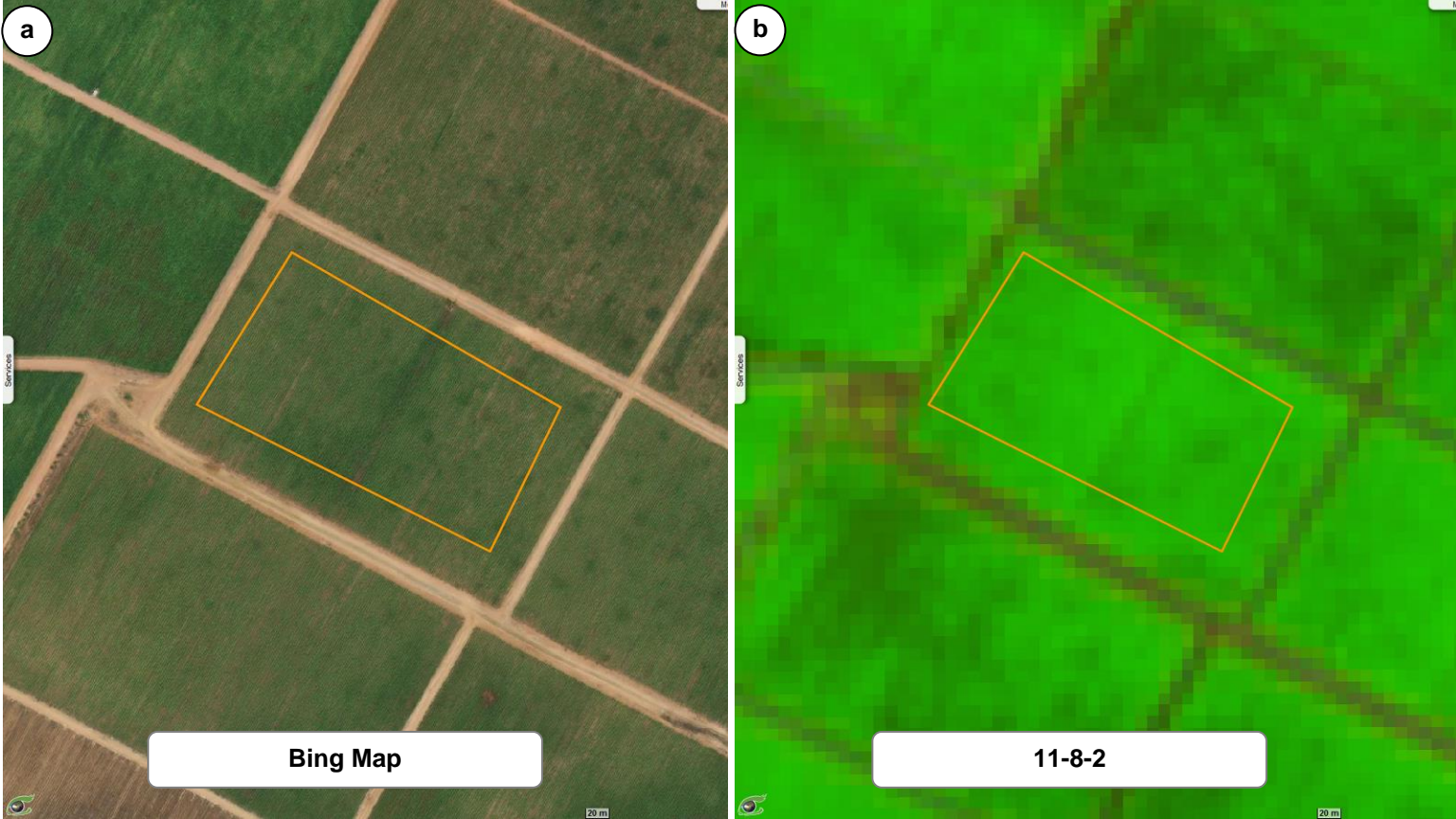


Fig.6: Indices de végétation (a) et d'humidité du sol (b).

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

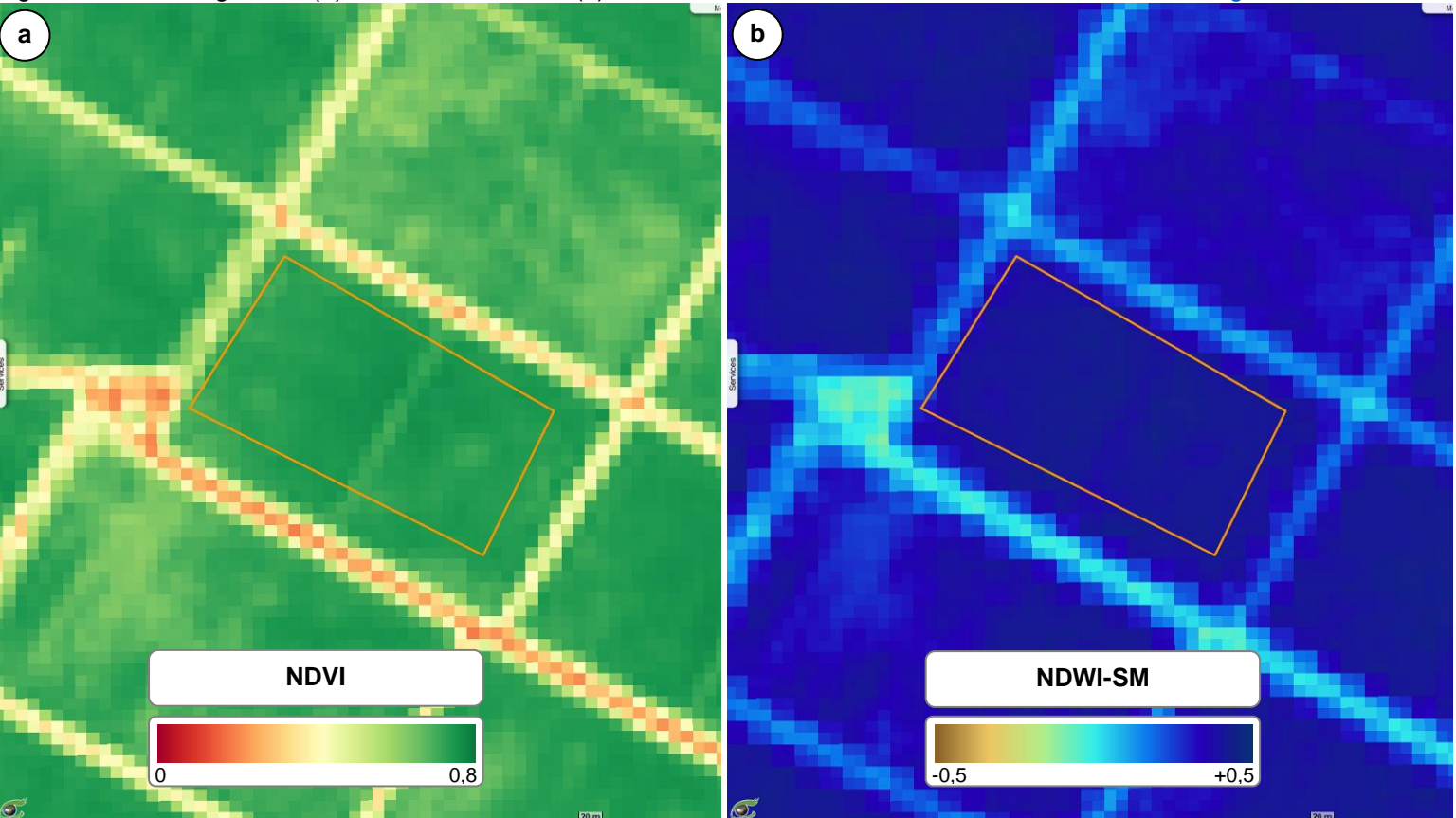


Fig.7 montre les précipitations calculées sur cette parcelle entre 2018 et 2022. Cette figure illustre les 2 saisons du Sénégal : la saison sèche de novembre à juin, et la saison des pluies de juillet à novembre.

L'indicateur de végétation (Fig.9a) montre une période de croissance d'avril à mai avec une récolte en juin.

La dynamique de l'indice de végétation suit étroitement celle de l'humidité du sol (Fig.8). La non-concordance entre les précipitations et l'humidité du sol suggère que cette parcelle est irriguée. L'indicateur de végétation correspond au cycle phénologique du riz (à vérifier) tel que laisse supposer le calendrier culturel (Fig.9b). Cette culture est caractérisée par une période de semis débutant en janvier, une période de croissance entre avril et juin et une période de récolte entre mai et juillet pour la première saison de pluie (saison A). Le faible NDVI pendant l'année 2022 suggère un rendement moindre par rapport aux autres années.

Suivi de l'agriculture Analyse des séries temporelles

Fig.7: Séries temporelles entre 2018 et 2022 des précipitations mensuelles sur la parcelle en vue saisonnière.

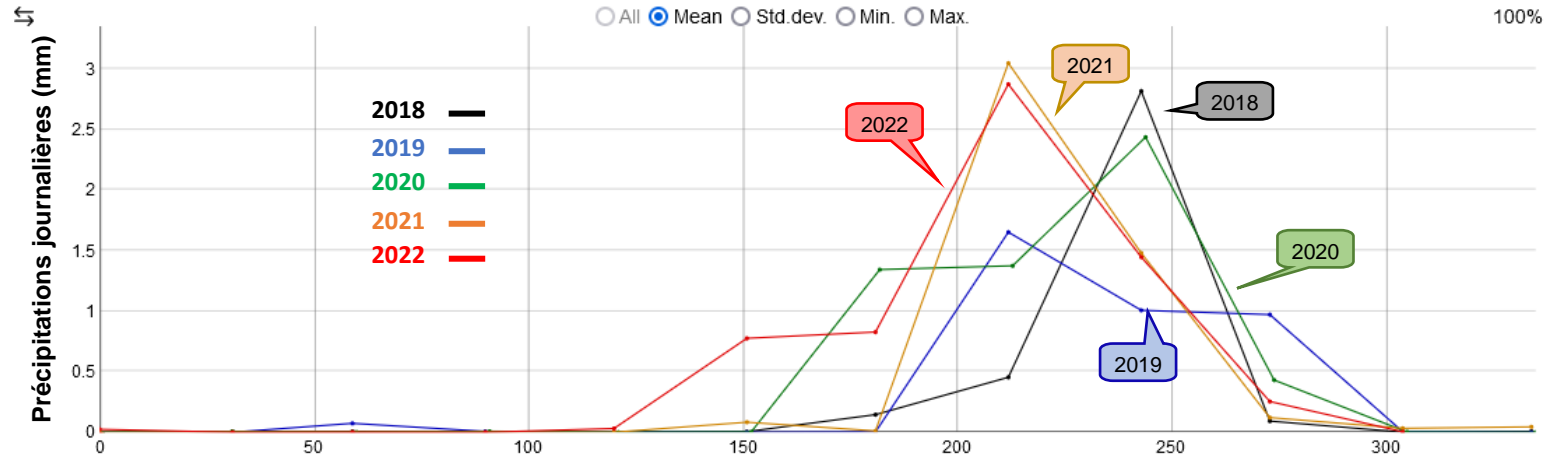


Fig.8: Séries temporelles entre 2018 et 2022 de l'indice d'humidité du sol (NDWI-SM) en vue saisonnière.

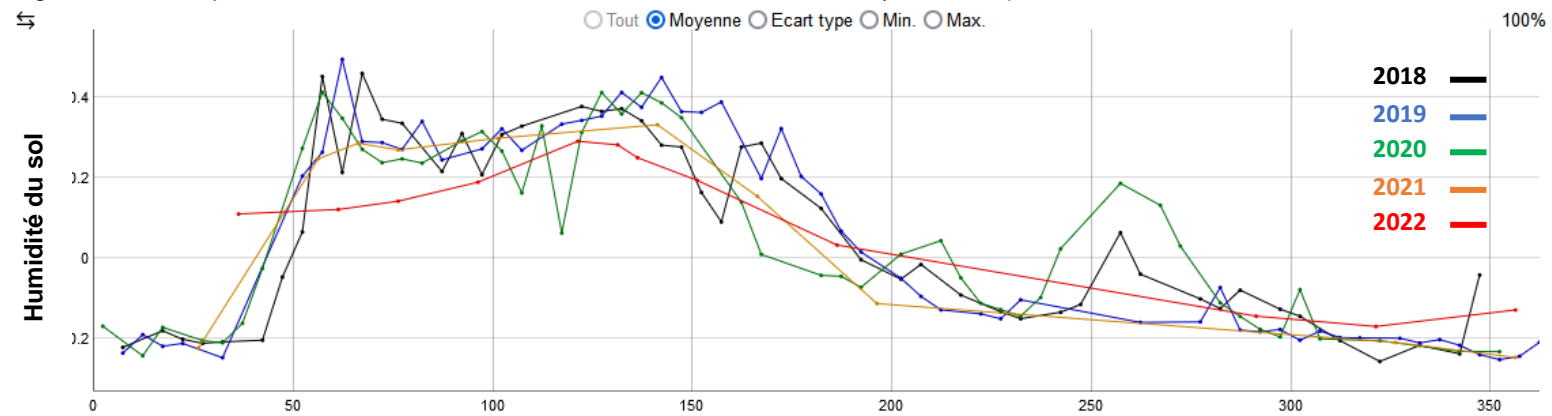
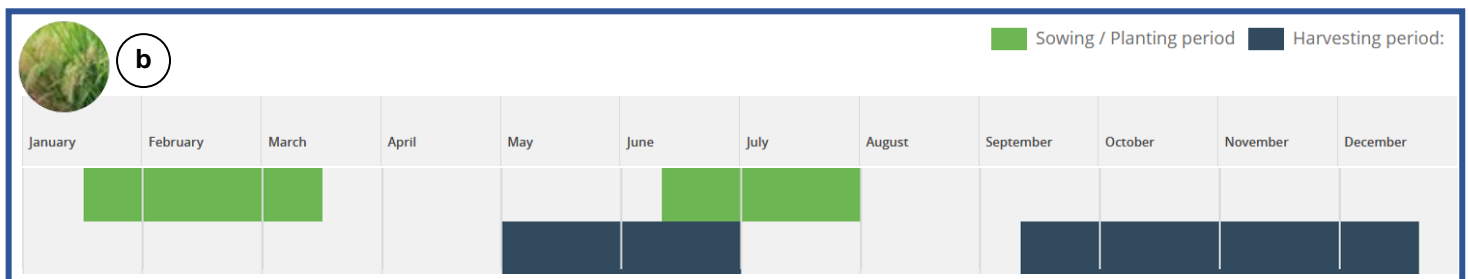
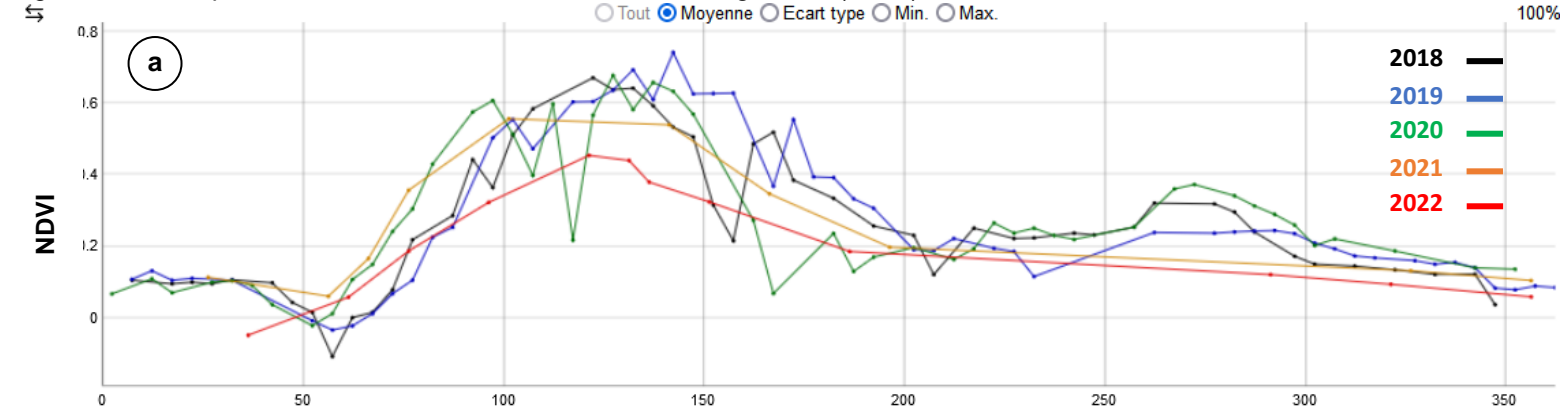


Fig.9: Séries temporelles entre 2018 et 2022 de l'indice de végétation (NDVI) en vue saisonnière.



Le Sénégal est un pays sujet à des risques naturels, notamment les inondations qui, chaque année, pèsent sur les communautés les plus vulnérables et ont des conséquences néfastes en termes de pertes économiques et de vies humaines.

VisioTerra a mis en place des indicateurs d'inondations calculés à partir des données radar Sentinel-1 en utilisant des méthodes de *Machine Learning* basées sur un grand nombre de parcelles d'apprentissage. Cette méthodologie consiste en deux étapes :

1. Séparer la classe « Eau » des autres classes d'occupation du sol (sols nus, végétation basse, végétation haute, savane, bâti...) détectables à partir des données radar Sentinel-1.
2. Détecter la classe de changement « Inondation » qui correspond aux zones qui ne sont habituellement pas couvertes en eau mais qui ont été envahies par de l'eau à un moment donné suite à des précipitations. La récurrence des inondations mesure la probabilité d'inondation.

Le produit final est une **cartographie des risques d'inondation**. Les figures ci-dessous montrent un exemple d'inondations survenues à l'est de Dakar le 04.09.2022. Les images radar de Sentinel-1 sont acquises tous les 12 jours (cas d'un seul satellite) ou tous les 6 jours (cas de la constellation des deux satellites Sentinel-1). Le signal radar traversant les nuages, la régularité de ces observations est garantie. Pour chaque nouvelle image (Fig.11), on calcule la différence entre les pixels classés comme « eau » avec ceux de l'image précédente (Fig.10). Cette différence produit une occurrence supplémentaire de la classe « inondation » (Fig.12).

Risque d'inondations

Lac Rose

Sentinel-1

Les inondations dans cette zone sont dues à la situation géographique et à la topographie de la région (Fig.13).

[vue 2D](#)

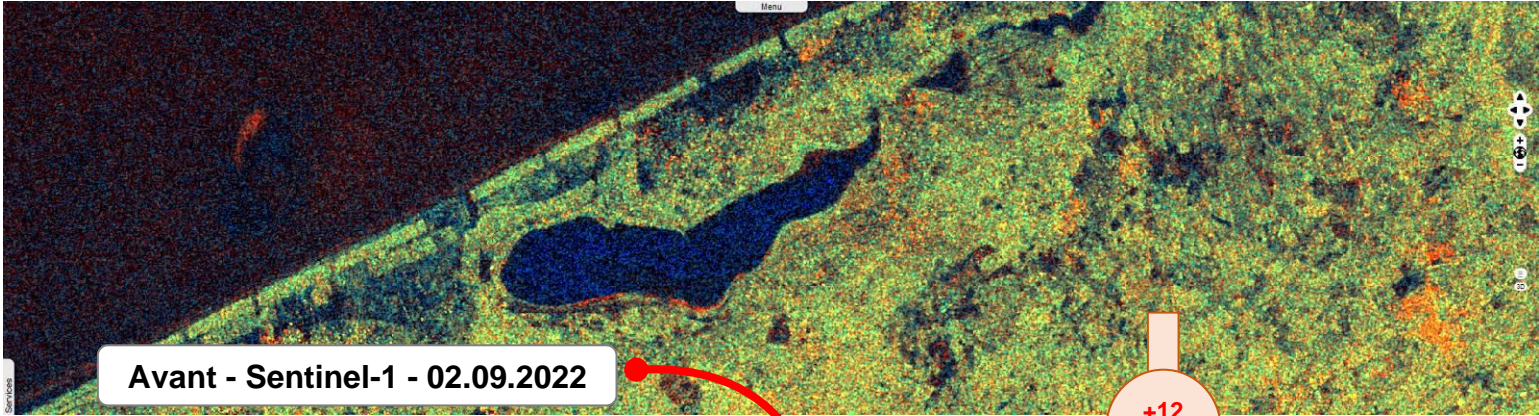


Fig.10: Image Sentinel-1 acquise avant des inondations survenues le 4 septembre 2022 à Dakar.

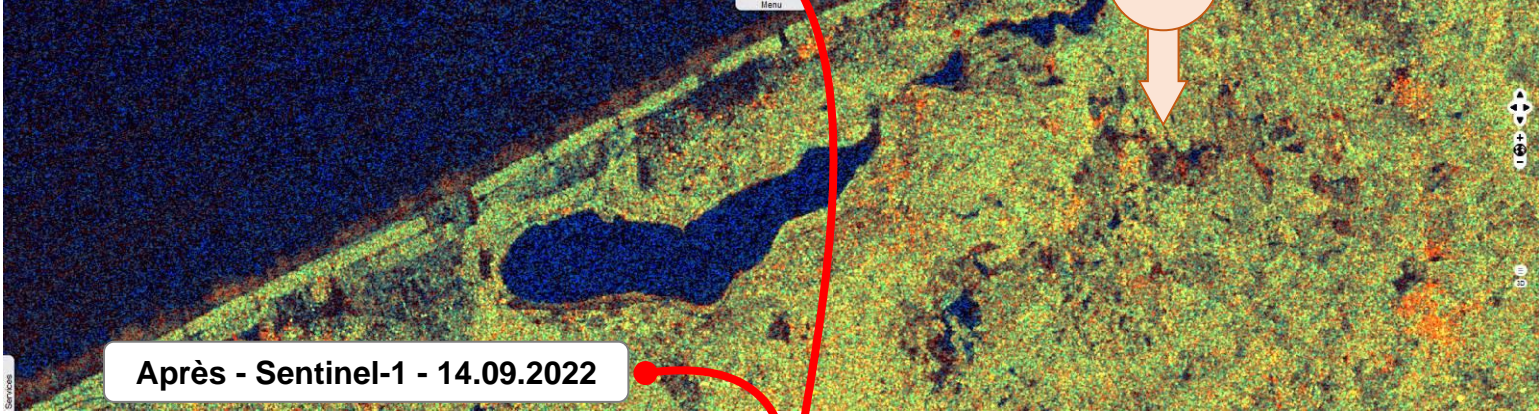


Fig.11: Image Sentinel-1 acquise après les inondations.

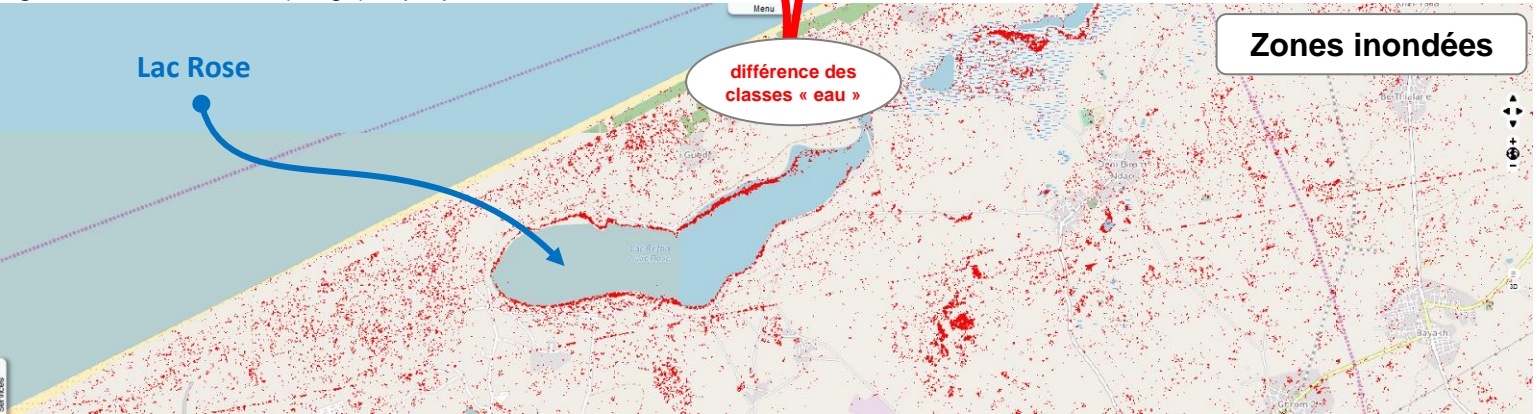
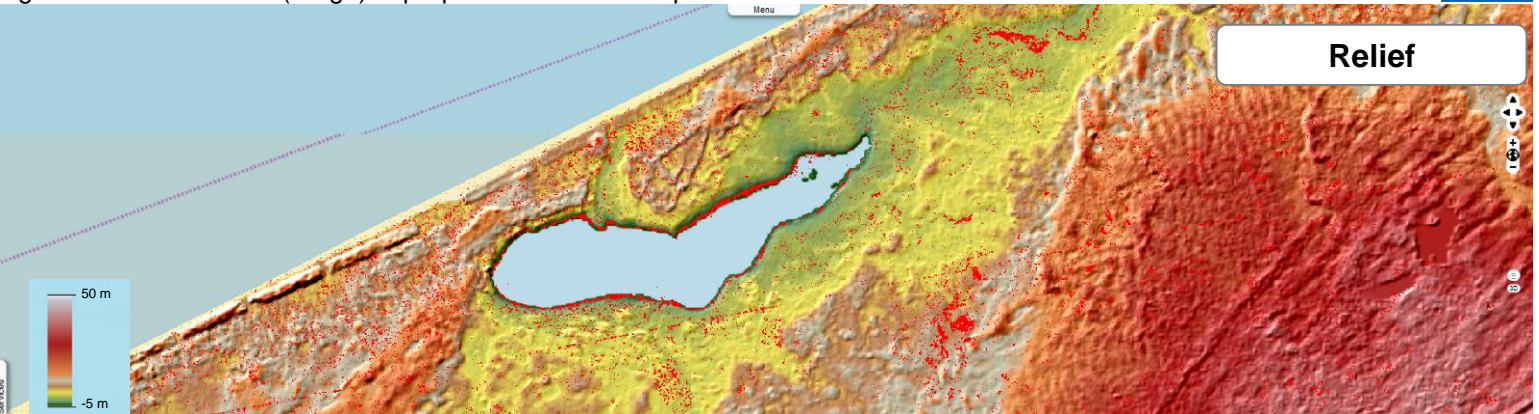


Fig.12: Zones inondées (rouge) superposées à un fond OSM.



En plus du suivi de l'agriculture et de certains risques naturels tel que les inondations, VisioTerra propose aussi des géoservices permettant la détection, le suivi et la visualisation interactive d'indicateurs d'aires brûlées et de feux actifs.

Fig.14a 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.14a) a été acquise en saison sèche le 20 février 2022. Les aires brûlées survenues au sud-est du Sénégal sont détectées automatiquement et sont restituées en rouge (Fig.14b).

Fig.15 montre un autre exemple d'aires brûlées détectées automatiquement dans la région de Matam en 23 mars 2023.

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* ».

Aires brûlées

Ouest du Sénégal

Fig.14: Image Sentinel-2B (a) et les aires brûlées détectées automatiquement (b) dans la région de Kédougou. [animation](#)

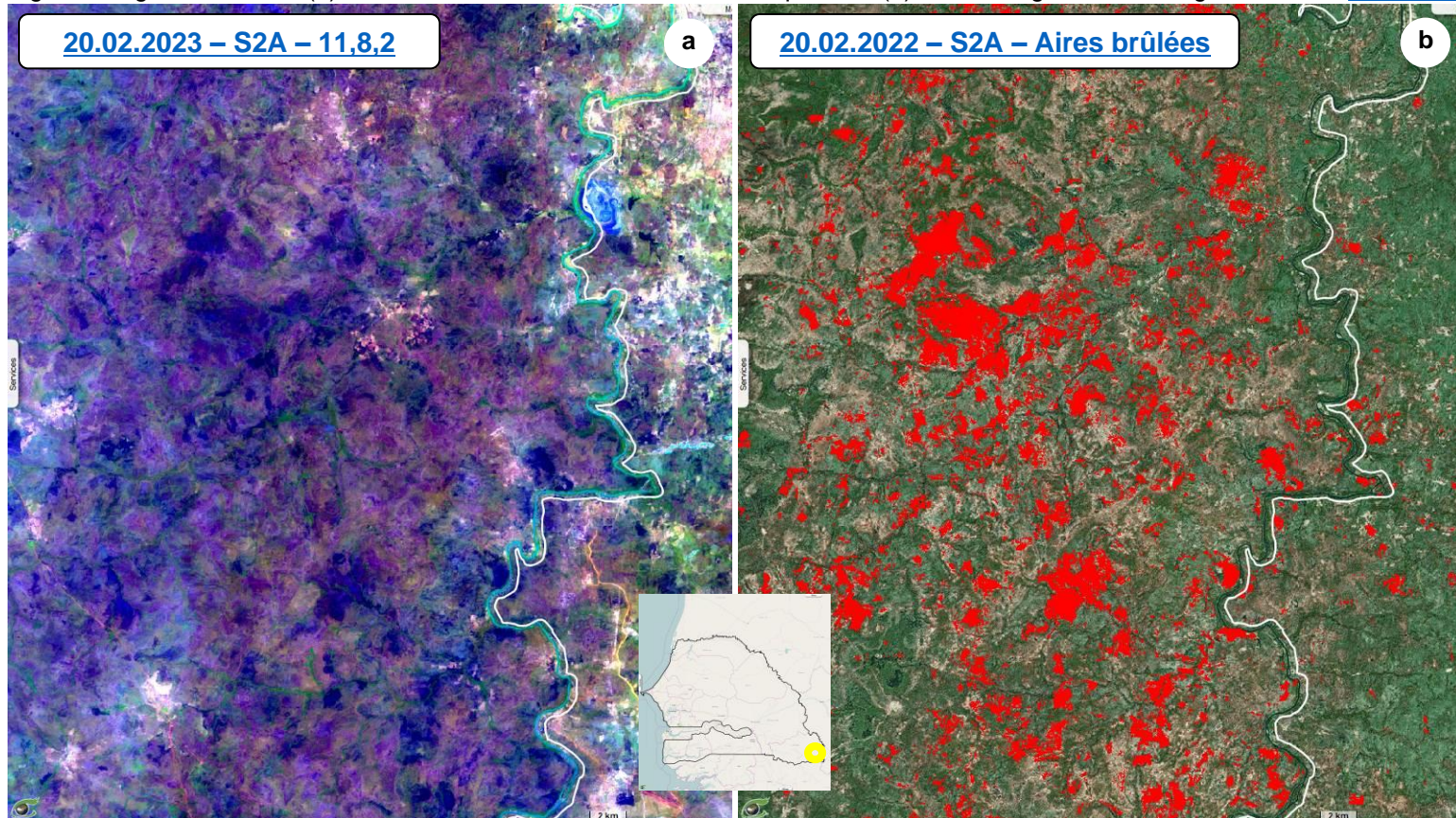


Fig.15: Image Sentinel-2B (a) et les aires brûlées détectées automatiquement (b) dans la région de Matam. [animation](#)

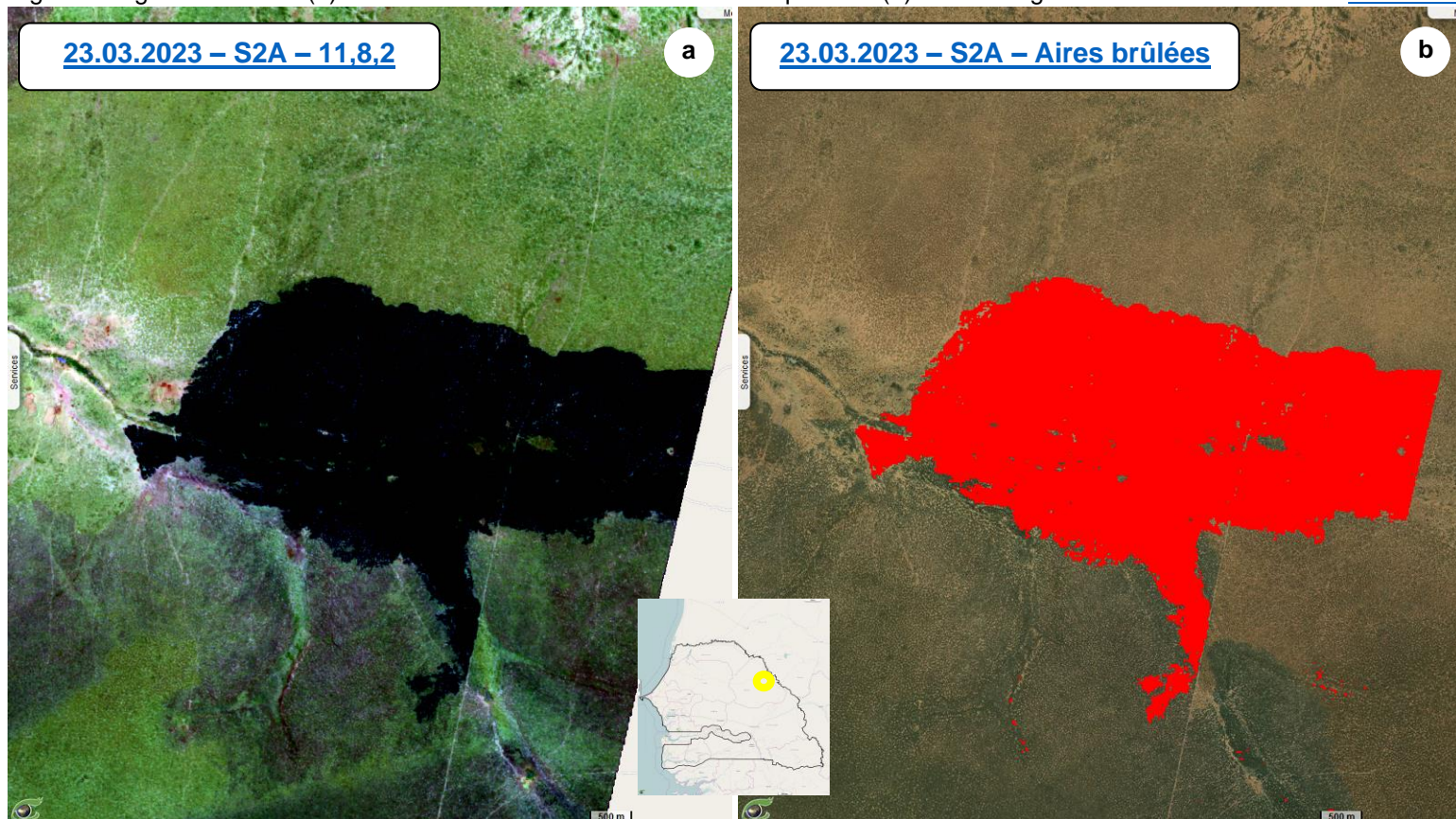


Fig.16a montre une image Sentinel-2 acquise le 20 février 2023 en composition colorée 12,11,2. La composition colorée montre des fronts de feux actifs. Fig.16b illustre le résultat des feux actifs détectés automatiquement pour la même date, restituées en rouge.

Fig.17 montre un deuxième exemple de fronts de feux actifs détectés à la même date. 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

Région de Matam

Fig.16: Image Sentinel-2B acquise le 20.02.2023 (a) et les feux actifs détectés automatiquement (b).

[animation](#)

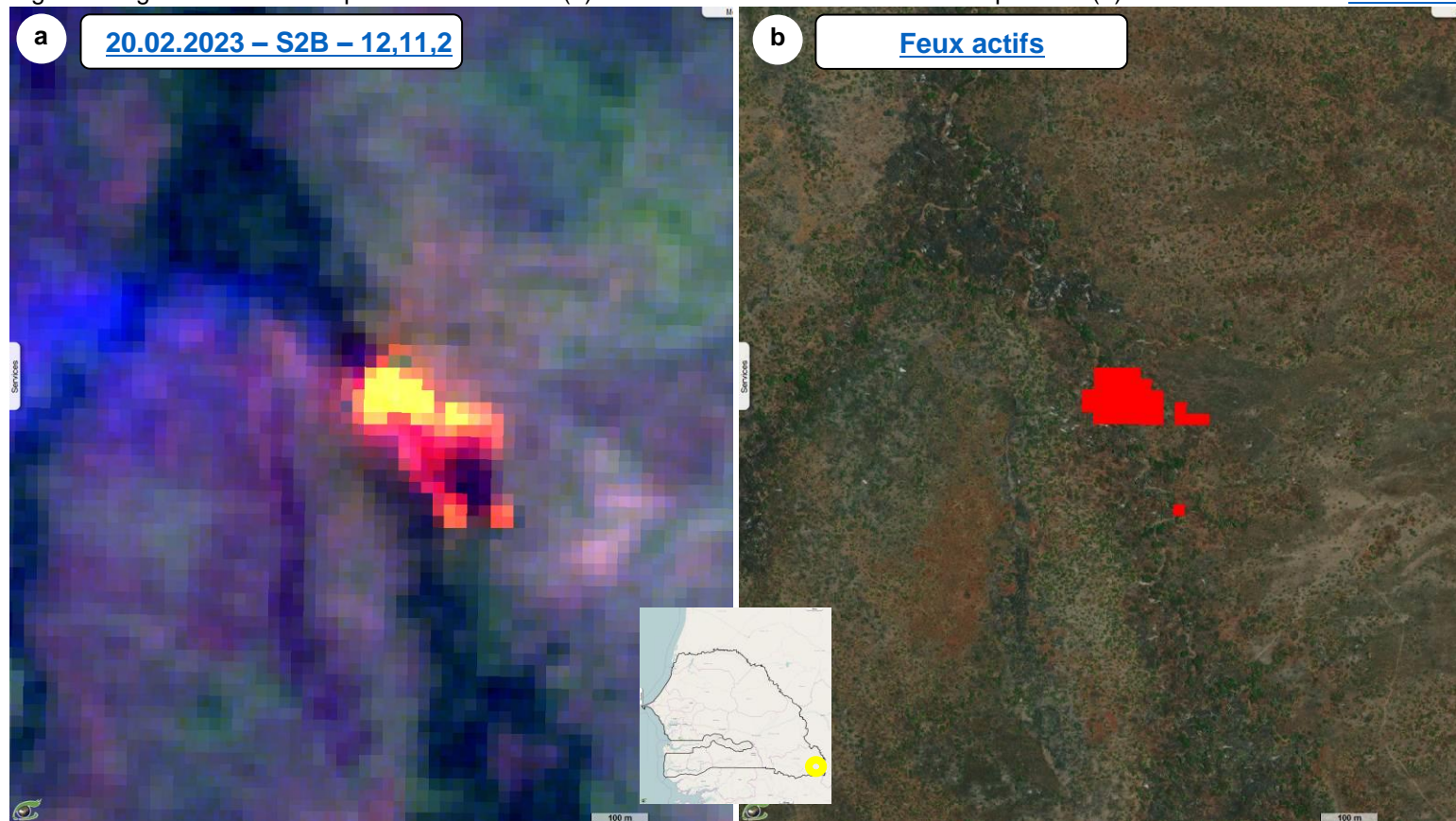
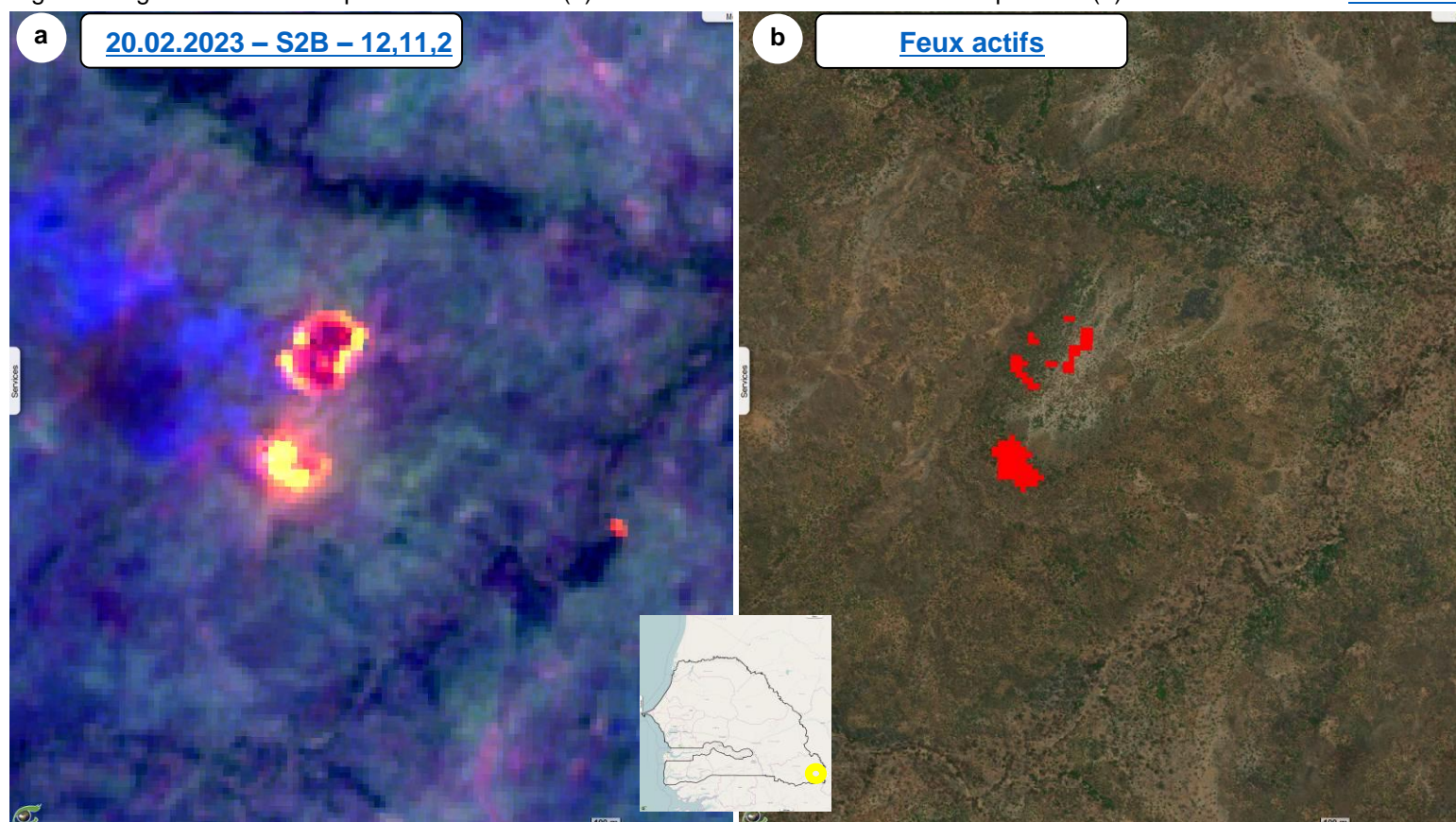


Fig.17: Image Sentinel-2B acquise le 20.02.2023 (a) et les feux actifs détectés automatiquement (b).

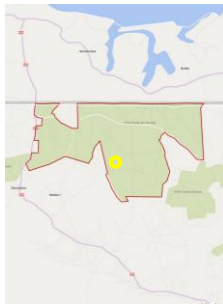
[animation](#)



[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 dégradation de la forêt détectés par FLEGT Watch dans la forêt classée des Narangs.

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 changement du couvert forestier détecté automatiquement dans l'image radar (en haut et à droite).

Dans l'image radar (Fig.18), on constate une dégradation de la forêt. L'analyse de l'image optique [Sentinel-2](#) (Fig.19) confirme cette dégradation.



Déforestation au Sénégal

FC des Narangs

Event #1472050 - SEN VT01

[2D layer stack](#)

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

Fig.18: Sentinel-1A moyenne 22.01.2021 → 27.02.2021 (a) et 11.03.2021 (b).

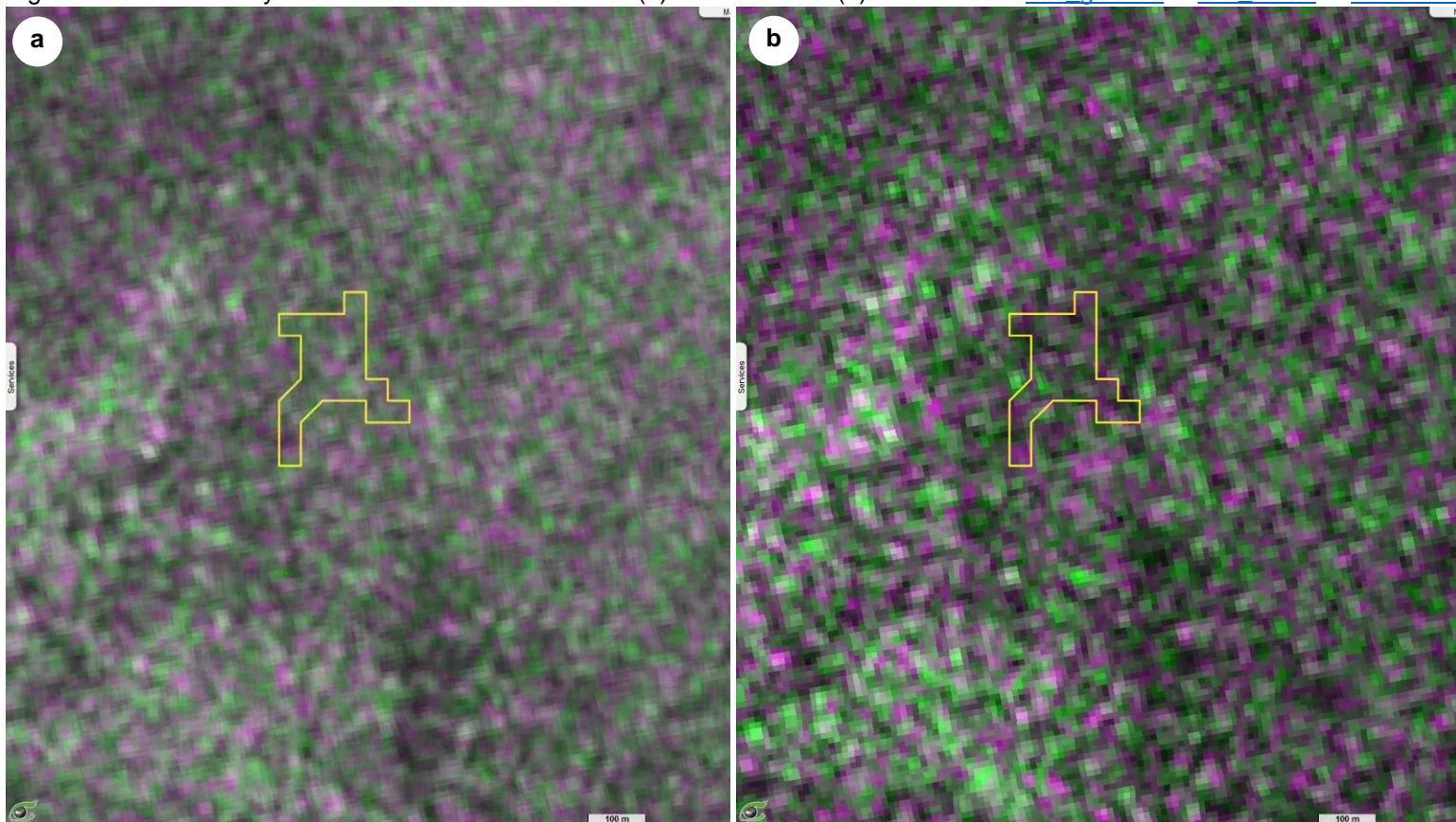
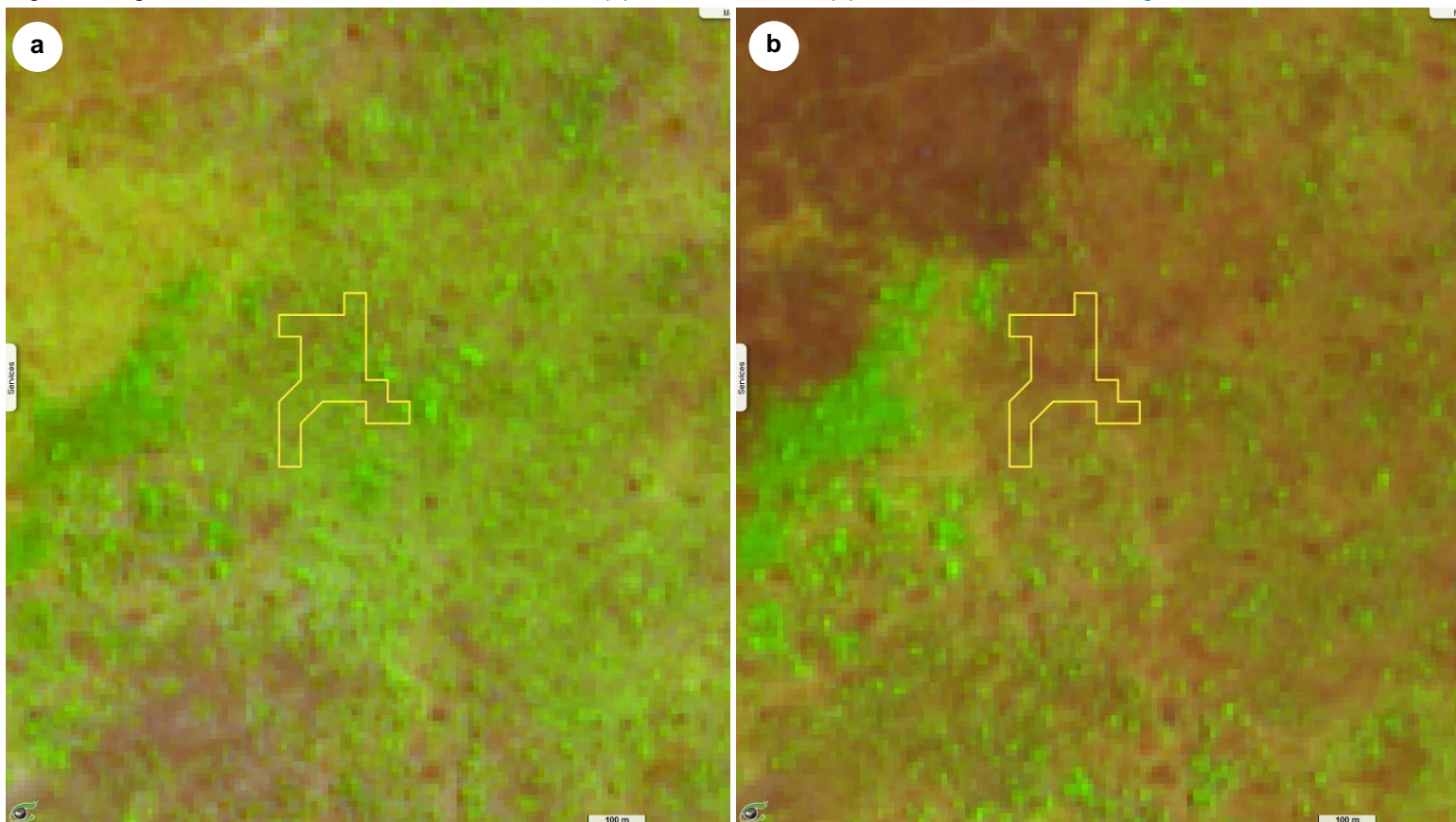


Fig.19: Images Sentinel-2A observées le 22.05.2020 (a) et le 17.04.2021 (b).

[vue gauche](#) [vue droite](#) [anim.](#)



Comme le montre la Fig.20, le système FLEGT Watch a détecté une autre dégradation de la forêt entre le 27 février et le 11 mars 2021. Cette dégradation survient dans la partie sud de la forêt classée des Narangs à 500 mètres au nord-ouest d'un village se trouvant lui-même à l'intérieur de la forêt classée.

L'analyse de l'image optique Sentinel-2 (Fig.21) confirme que les reliquats de forêt observés en Fig.21a ne sont plus présents en Fig.21b.

On notera que cette forêt était déjà dégradée (texture de forêt ouverte) avant la survenue de l'évènement.



Déforestation au Sénégal

FC des Narangs

Event #1472074 - SEN VT01

[2D layer stack](#)

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

Fig.20: Sentinel-1A moyenne 22.01.2021 → 27.02.2021 (a) et 11.03.2021 (b).

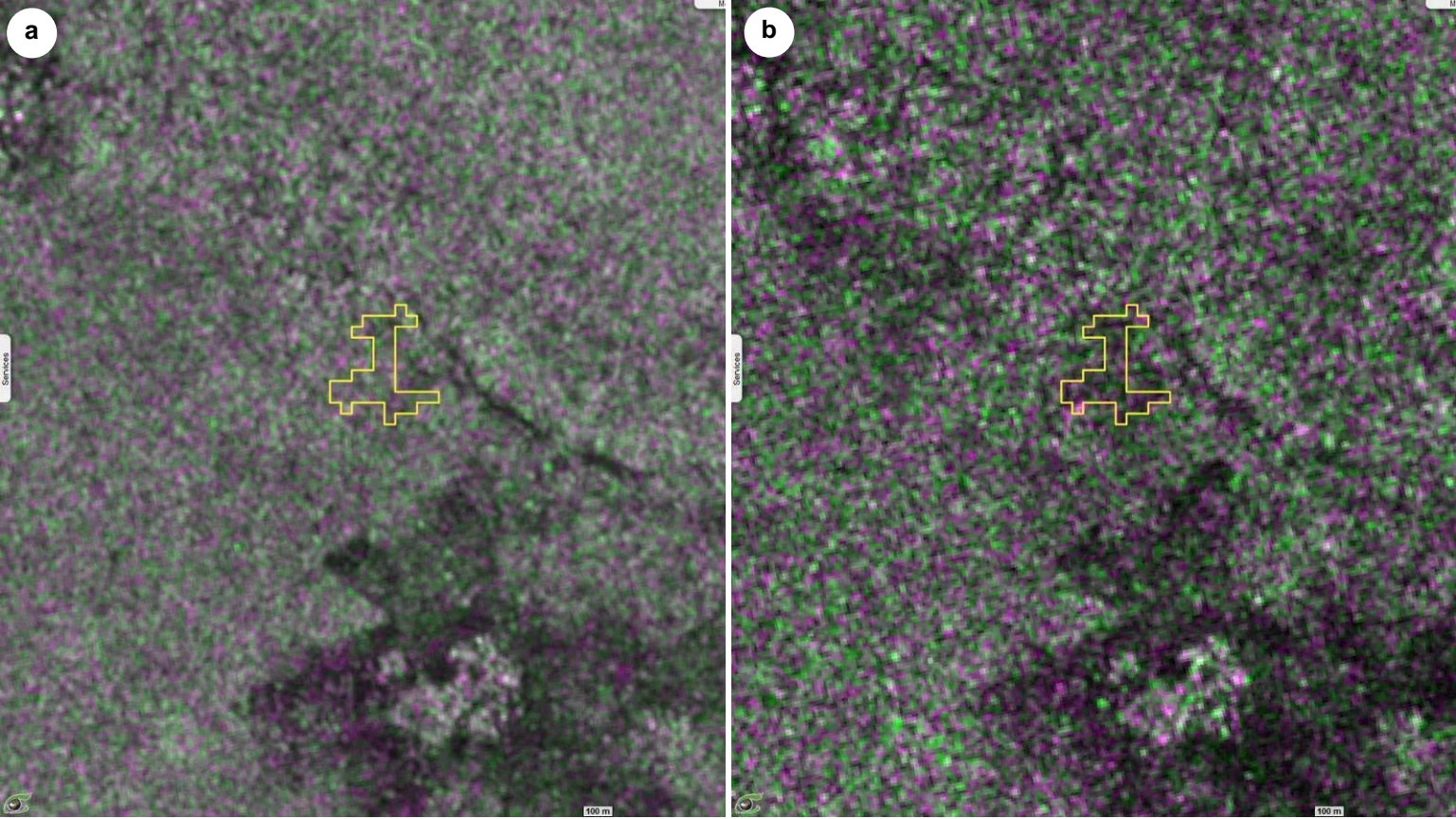
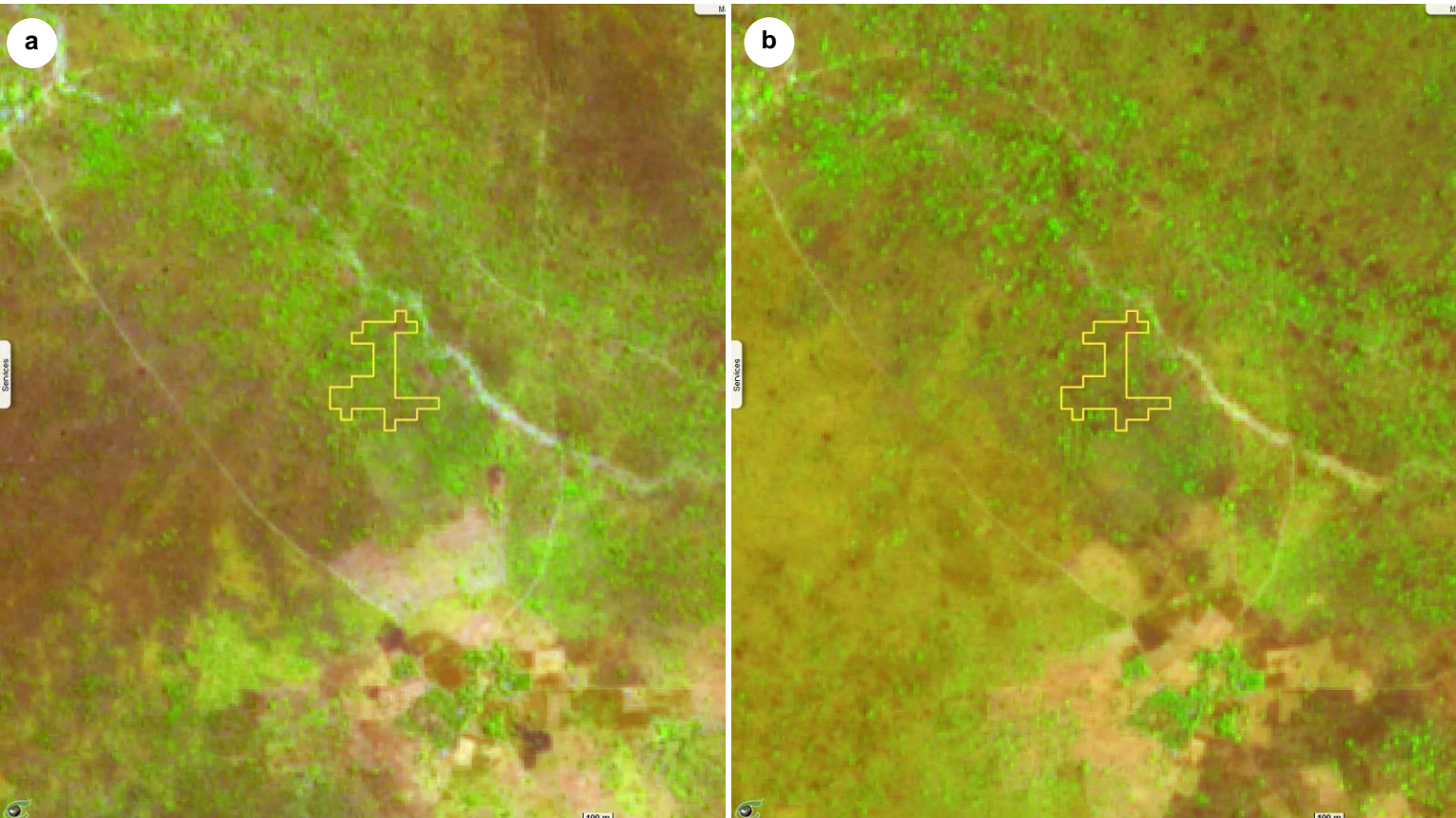


Fig.21: Images Sentinel-2A observées le 22.05.2020 (a) et le 17.04.2021 (b).

[vue_gauche](#) [vue_droite](#) [anim.](#)



Suite aux sécheresses qui se succèdent depuis les années 1960, la déforestation et le surpâturage, l'Union africaine a décidé en 2007 de mettre en place le projet de la Grande Muraille verte. Il s'agit d'un projet qui a pour objectif de restaurer les écosystèmes sahéliens menacés par les changements climatiques et la désertification et lutter contre l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Cette bande de reboisement (polygone orange dans Fig.22a), initialement large de 15 km et présentement étendue à près de 500 km et longue de 7 800 km, traverse le continent d'est en ouest, passant par onze pays (Burkina Faso, Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Mali, Mauritanie, Niger, Nigeria, Sénégal, Soudan et Tchad). Ce programme est mis en œuvre par l'OSS et par l'AFPMV.

Cette section montre l'évolution de la végétalisation au Sénégal dans des sites de restauration et reboisement appelés « parcelles de reboisement » et « jardins polyvalents » entre 2015 et 2022 en utilisant les images Sentinel-2 (optique Haute Résolution ou HR).

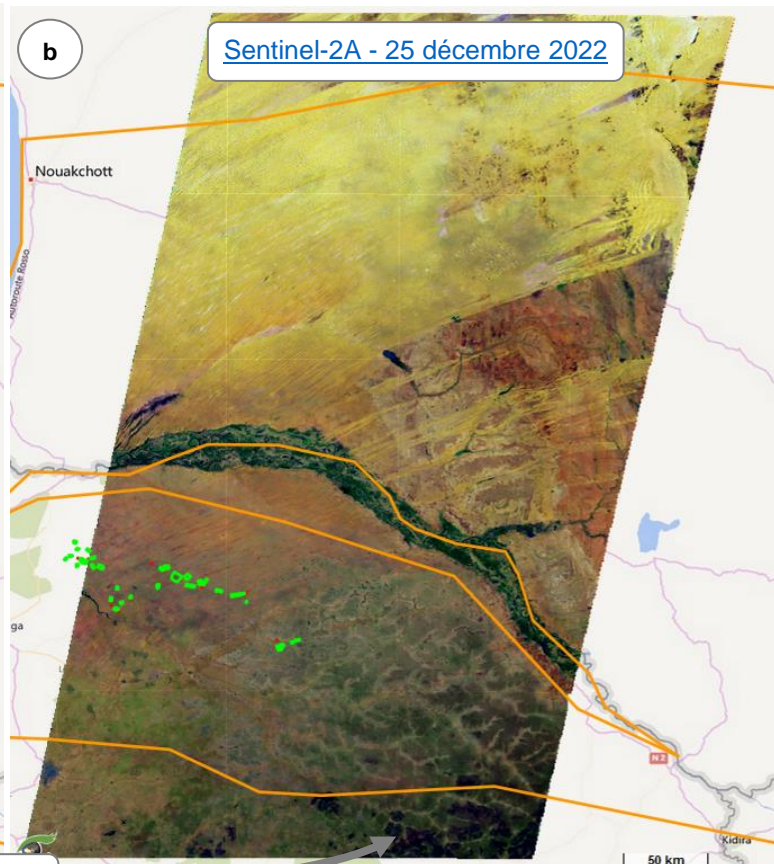
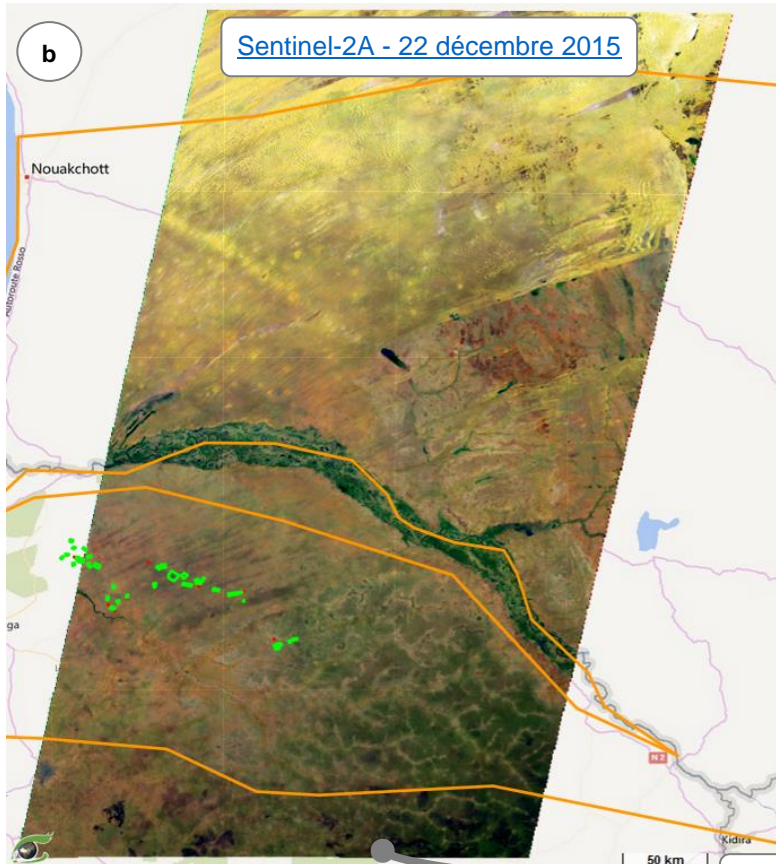
La photointerprétation est basée sur une technique innovante réalisant la différence entre les images acquises en 2022 (Fig.22c) et celles acquises 2015 (Fig.22b). Cette différence est calculée par un index de différence normalisée (NDI) et photo interprétée dans ce qui suit.

La Grande Muraille Verte vue par Sentinel-2

[2D layer stack](#)

[vue 2D](#)

Fig.22: Position de la grande muraille verte (a) avec images Sentinel-2 acquises en 2015 (b) et en 2022 (c).



+ 7 ans

Fig.23 montre l'évolution de la végétation dans le jardin polyvalent de Widou. Ce jardin se situe dans l'arrondissement de Yang-Yang.

Fig.23a est une vue à Très Haute Résolution (THR) de cette zone. Fig.23c et Fig.23d sont des compositions colorées 11,8,2 des scènes Sentinel-2 observées à la même période (22 et 25 décembre) à 7 années d'intervalle (2015 et 2022). La revégétalisation produit un regain d'activité chlorophyllienne à laquelle est sensible la bande 8 (proche-infrarouge) de l'instrument MSI de Sentinel-2. Cette bande est affectée au plan vert dans la composition colorée 11,8,2 (RVB).

Fig.23b réhausse en vert les zones de revégétalisation.



La Grande Muraille Verte

Exemple de jardin polyvalent

Widou

[animation_2D](#)

Fig.23: Vue THR (a) et différence (b) entre Sentinel-2 de 2022 (d) et 2015 (c).

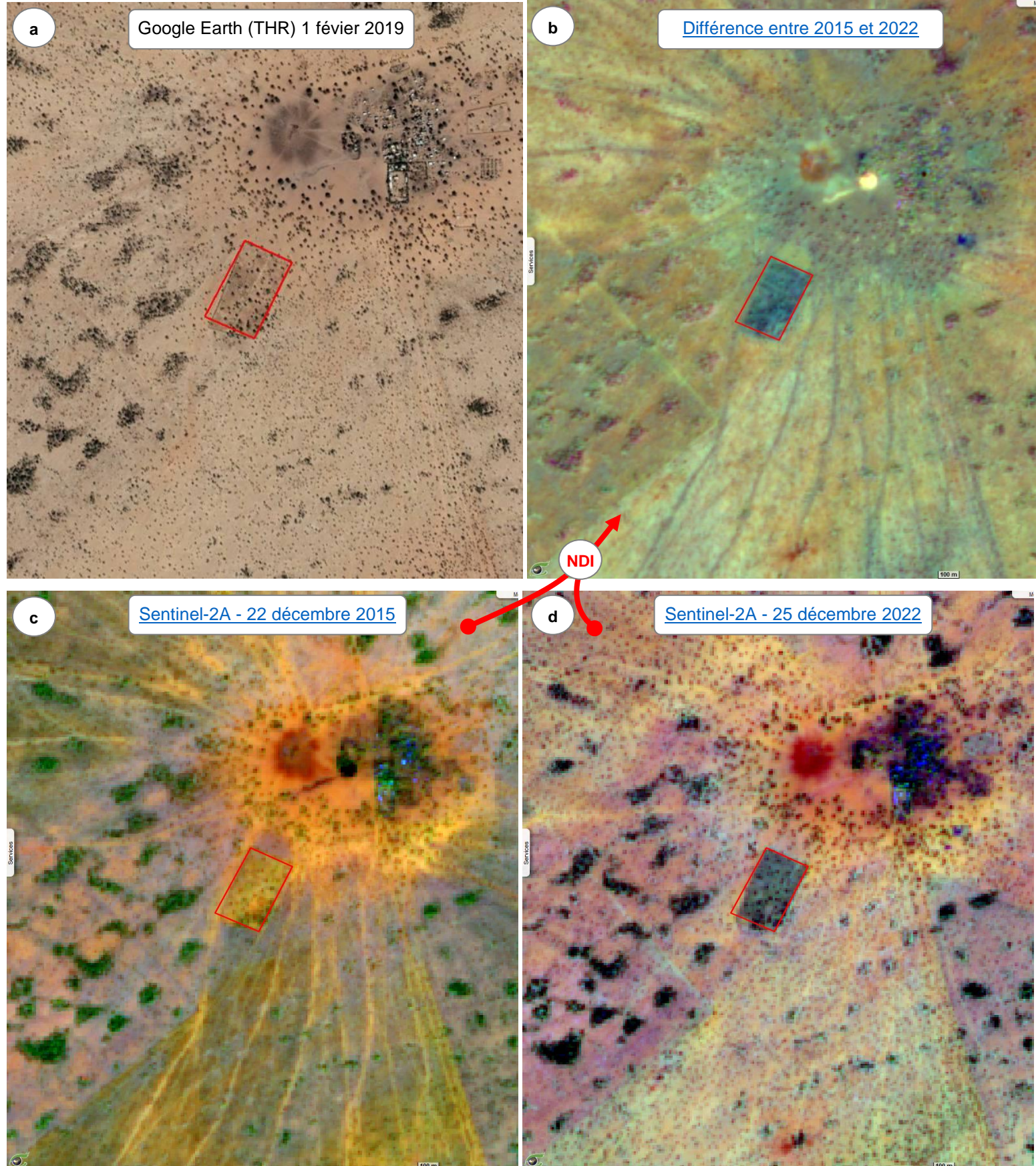


Fig.24 montre l'évolution de la végétation dans les deux parcelles de reboisement de Koyli-Alpha. Ce site de reboisement se situe dans la réserve naturelle communautaire de Koyli-Alpha dans la commune de Mboula.

Dans cette réserve, la [FAO](#) estime que « 7876 hectares de terres dégradées ont été restaurées sur la durée du projet à travers des techniques de préparation manuelles et mécanisées du sol et que 20 tortues terrestres et 11 antilopes sahélo-sahariennes ont été réintroduites dans la réserve ».

Dans l'image de différence Fig.24b, on constate un léger regain de végétation dans la parcelle A à l'ouest et un abandon de la parcelle B à l'est. On note que les chemins à l'intérieur de la parcelle A ont disparu.



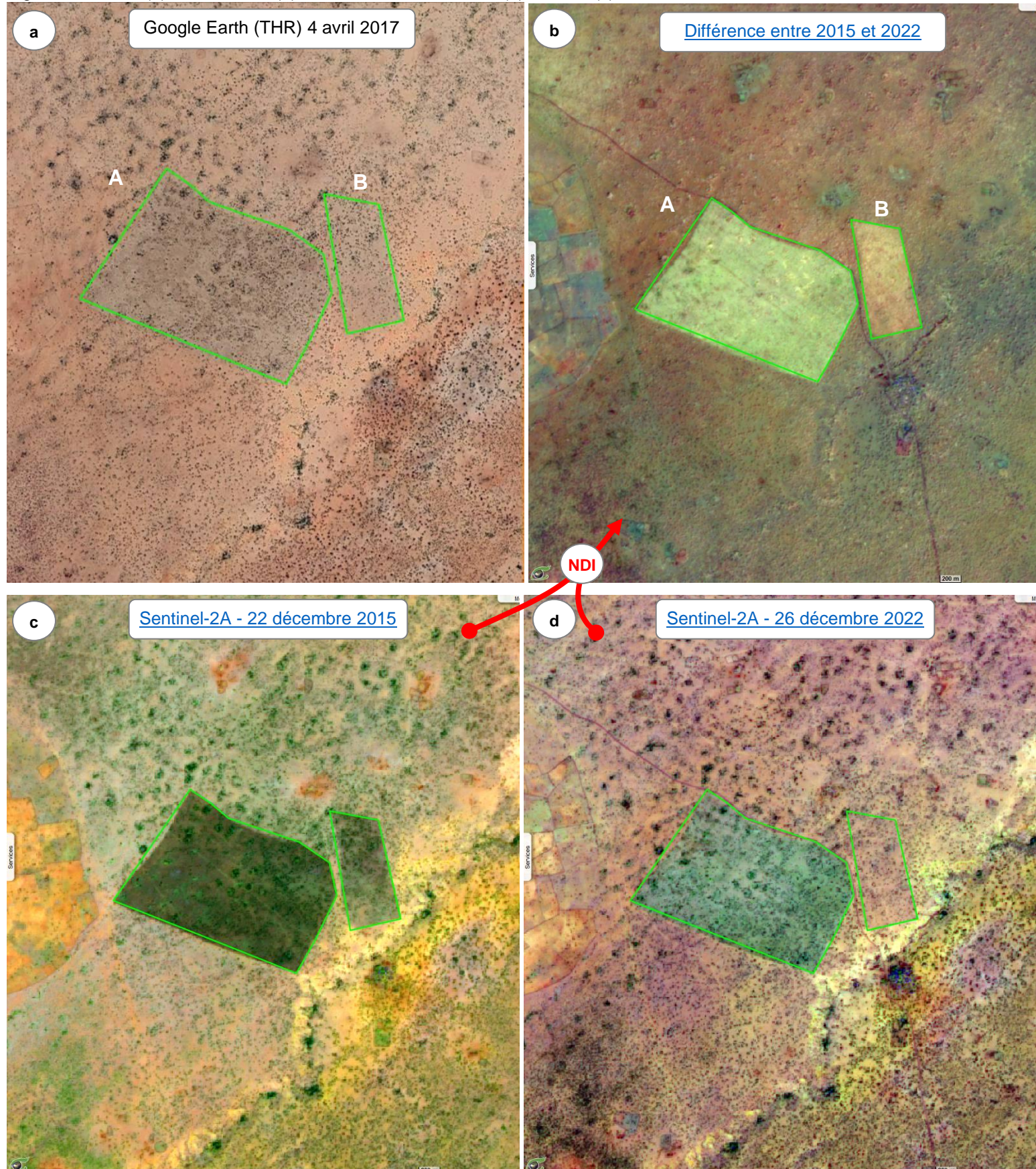
La Grande Muraille Verte

Exemple de Parcelle de reboisement

Koyli-Alpha

[animation_2D](#)

Fig.24: Vue THR (a) et différence (b) entre Sentinel-2 de 2022 (d) et 2015 (c).



Les satellites radar Sentinel-1 du programme Copernicus permettent d'observer les nappes d'hydrocarbures dans la **Zone d'Exclusion Economique (ZEE) du Sénégal**. Le satellite S1A observe la totalité de la zone en 12 jours selon deux segments d'acquisition.

Les films d'huile lissent la surface de la mer en empêchant la rétrodiffusion du signal qu'aurait causé les vaguelettes. Les nappes d'huile apparaissent ainsi en noir. Cependant, d'autres objets peuvent aussi apparaître en noir lorsque le vent est très faible ou d'autres substances telles que les huiles biogéniques elles aussi lissent la surface de l'eau.

Dans les images de la Fig.25, on observe trois types de pollution des nappes d'hydrocarbures : -les nappes issues des **fuites des plateformes pétrolières** (illustrées en bleu), -les **trainées de déballastage / vidange de fond de cale** relâchées par les tankers (illustrée en rouge) et -les **nappes d'huile d'origine naturelle** (illustrées en vert).

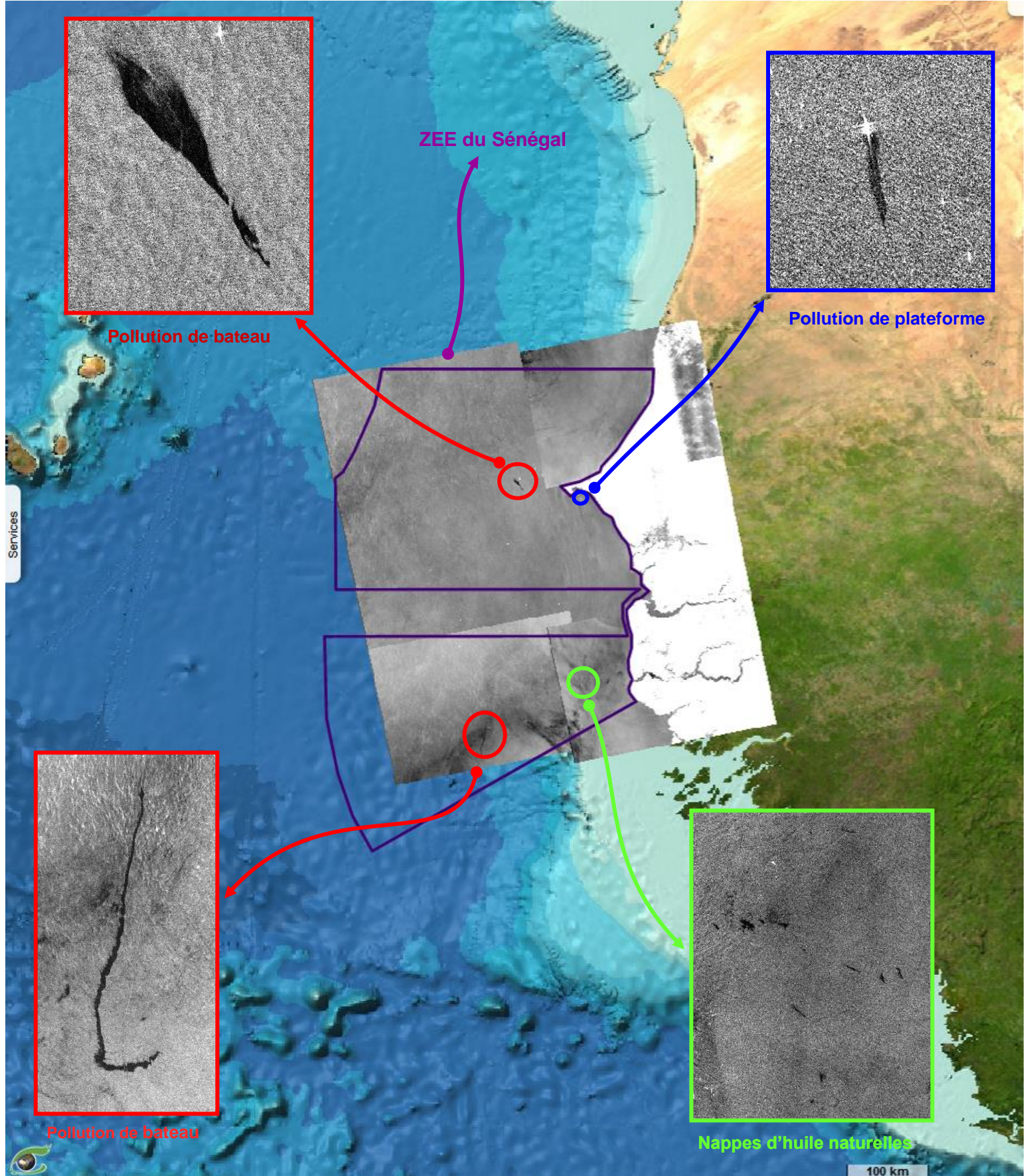
La méthodologie de détection est décrite dans l'article scientifique édité par Najoui & al (VisioTerra) : <https://essd.copernicus.org/articles/14/4569/2022/essd-14-4569-2022.pdf>.

Pollution marine détectée par Sentinel-1

[2D layer stack](#)

[vue 2D](#)

Fig.25: La ZEE du Sénégal avec images Sentinel-1 acquises en 2021 montrant des nappes d'hydrocarbures.



Les satellites de la série [Sentinel-1](#) sont dotés de l'instrument [C-SAR](#) (*C-band Synthetic Aperture Radar*). Deux satellites sont opérés à ce jour : -S1A lancé le 3 avril 2014 et -S1B lancé le 22 avril 2016. Ces deux satellites ont un cycle de 12 jours et se suivent à 6 jours.

L'instrument [C-SAR](#) opère en bande C à une fréquence de 5.405 GHz et donc à une longueur d'onde d'environ 5.5 cm qui déterminera la taille des cibles avec lesquelles le signal radar interagit. C-SAR opère selon deux polarisations : -verticale (V) et -horizontale (H). L'émission peut être faite en verticale et reçue en verticale (VV) ou en horizontale (VH). De même l'émission horizontale et la réception horizontale (HH) ou verticale (HV) constitue un mode alternatif d'acquisition. Le mode d'acquisition par défaut est (VV,VH) produisant deux « bandes » dans les produits image.

L'acquisition est opérée selon [trois modes principaux](#) : -IW (*Interferometric Wide-swath*), -EW (*Extra Wide swath*) or -SM (*Stripmap*). Le mode par défaut est IW conduisant à des largeurs de fauchée de 240 km contre 400 km (EW) et 80 km (SM).

L'instrument étant actif, l'acquisition peut opérer aussi bien en orbite descendante (diurne) qu'en orbite montante (nocturne).

Pollution marine en provenance de tankers

Les fig.26 et fig.27 montrent des exemples de pollutions marines en provenance très probable de tankers. Ces nappes sont localisées ou délimitées en rouge.

Fig.26: Sentinel-1A acquise le 15.05.2021 (a) avec un zoom sur une nappe d'huile (b).

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

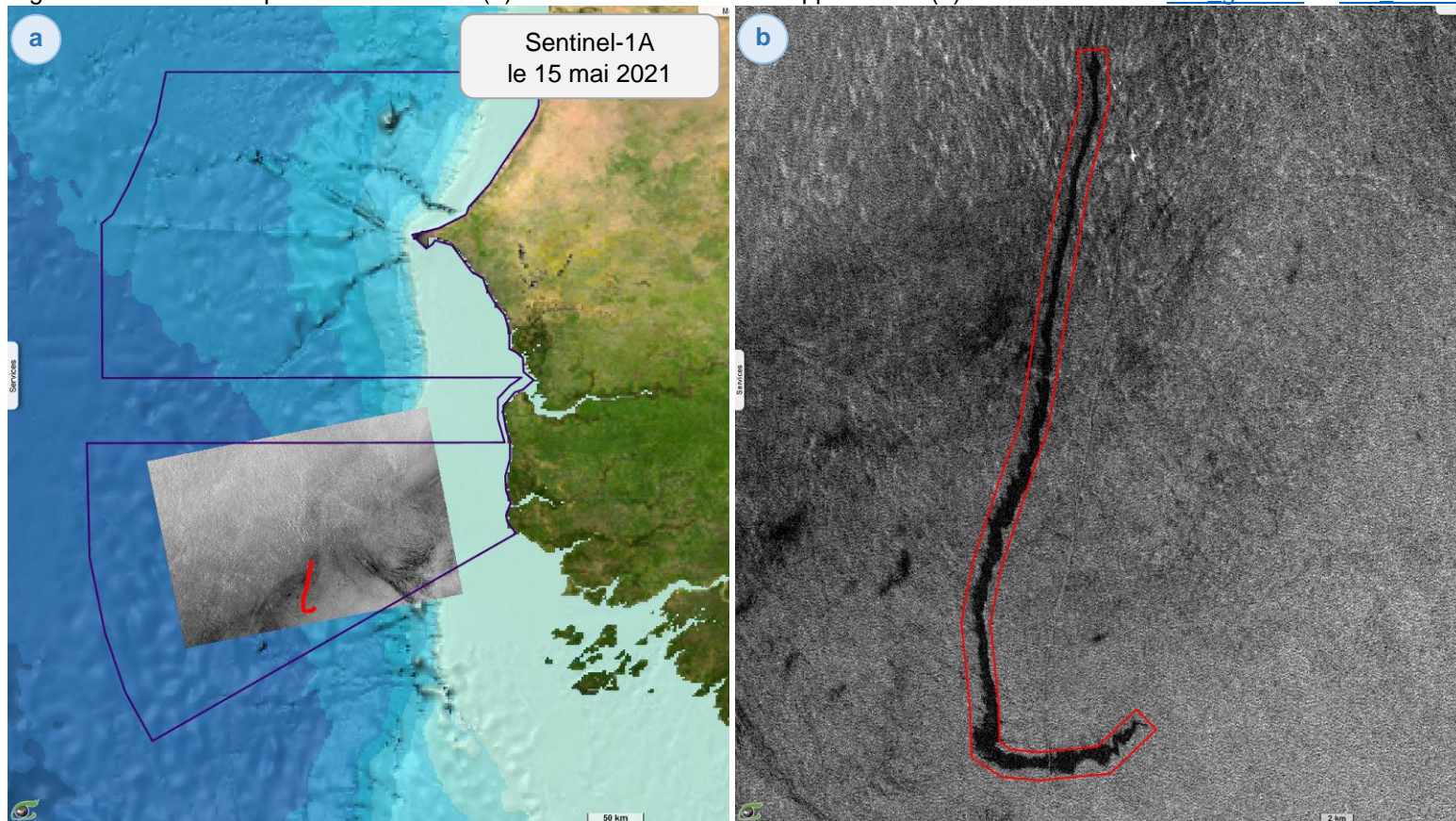
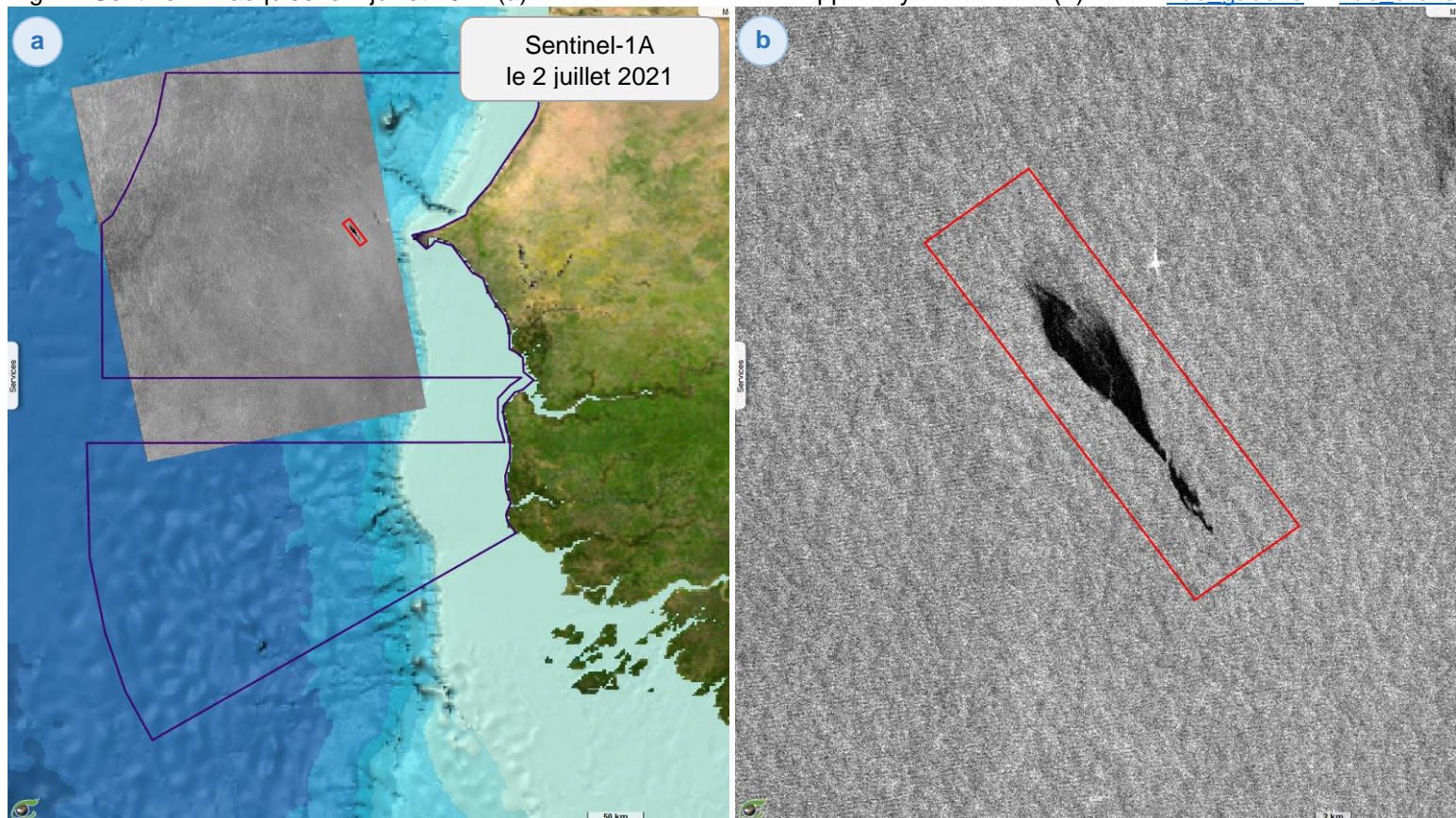


Fig.27: Sentinel-1A acquise le 2 juillet 2021 (a) avec un zoom sur une nappe d'hydrocarbures (b).

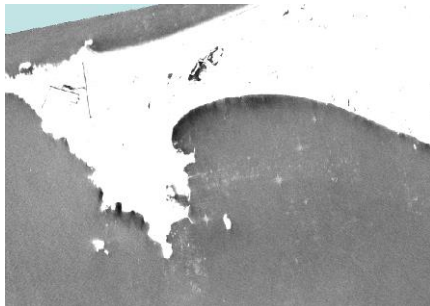
[vue gauche](#) [vue droite](#)



Il est possible de distinguer les pollutions en provenance des plateformes de celles provenant de tankers en utilisant les images radar. En effet, les plateformes pétrolières sont permanentes et donc apparaissent comme des points brillants visibles sur plusieurs images.

Fig.28b montre un exemple de nappes de pétrole (en bleu) en provenance de plateforme pétrolière (cercle cyan).

Fig.29a montre une **moyenne de 28 images Sentinel-1** acquises courant 2021. Les points brillants représentent des plateformes pétrolières.



Pollution marine

en provenance de plateformes pétrolières

La dérive de ces nappes au cours du temps peut être analysée et anticipée en tenant compte des conditions de vent et de courant océanique. Fig.29b montre les vents de surface contemporains à la pollution.

Fig.28: Sentinel-1A acquise le 1 octobre 2021 (a) avec un zoom sur une pollution marine(b).

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

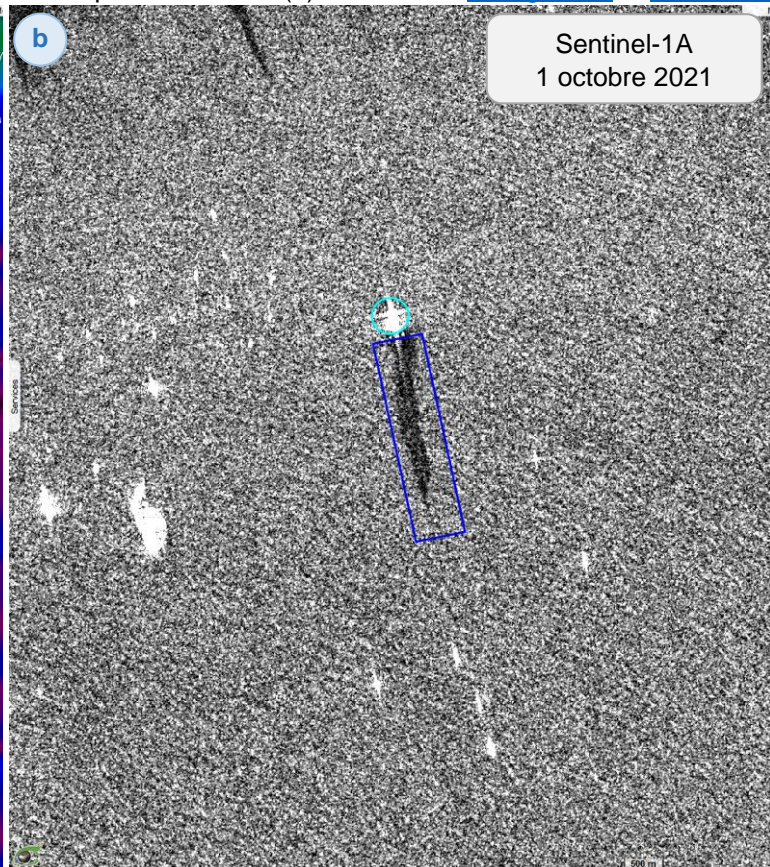
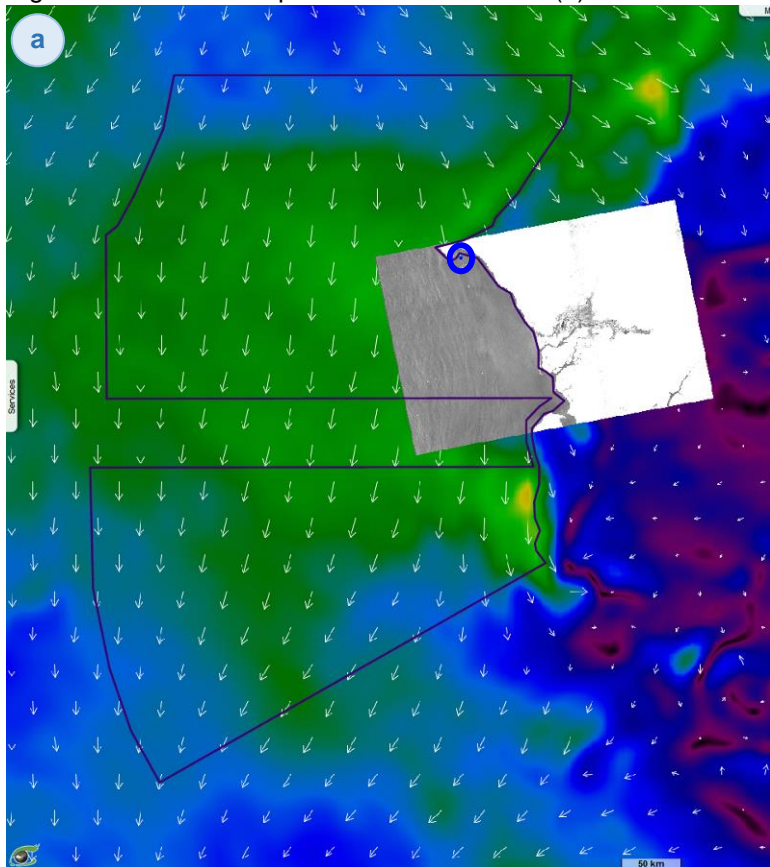
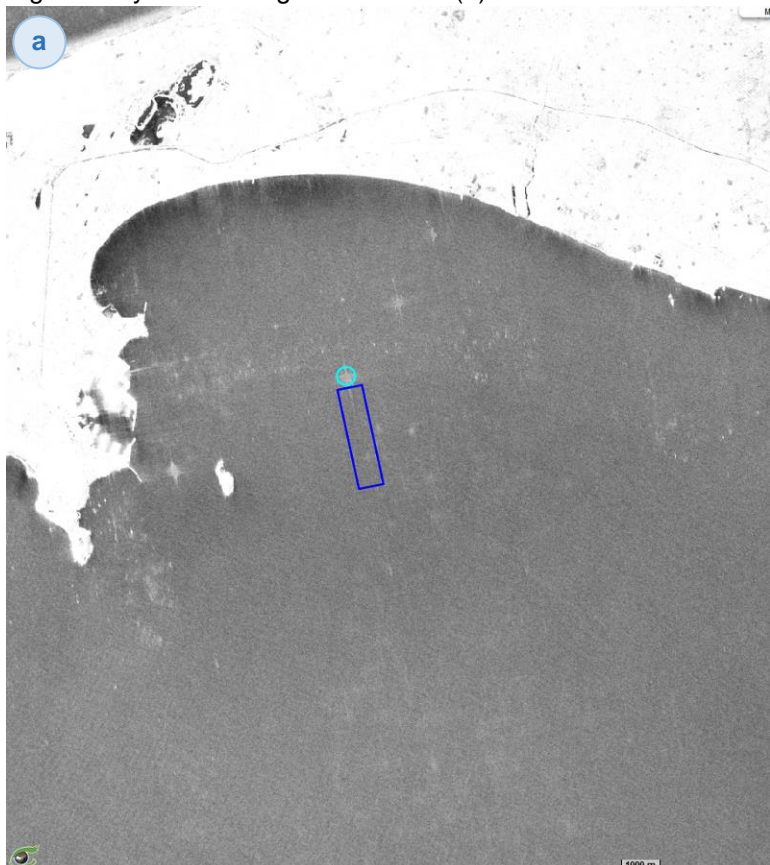


Fig.29: Moyenne d'images Sentinel-1 (a) et modèle ECMWF de vents de surface (b).

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



En plus des nappes d'huile d'origine anthropique, il y a aussi les nappes d'huile d'origine naturelle en provenance de réservoirs pétroliers appelées aussi « oil seeps » ou « oil seepages ».

Fig.30 montre deux nappes d'huile d'origine naturelle (vert).

Dans la fig.31a, la force du vent est restituée selon une charte de couleur dans l'intervalle [0 ; 5 m/s] et des flèches indiquent la direction du vent. La fig.31b illustre l'intensité et la direction des courants de surface océaniques. Les deux mesures se conjuguent pour dériver les nappes vers le sud-est.

Suintement naturelle en provenance de réservoirs pétroliers

Fig.30: Sentinel-1A acquise le 7 septembre 2021 (a) avec un zoom sur une pollution marine(b).

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

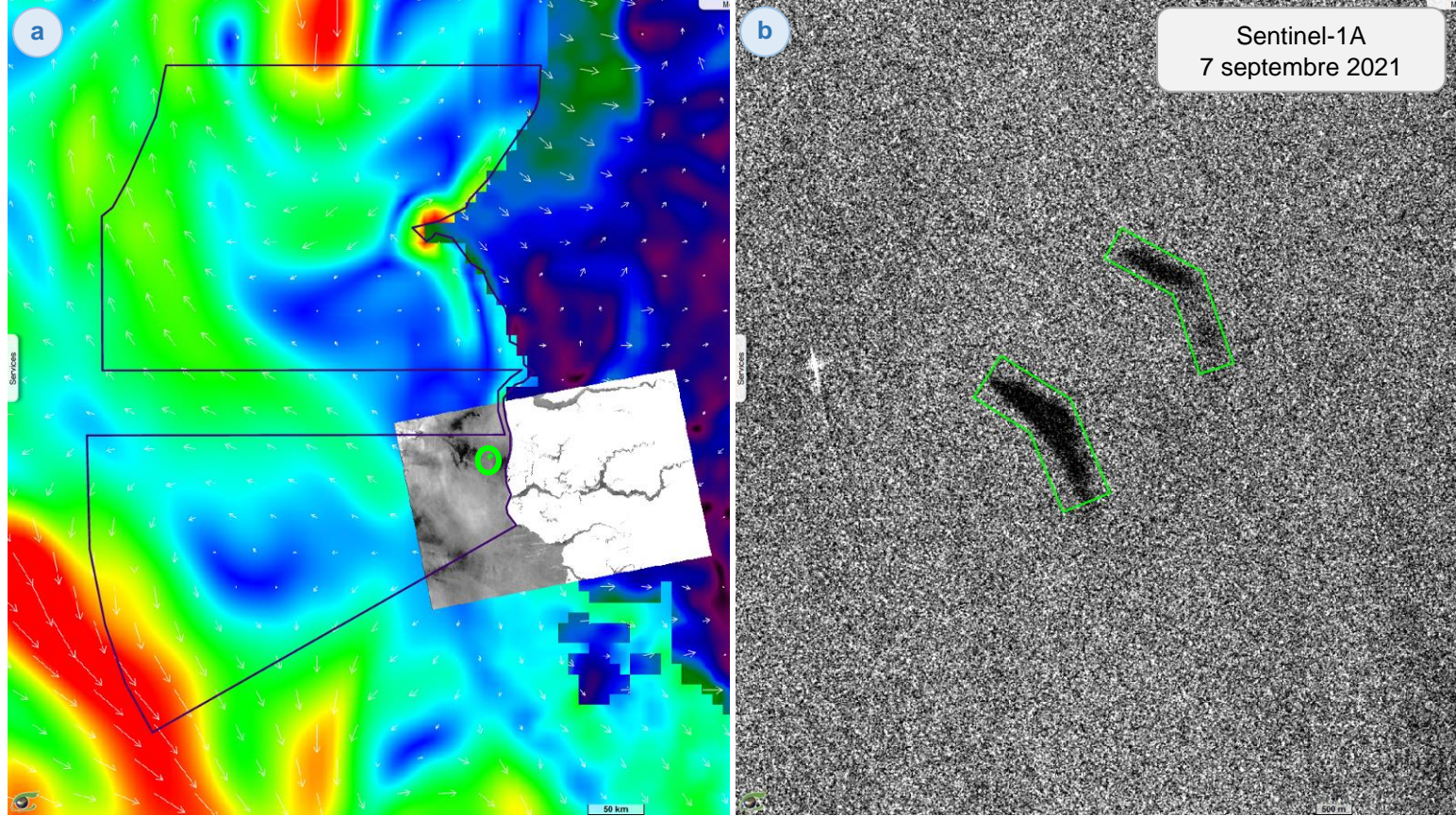
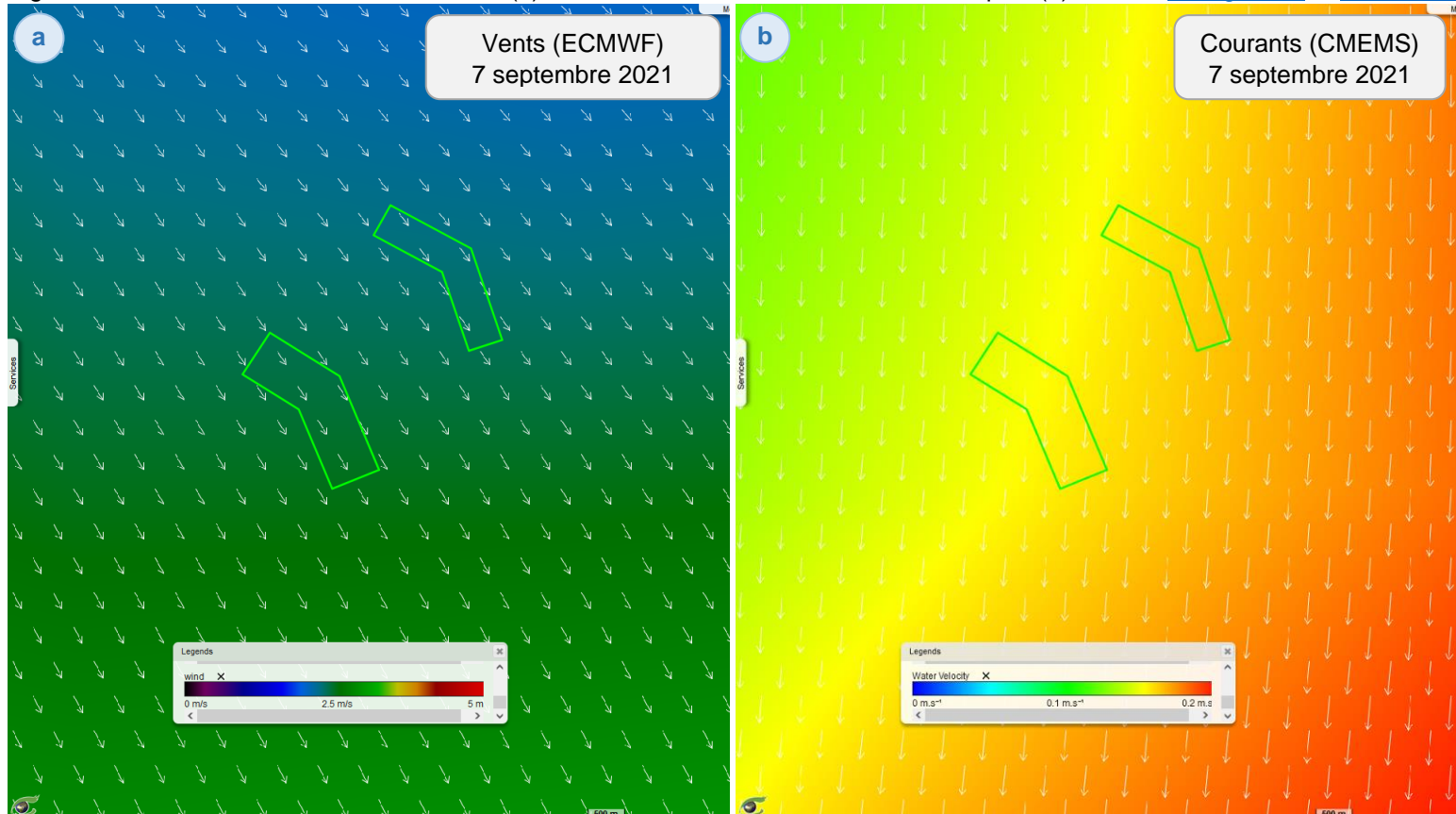


Fig.31: Modèle ECMWF de vents de surface (a) et modèle CMEMS de courants océaniques (b).

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



Diarniadio est une ville nouvelle sénégalaise située dans le département du Rufisque, au Sénégal, à une trentaine de kilomètres du centre-ville de la capitale Dakar. La construction de la ville nouvelle est lancée en 2015 pour désengorger Dakar. Elle est prévue pour accueillir 350 000 habitants à l'horizon 2030-2040 sur une surface de 1 644 hectares.

La construction de la ville est financée par des promoteurs immobiliers privés auxquels l'État a donné gratuitement les terrains. (Wikipédia)

Fig.32 et Fig.33 montrent l'extension urbaine de la ville de Diarniadio entre 2015 et 2022.

Extension urbaine

Le nouveau pôle urbain de Diarniadio

Fig.32: Sentinel-2 acquise le 25.11.2015 montrant l'extension urbaine de ville de Diarniadio.

[vue 2D](#) [animation 2D](#)

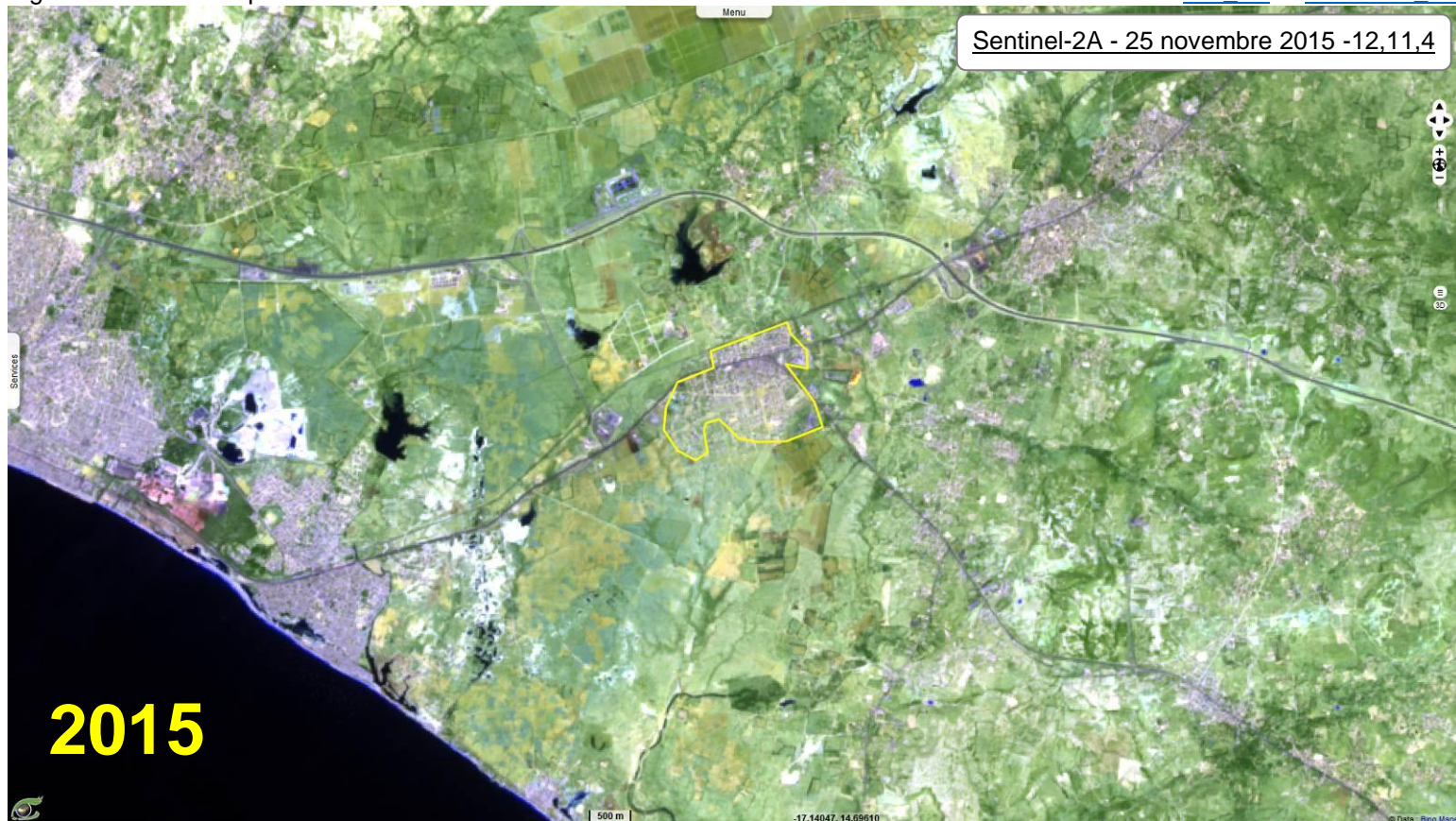


Fig.33: Sentinel-2 acquise le 23.12.2022 montrant l'extension urbaine de ville

[vue 2D](#)



Les données de la 6^{ème} phase [CMIP6](#) de comparaison des modèles climatiques globaux ([CMIP6_2021](#)) décrivent l'évolution des variables climatiques essentielles parmi lesquelles figurent les valeurs de température MIN (nocturne), température MAX (Diurne) et précipitations selon les deux scénarios SSP245 et SSP585 des années 1950 à 2100. Par rapport au forçage radiatif d'origine humaine (RCP ou *Representative Concentration Pathway*) mis en œuvre dans la 5^{ème} phase [CMIP5](#) (*Coupled Model Intercomparison Project*), la 6^{ème} phase CMIP6 considère deux variables : les scénarios socioéconomiques de référence SP1, SP2, SP3, SP4 et SP5 (tenant compte du PIB par habitant, de la population, de la gouvernance, de l'éducation et de la technologie) et du forçage radiatif de 2,6, 4,5, 6,0 et 8,5 W/m² comme dans le projet CMIP5. Cette combinaison apparaît dans le nom du scénario SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*). Par exemple, SSP245 correspond à SSP2 à 4,5 W/m² et SSP585 correspond à SSP5 à 8,5 W/m². Dans cette étude, les données utilisées proviennent du modèle [IPSL](#).

Les figures ci-dessous montrent l'évolution des trois variables : -précipitations, -température MIN (nocturne) et -température MAX (diurne) selon les deux scénarios SSP245 et SSP585. L'analyse a été réalisée en lissant les valeurs annuelles du modèle sur 31 années au tour de la date pivot. Par exemple, les mesures de l'année 2020 seront la moyenne du modèle entre 2005 et 2035 inclus.

Changement climatique Sénégal

Les résultats de cette analyse montrent une augmentation des températures maximales et minimales et une baisse des précipitations pour les deux scénarii au niveau de tout le Sénégal.

Fig.34: Evolution des précipitations au Sénégal.

Pr (SSP245 et SSP585)

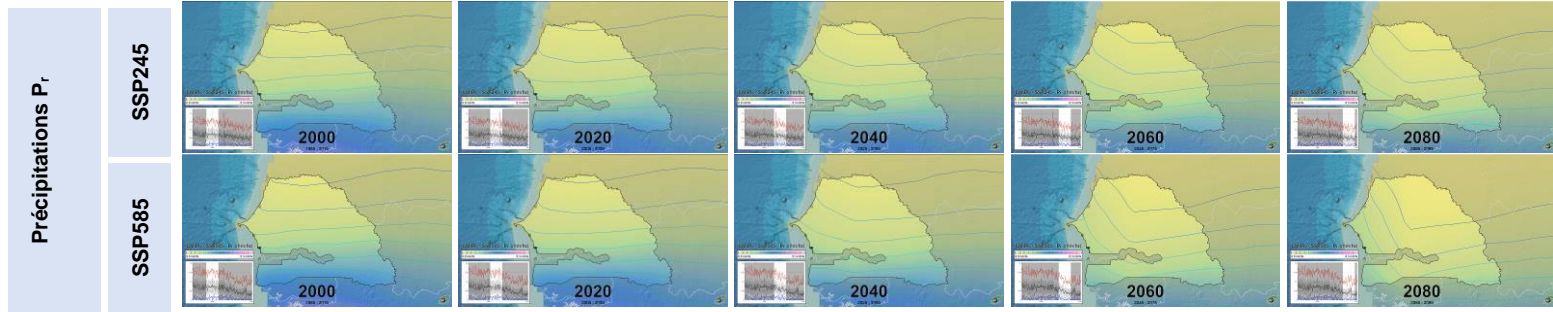


Fig.35: Evolution des température minimales au Sénégal.

T_{min} (SSP245 et SSP585)

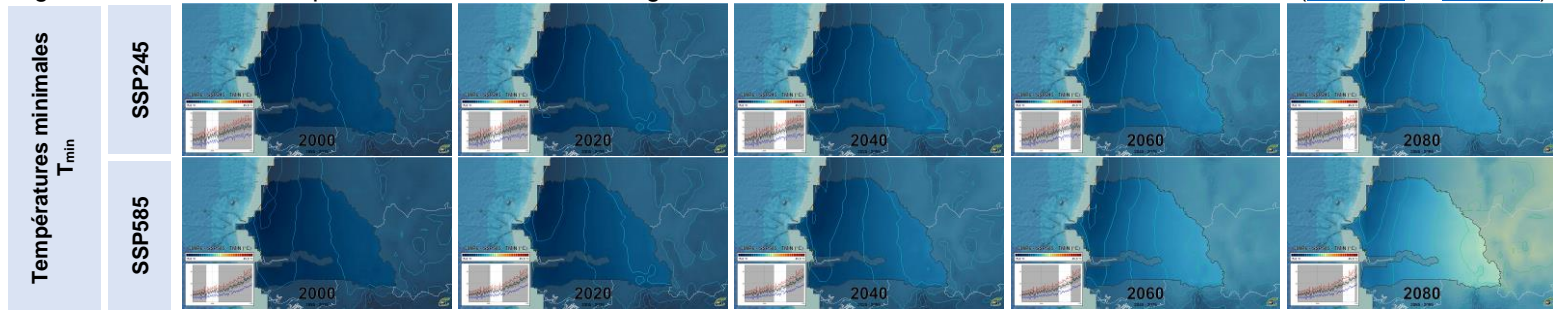


Fig.36: Evolution des température maximales au Sénégal.

T_{max} (SSP245 et SSP585)

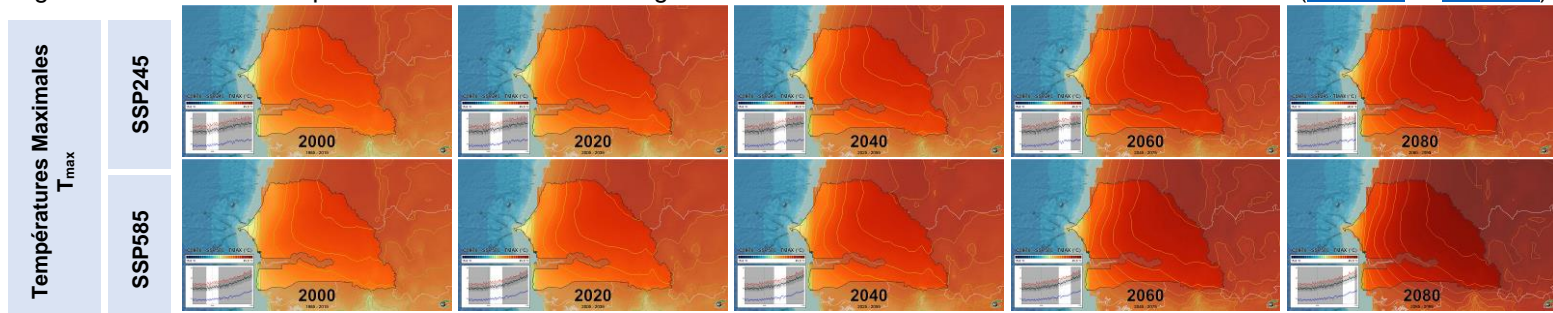


Fig.37: Evolution des 3 variables entre 1950 et 2100.

	de 1950 à 2100	
	SSP245	SSP585
Température maximum (diurnes)	<p>+3°C</p> <p>On observe une légère baisse des précipitations (-25%)</p>	<p>+7,5°C</p> <p>Les précipitations seront divisées par deux en fin de siècle (-56%). Ce changement partant du Nord du Pays s'étend vers le sud en épargnant les régions côtières comme Thiès ou Fatick</p>
Température minimum (nocturnes)	<p>+5°C</p> <p>Les températures minimales augmentent de 20°C à 25°C (+5°C)</p>	<p>+7,5°C</p> <p>Les températures minimales augmentent de 20°C à 27,5°C (+7,5°C). Cette augmentation est exponentielle et est plus acerbé à l'Ouest du Pays.</p>
Précipitations	<p>-25%</p> <p>les températures maximales augmentent de 34,5°C à 37,5°C (+3°C).</p>	<p>-56%</p> <p>Les températures maximales augmentent de 34,5°C à 41°C (+7,5°C). Cette augmentation est exponentielle et seules les zones en bordure de mer sont un peu épargnées.</p>