

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

préparé par

Oumou NGWAYA KANDE
Stagiaire
VisioTerra
houmoukande@gmail.com

Maitre de stage

Zhour NAJoui
Ingénieur
VisioTerra
zhour.najoui-nafai@visioterra.fr

Enseignant référent

Marguerite GISCLON
Professeur
Université Savoie Mont Blanc
gisclon@univ-savoie.fr

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
issue Rapport_stage_Oumou_N
date GWAYA_KANDE_draft01
page 1 révision 0
10/06/2022
2 de 31

HISTORIQUE DU DOCUMENT

Issue	Date	Commentaires	Auteur
1.0	dd/mm/2004	Version préliminaire 1 – Création du document – XXXX	O. Ngwaya

TABLE DES MATIERES

1	RESUME	5
1.1	PLAN DU DOCUMENT	5
1.2	DOCUMENTS DE REFERENCE.....	5
1.3	ABREVIATIONS ET ACRONYMES	6
1.4	DEFINITIONS.....	6
2	PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	7
3	INTRODUCTION	8
3.1	CONTEXTE.....	8
3.2	PROBLEMATIQUE.....	8
4	METHODOLOGIE.....	10
4.1	DONNEES EN ENTREE	10
4.1.1	<i>Données Sentinel-2.....</i>	10
4.1.1.1	Présentation 10	
4.1.1.2	Traitemet des données	12
4.1.2	<i>Données de précipitation.....</i>	14
4.1.2.1	Présentation 14	
4.1.3	<i>Recherche et bibliographie</i>	15
4.2	ANALYSE DE LA ZONE D'ETUDE	16
4.2.1	<i>Analyse des précipitations.....</i>	16
4.2.2	<i>Analyse des plans d'eau</i>	17
4.2.3	<i>Exemple d'application.....</i>	19
4.2.3.1	Recherche des chemins de transhumance	19
4.2.3.2	Traitemet des images	21
4.2.3.3	Les caractéristiques du chemin	27
5	RESULTAT DE L'ETUDE	29
6	CONCLUSION	31

LISTE DES FIGURES

fig. 1 Logo de l'entreprise Visio Terra	7
fig. 2 Image de la plateforme VtWeb	10
fig. 3 Acquisition Sentinel-2B du 29-10-2020. Différence visuelle entre la composition colorée naturel color à gauche et la composition colorée agriculture à droite	13
fig. 4 Acquisition Sentinel-2A le 24-10-2020 à gauche. Acquisition Sentinel-2B 29-10-2020 au centre. Différence normalisée des images B et A à droite.	13
fig. 5 Acquisition Sentinel-2B le 19-10-2020 à gauche. Acquisition Sentinel-2B 29-10-2020 au centre. La composition colorée de la différence normalisée des images B et A à droite.	14
fig. 6 Saisonnalité des précipitations par jour entre 01-01-2020 et 31-04-2021	14
fig. 7 Saisonnalité des précipitations par mois entre 01-01-2020 et 01-02-2022.....	15
fig. 8 Les chemins de transhumance et le sens de la transhumance.....	15
fig. 9 Vision satellite du Tchad.....	16
fig. 10 Moyenne des précipitations par jour de l'année 2020.....	17
fig. 11 Moyenne des précipitations par mois pour l'année 2020 en noir et 2021 en vert	17
fig. 12 Acquisition 01-08-2020, Localisation des plans d'eau	18
fig. 13 Division de la zone d'étude en 9 sous-zone	19
fig. 14 Le résultat de la recherche des acquisitions Sentinel-2 prête pour la zone d'étude.....	20
fig. 15 Localisation de la zone de recherche et du plan d'eau	21
fig. 16 Observation de 'apparition et de la disparition de la Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 21	
fig. 17 Différence normalisée du couloir Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12, 11, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 des acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020.....	23
fig. 18 la différence normalisée du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12, 11, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 des acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021.....	24
fig. 19 Les acquisitions du 19-10-2020, 24-10-2020, 29-10-2020 et du 03-11-2020 utilisé pour faire une composition colorée de la différence normalisé de l'apparition du chemin	26
fig. 20 la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 19-10-2020 et du 29-10-2020 soit 10 jours avant l'apparition, les acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020 soit 5 jours avant l'apparition et les acquisitions du 24-10-2020 et du 03-11-2020 soit 5 jours avant l'apparition et 5 jours après la première apparition	26
fig. 21 mise en évidence de la disparition du chemin Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 par la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021	27
fig. 22 Visibilité du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507en rouge, des villages en orange, des plans d'eau en bleu et des terres brûlées en noirre	28
fig. 23 Résultat des corridors déjà trouvés en orange	29
fig. 24 Correlation entre la saisonnalités des precipitations mensuelles en bleu et le nombre de chemin de transhumance.en orange	30
fig. 25 fig. 25 Chronologie de l'avancement du stage.....	31

LISTE DES TABLES

table 1 Tableau contenant les 13 Bandes spectrales de l'instrument MSI à bord de Sentinel-2.....	12
--	----

1 RESUME

Ce document présent contient le rapport de stage précisant l'ensemble du travail que j'ai effectué à Visio Terra lors de mon stage en MASTER 1 Modélisation mathématique et analyse appliquée.

1.1 Plan du document

- Chapitre 1 Résumé
- Chapitre 2 Présentation de l'entreprise
- Chapitre 3 Introduction.
- Chapitre 4 Méthodologie
- Chapitre 5 Résultat de l'étude
- Chapitre 6 Conclusion

1.2 Documents de référence

Cette section décrit les documents référencés.

R-1 *Securiser les foncier agro-pastoralet prevenir les conflits agro-pastoraux en Afrique du centre et de l'ouest* Livret_du_participant_vf_221121.pdf

R-2 *Projet de transhumance et conservation à la croisée des chemins (TCC) Atelier de restitution N'Djamena 17 mars 2022* Diapos_atelierTchad.pptx

R-3 *Au-delà des éléphants* 20150000_Au-dela_des_elephants__elements-dune-approche-strategique-de-pour-la-conservation-de-la-nature-en-afrigue.pdf

R-4 *BILAN-DIAGNOSTIC DES SYSTEMES D'INFORMATION DU SECTEUR « BIODIVERSITE » AU TCHAD APEF Monitoring 200129.pdf*

R-5 *Projet de soutien AU COMPLEXE TRANSFRONTALIER DES AIRES PROTEGEES BSB Yamoussa ET SES ZONES PERIPHERIQUES ETUDE SUR LE PASTORALISME BOVIN dans les regions du nord cameroun et du mayo kebbi ouest au tchad* Rapport provisoire WCS étude pastoralisme bovin BSB.docx

R-6 *WAF 07* WAF_07_MEPM_WILD.pdf

1.3 Abréviations et Acronymes

Cette section contrôle les définitions des abréviations et acronymes utilisés dans ce document.

ESA	Agence spatial européenne
Vega	Vecteur européen de generation avancée
GMES	Global monitoring for environment and security
MSI	Imageur multi-spectral
SWIR	Short wave infrarouge
PIR	Proche infrarouge
C3S	Copernicus climate change service

1.4 Définitions

Cette section contrôle les définitions de tous les termes génériques utilisés dans ce document.

Transhumance	C'est la migration du bétail (bovins, cervidés, ovins, etc.) entre les différentes saisons. Son objectif est l'engraissement et la reproduction du troupeau. Au Tchad, les transhumants se déplacent du nord vers le sud dans les villes du sud ou dans les pays étrangers, en République centrafricaine, au Niger, au Nigeria ou au Cameroun à la recherche d'eau et de pâturages [Référence].
---------------------	---

2 PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

VisioTerra est une société à responsabilité limitée fondée en mai 2004. VisioTerra est spécialisée dans le conseil scientifique pour l'observation de la Terre. Ses principales missions sont :

- Rendre les données accessibles à partir de plateformes comme VtWeb. Elle met également en valeur ces données en montrant des exemples d'applications en lien avec l'actualité.
- Le développement de plateformes de géo service capable de traiter des données spatiales, il existe des plateformes comme VtWeb.... Ces plateformes de géo services sont utiles pour l'agriculture, la gestion de l'eau, le suivi de la déforestation, l'environnement ou la dégradation des sols. Elles sont accessibles à tous, notamment aux citoyens des pays en développement.
- La formation, en effet VisioTerra est titulaire du label copernicus. Son personnel effectue des stages lors de manifestations scientifiques, organise des ateliers de formation.

Elle s'est installée à champs sur Marne en 2011 et compte une douzaine de salariés.



fig. 1 Logo de l'entreprise Visio Terra

3 INTRODUCTION

3.1 Contexte

Dans le cadre de son Pacte Vert en général, et de ses annonces budgétaires en particulier, la Commission Européenne a fait de l'appuis à la conservation de la biodiversité à l'extérieur de l'UE l'une de ses priorités y compris dans les 29 pays déclarés « en crise » par l'UE

Cette Facilité B4Life-Crisis, tout comme B4Life, visera deux types d'amélioration : en interne, le renforcement de la qualité technique et de la cohérence des programmes et projets ciblant les écosystèmes, la biodiversité et le changement climatique, à n'importe quel stade de leur cycle de projet ; en externe, la sensibilisation et la compréhension des liens entre la biodiversité/les services écosystémiques et le développement/la réduction de la pauvreté, grâce à un meilleur partage des Connaissances et des expériences au niveau européen et international

Pour satisfaire ces 2 groupes d'objectifs et ces 2 publics, les cartes sont des outils particulièrement influents : outre le fait que les outils visuels condensés (fixes et plus encore animés) ont toujours un impact élevé sur la plupart des publics, les cartes sont particulièrement adaptées pour exposer les Enjeux de biodiversité en général (cf « aires protégées », « aires de répartition des espèces clé » etc.) et informer l'approche « paysage » en particulier - approche qui est désormais fréquemment utilisée par l'UE pour faire converger conservation et développement (cf initiatives NaturAfrica ou Grande Muraille Verte).

Enfin, en plus de pouvoir informer et exposer une situation passée et/ou présente (utilité des cartes animées sur du temps long), l'information cartographique peut désormais permettre d'alimenter les réflexions et surtout les décisions sur des situations futures (par ex. des scénarios territoriaux) dès lors qu'elle est liée à des outils de modélisation.

3.2 Problématique

Le Tchad est un pays situé en Afrique centrale. La population tchadienne connaît une croissance exponentielle avec une population de plus de 16 millions d'habitants en 2021, 33 millions attendus en 2050 et 63 millions en 2100. La transhumance est un secteur de l'élevage qui permet de produire une quantité importante de nourriture pour la population. Cependant, le changement climatique, à l'origine de la modification des plantes, entraîne une rarefaction des ressources, ce qui provoque des conflits avec les agriculteurs locaux et les pays voisins. En effet, l'Afrique centrale, à savoir : Tchad, Cameroun, RCA, RDC, Congo, Gabon, Guinée équatoriale et Sao Tomé et Principe ont des affinités géographiques, linguistiques ou politiques. Chaque région possède également des caractéristiques fauniques et des priorités de conservation qui lui sont propres. Il existe également un grand nombre de zones protégées pour les espèces menacées en Afrique centrale, comme le parc national de Zakouma.

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 9 de 31

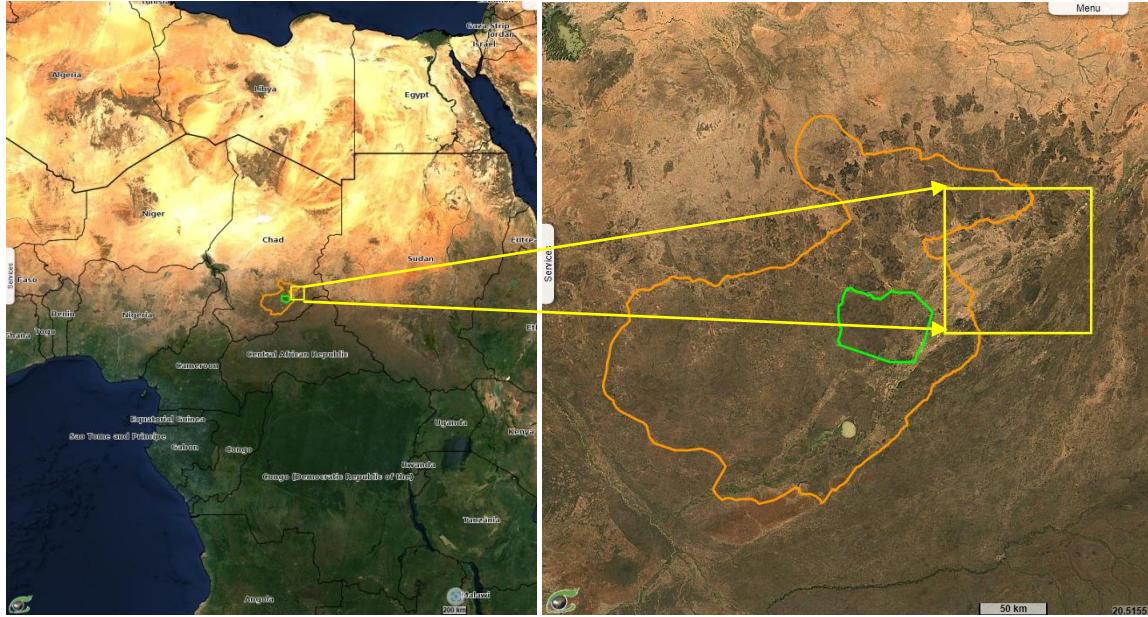


fig. 2 Situation de l'emprise de la tuile Sentinel-2-34PDT (rectangle jaune) par rapport au parc national de Zakouma (polygone vert) et le Grand Système Eco fonctionnel de Zakouma (polygone orange)

Dans ce contexte, la localisation cartographique des chemins de transhumance est importante pour une bonne gestion des ressources. La modélisation mathématique des itinéraires de transhumance permettra de savoir quels itinéraires sont déjà présents afin de donner aux décideurs des outils pour trouver des solutions. Pouvoir prédire les chemins de transhumance pour limiter les conflits.

4 METHODOLOGIE

Dans cette section, il s'agira de la méthodologie appliquée de l'étude. Dans un premier temps, énumérer les données d'entrée, puis effectuer une analyse de ces données et enfin montrer un exemple d'application.

4.1 Données en entrée

Pendant le stage chez Visio Terra, La plateforme utilisée pour faire une-photo-interprétation est VtWeb. Elle met à disposition de l'utilisateur un large éventail de données provenant de plusieurs fournisseurs. VtWeb Permet le traitement et l'analyse des données pour un projet souhaité.

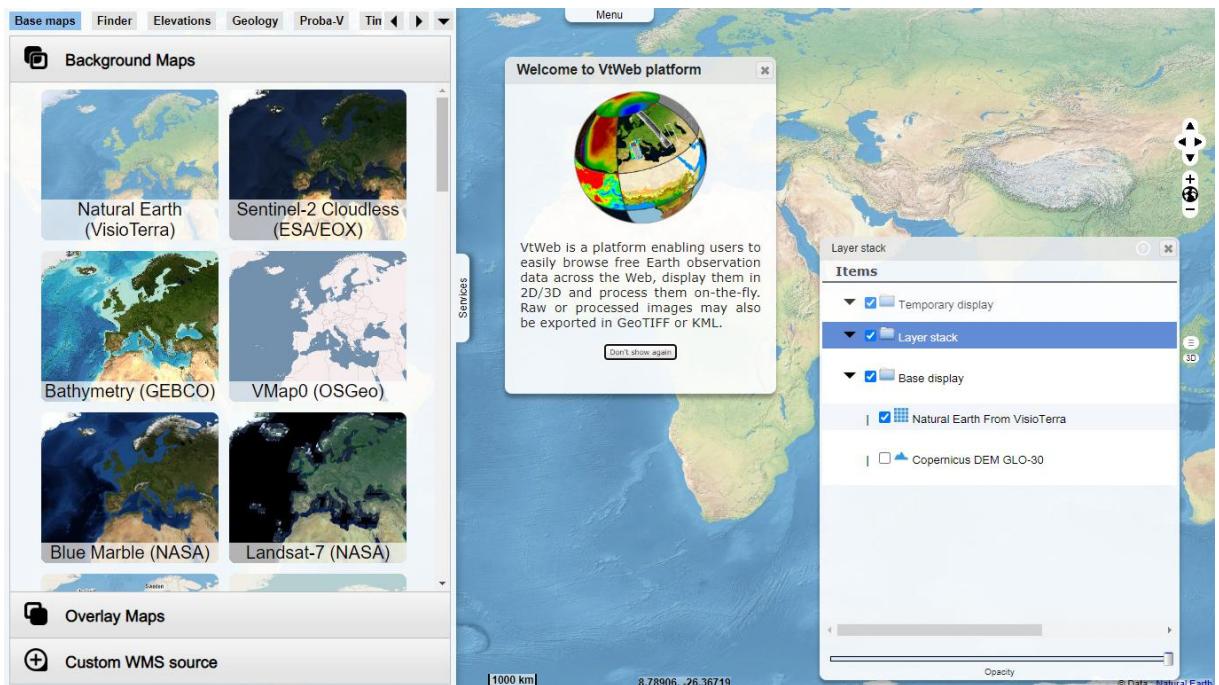


fig. 3 Image de la plateforme VtWeb

4.1.1 Données Sentinel-2

4.1.1.1 Présentation

Le satellite Sentinel-2 est une série de satellites d'observation de la terre de l'Agence spatiale européenne ESA, développés dans le cadre du programme Copernicus. Les satellites Sentinel-2A et Sentinel-2B ont

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 11 de 31

été mis en orbite respectivement le 23 juin 2015 et le 7 mars 2017 et lancés par Vega avec une durée de vie de 7 à 25 ans. Ces deux satellites fournissent des vues dans 13 bandes spectrales en lumière visible et proche infrarouge avec une résolution entre 10 et 60 mètres, ce sont les bandes 12, 11, 10, 9, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1. Elles permettent d'observer une image avec une couleur ou avec un effet désiré.

13 Bandes spectrales de l'instrument MSI à bord de Sentinel-2¹¹

Bandes Sentinel-2	Sentinel-2A		Sentinel-2B			
	Longueur d'onde centrale (nm)	Largeur de bande (nm)	Longueur d'onde centrale (nm)	Largeur de bande (nm)	Résolution spatiale (m)	
1 – Aérosol côtière	442.7	21	442.2	21	60	
2 – Bleu	492.4	66	492.1	66	10	
3 – Vert	559.8	36	559.0	36	10	
4 – Rouge	664.6	31	664.9	31	10	
5 – Végétation "red edge"	704.1	15	703.8	16	20	
6 – Végétation "red edge"	740.5	15	739.1	15	20	
7 – Végétation "red edge"	782.8	20	779.7	20	20	
8 – PIR	832.8	106	832.9	106	10	
8A – PIR	864.7	21	864.0	22	20	

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 12 de 31

"étroit"						
9 – Vapeur d'eau	945.1	20	943.2	21	60	
10 – SWIR – Cirrus	1373.5	31	1376.9	30	60	
11 – SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20	
12 – SWIR	2202.4	175	2185.7	185	20	

table 1 Tableau contenant les 13 Bandes spectrales de l'instrument MSI à bord de Sentinel-2.

Ce projet est lié à la végétation. Il est nécessaire pour la recherche visuelle d'un chemin de transhumance d'avoir une vision assez proche du sol et d'avoir des données de bonne résolution, donc la sélection des satellites est importante car il en existe une multitude avec des caractéristiques et des domaines d'utilisation différents. Les Satellites Sentinel-2 ont 13 bandes spectrales, pour une image, ont une bonne résolution entre 10 et 60 mètres. Enfin, la gratuité des données disponibles fait des données Sentinel-2 un choix approprié pour notre étude.

4.1.1.2 Traitement des données

Les différentes bandes spectrales à bord des satellites Sentinel-2 permettent de réaliser plusieurs compositions colorées pour mettre en évidence les phénomènes souhaités. VtWeb propose aux utilisateurs des compositions colorées prédéfinies telles que la composition colorée agriculture qui utilise les bandes spectrales 11, 8, 2 et met en valeur la végétation. Dans le cas de la détection de la transhumance, cette composition colorée appliquée à deux dates différentes permet de voir les changements dans la végétation causés par les activités de transhumance.

L'image ci-dessous montre la différence entre les compositions de couleurs prédéfinies. La composition des couleurs de l'agriculture et la composition des couleurs naturelles qui utilise les bandes spectrales 4, 3, 2 et met en valeur les couleurs naturelles.

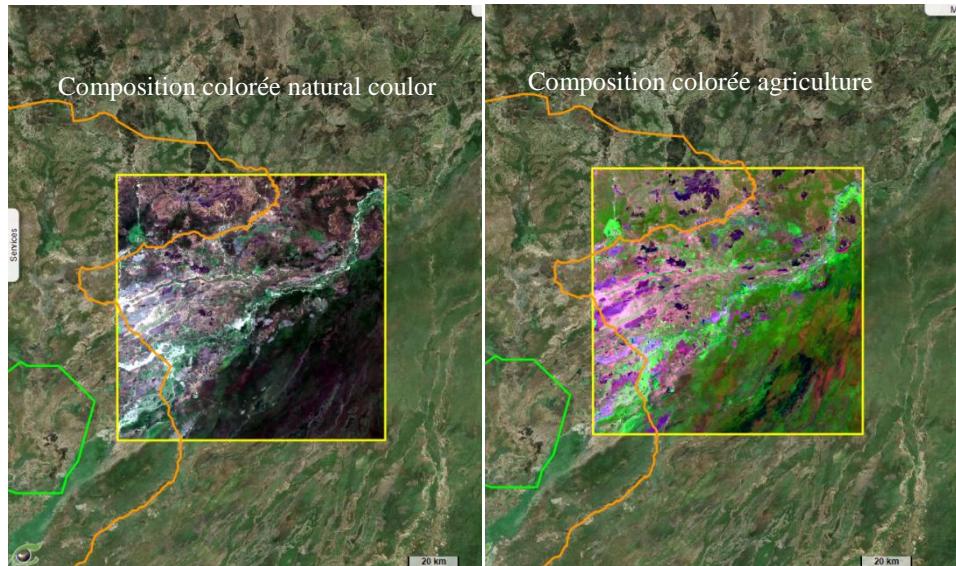


fig. 4 Acquisition Sentinel-2B du 29-10-2020. Différence visuelle entre la composition colorée natural color à gauche et la composition colorée agriculture à droite

Une autre méthode est la différence normalisée de bande spectrale entre deux acquisitions Sentinel-2. Elle calcule $(B-A)/(B+A)$ où A est l'image après et B l'image avant et met en blanc les éléments qui sont apparus dans l'image A. Les éléments inchangés sont en gris et en noir les disparitions dans l'image B.

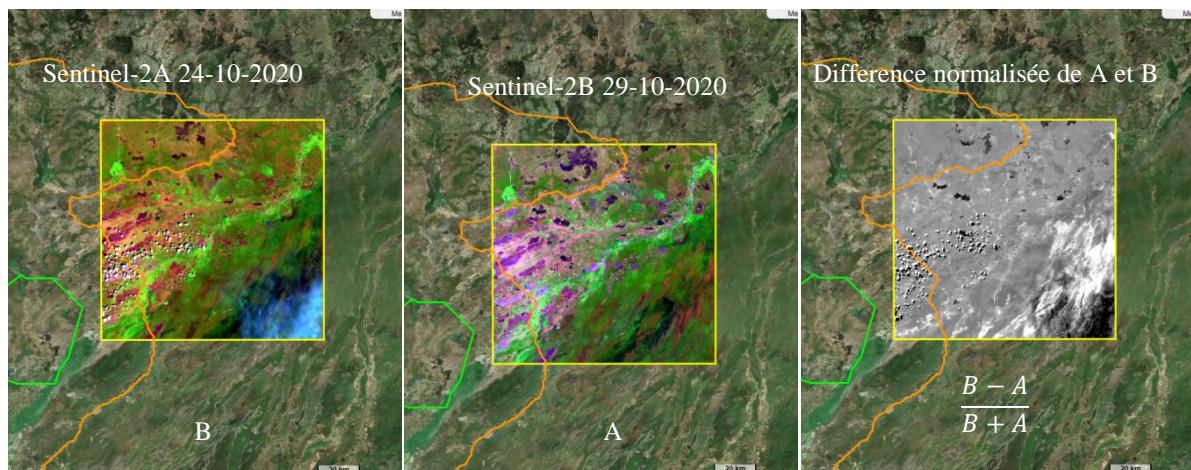


fig. 5 Acquisition Sentinel-2A le 24-10-2020 à gauche. Acquisition Sentinel-2B 29-10-2020 au centre. Différence normalisée des images B et A à droite.

La troisième méthode est la composition colorée de la différence normalisée, elle combine les deux précédentes (la composition colorée et la différence normalisée). Elle permet également de mettre en évidence le changement entre deux acquisitions dû à la transhumance.

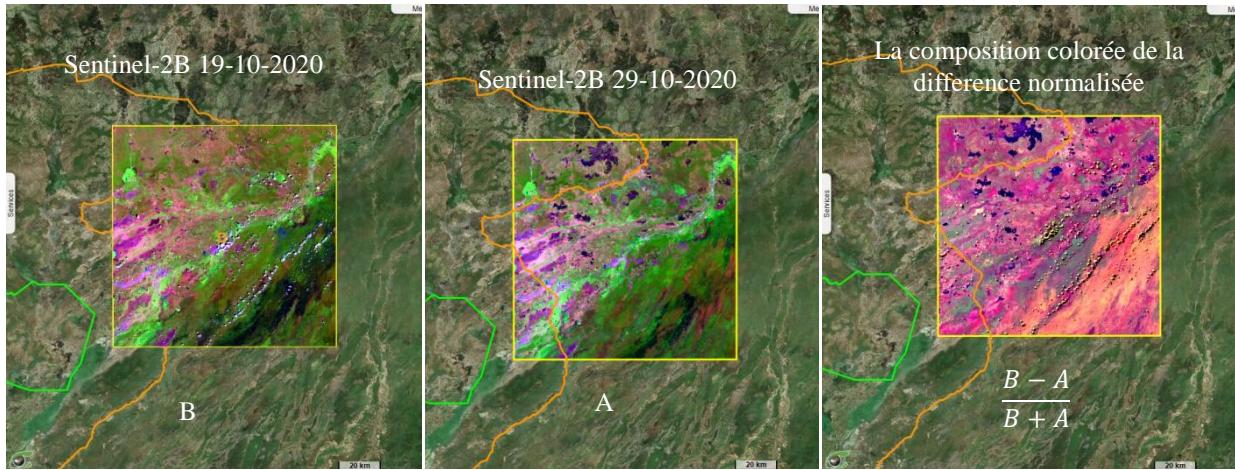


fig. 6 Acquisition Sentinel-2B le 19-10-2020 à gauche. Acquisition Sentinel-2B 29-10-2020 au centre. La composition colorée de la différence normalisée des images B et A à droite.

4.1.2 Données de précipitation

4.1.2.1 Présentation

Le Copernicus climate change service (C3S) est mis en œuvre par le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme pour le compte de l'Union européenne et comprend un dispositif permettant de fournir un sous-ensemble du jeu de données ERA5-Land à haute résolution, c'est à dire 9 km en temps quasi réel. Les données disponibles dans VtWeb date de 1950 jusqu'en 2100. Ces données sont utilisées de ce cadre du stage afin d'étudier et d'analyser la saisonnalité des précipitations dans la zone d'étude.

La figure 6 et 7 montre l'étude des précipitations par jour et par mois.

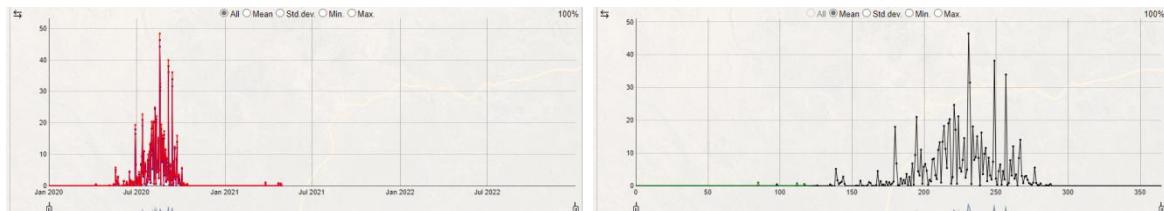


fig. 7 Saisonnalité des précipitations par jour entre 01-01-2020 et 31-04-2021

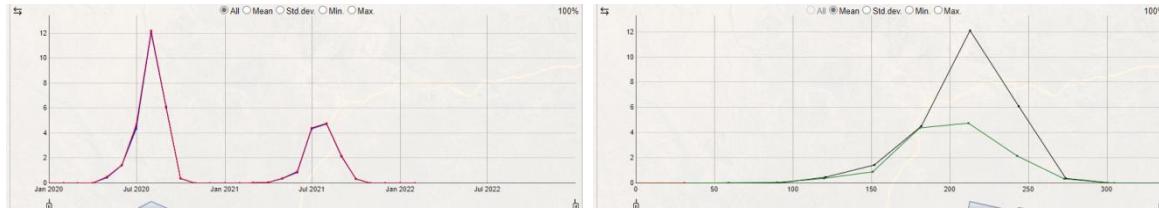


fig. 8 Saisonnalité des précipitations par mois entre 01-01-2020 et 01-02-2022

4.1.3 Recherche et bibliographie

La compilation des résultats de l'analyse bibliographique et sur le terrain a permis de localiser des chemins de transhumances possibles.

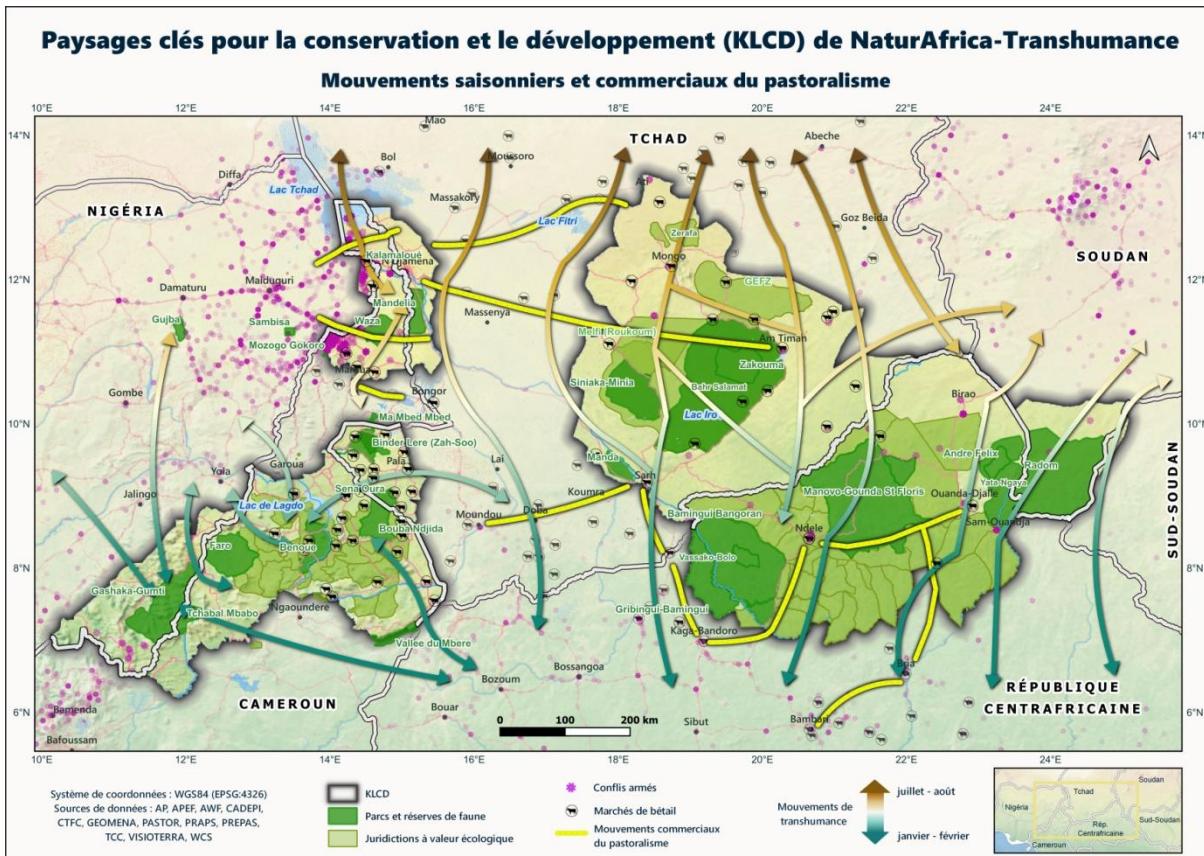


fig. 9 Les chemins de transhumance et le sens de la transhumance

Le but à partir de ces données de terrains est de créer un modèle permettant de détecter automatiquement les chemins de transhumance.

4.2 Analyse de la zone d'étude

Dans le cadre du projet auquel je suis rattachée, le Tchad est un pays important pour l'étude de la transhumance. En effet, le Tchad est traversé par la grande muraille verte. Cette caractéristique fait que sa végétation est plus reculée au nord qu'au sud.



fig. 10 Vision satellite du Tchad

Le Tchad connaît deux saisons distinctes, la saison sèche et la saison des pluies. En raison de cette particularité, l'étude des parcours de transhumance est structurée. Les rapports et études expliquant le système d'élevage au Tchad nous permettent de localiser précisément la zone d'élevage, l'itinéraire de transhumance, la direction de la transhumance et la période de transhumance. En effet, le système d'élevage transhumant est principalement localisé dans la zone soudano-sahélienne située après le 10ème degré de latitude nord dans notre région. Les éleveurs transhumants quittent le nord à la fin de la saison des pluies pour les villes du sud du Tchad ou à l'étranger en République centrafricaine, au Niger, au Nigeria ou au Cameroun à la recherche d'eau et de pâturages, et reviennent dans les zones de départ au début de la saison des pluies. Selon la loi n° 4 du 31 octobre 1959, qui réglemente le nomadisme sur le territoire de la République du Tchad, les mouvements de transhumance doivent suivre des itinéraires établis par une commission composée d'éleveurs, de notables et d'élus de la circonscription.

4.2.1 Analyse des précipitations

Il y a deux saisons au Tchad. La saison des pluies, pendant laquelle les précipitations sont abondantes, et la saison sèche, caractérisée par des précipitations relativement faible, mais jamais nulle. Le système d'élevage transhumant se situe principalement dans la zone soudano-sahélienne, après le 10ème degré de

latitude nord. Au cours de l'année, les éleveurs transhumants recherchent l'eau et les pâturages. Ainsi, au début de la saison sèche, ils migrent vers le sud et au début de la saison des pluies, ils retournent dans leur zone de départ.

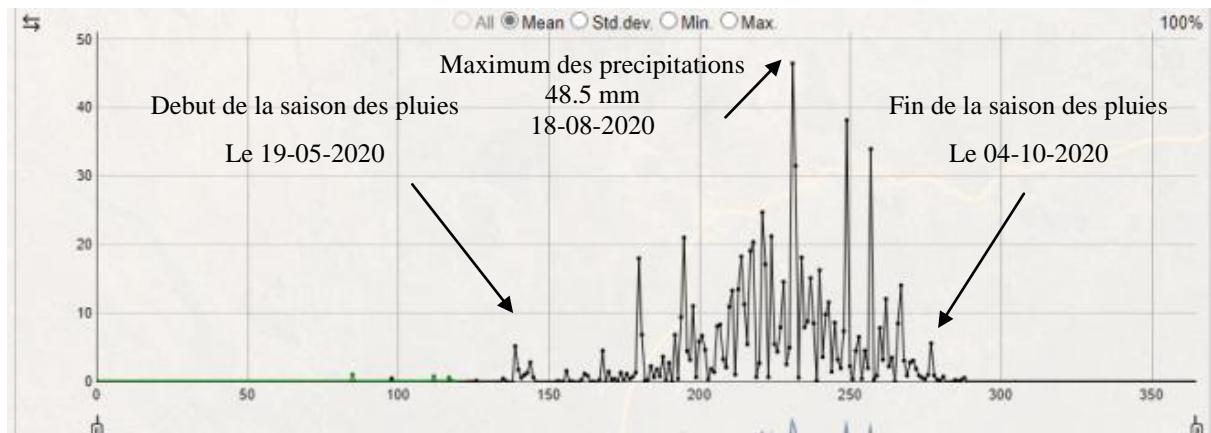


fig. 11 Moyenne des précipitations par jour de l'année 2020

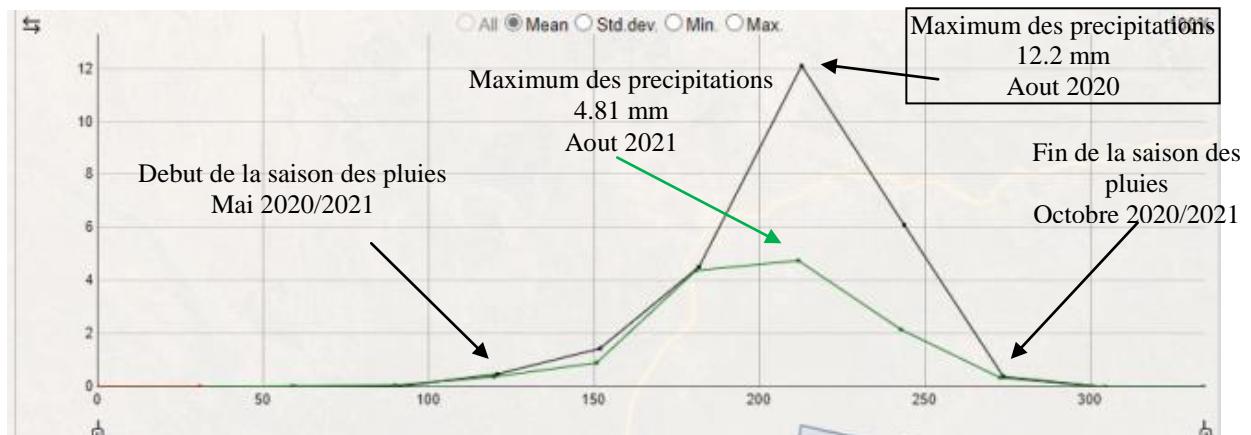


fig. 12 Moyenne des précipitations par mois pour l'année 2020 en noir et 2021 en vert

Suite à l'analyse des figures 10 et 11, pour l'année 2020, la saison des pluies commence en mai 2020 et se termine en octobre 2020 et la précipitation maximale est en août-2020 avec 12,2 mm d'eau. Pour l'année 2021, la saison des pluies commence en mai 2020 et se termine en octobre 2020 et la précipitation maximale est le 01-08-2021 avec 4,81 mm d'eau. Les transhumants sont susceptibles de migrer plus tôt en 2021 qu'en 2020. Et avec le réchauffement climatique, les quantités d'eau pour les années 2022 et suivantes risquent également de diminuer.

4.2.2 Analyse des plans d'eau

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 18 de 31

Les éleveurs transhumants se déplacent du nord au sud pendant la saison sèche à la recherche d'eau et de pâture pour nourrir leur bétail et leur permettre de se reproduire. La localisation des points d'eau qui ne s'assèchent pas pendant la saison sèche est donc utile.

La figure ci-dessous montre la localisation des plans d'eau dans la zone d'étude et le zoom sur certains plans d'eau.

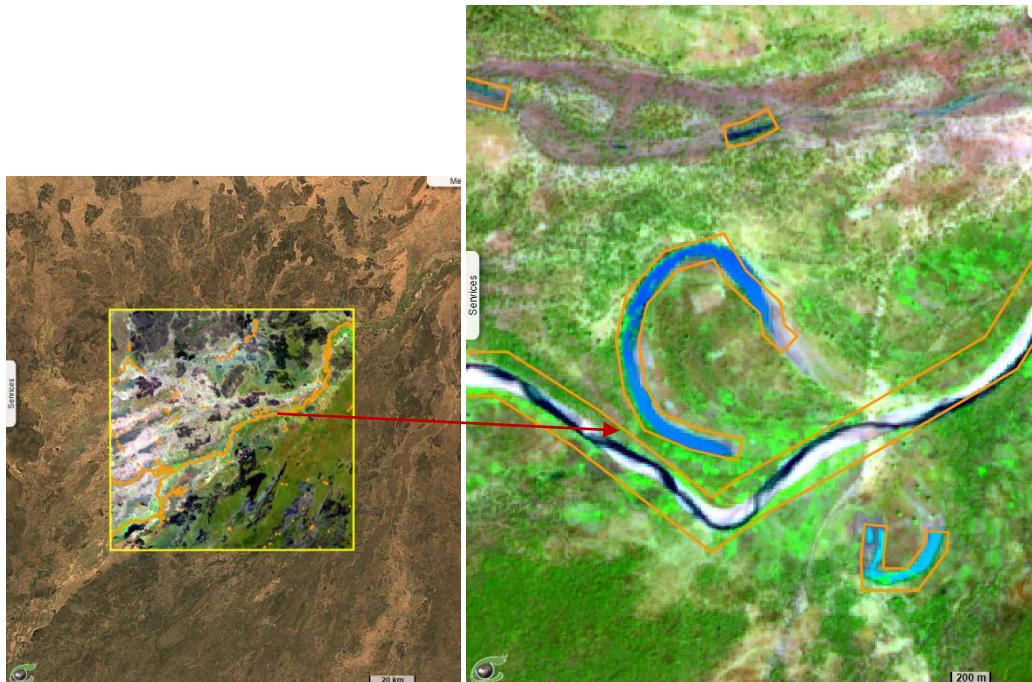


fig. 13 Acquisition 01-08-2020, Localisation des plans d'eau

Le Tchad est un pays traversé par la grande muraille verte. Le nord et le sud du Tchad ont des caractéristiques agricoles différentes. La division de la zone d'étude est nécessaire, car elle permettre de chercher les différences entre chemins du nord et les chemins du sud de la zone d'étude. La figure 13 montre la division de la zone d'étude en 9 zones avec des identifications unique. Zone_1,2...9

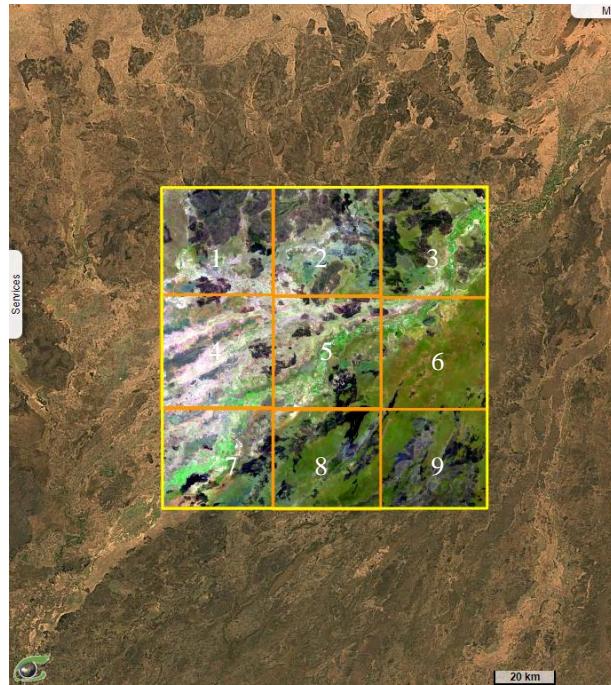


fig. 14 Division de la zone d'étude en 9 sous-zone

4.2.3 Exemple d'application.

Afin de montrer le développement de l'étude, dans cette section il sera montré la méthode qui permet de trouver un chemin de transhumance, l'analyse des compositions colorées utilisées et le choix des bandes permettant de visualiser facilement l'apparition et les disparitions des chemins et enfin une analyse détaillée qui permettra de mettre en évidence les caractéristiques du chemin trouvé.

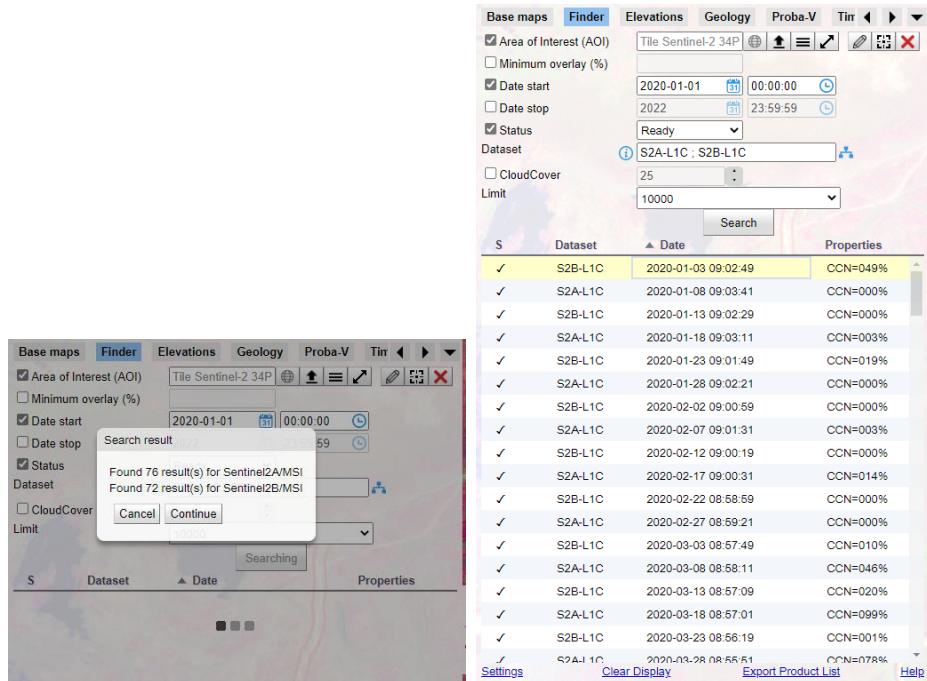
4.2.3.1 Recherche des chemins de transhumance

La période d'étude commence le 01-01-2020. Les acquisitions Sentinel-2 sont téléchargées pour la première fois dans le Layerstack. Les acquisitions téléchargées commencent le 03-01-2020- jusqu'au 02-04-2022. Notez que pour une zone donnée, le Sentinel-2A ou le Sentinel-2B passe au même endroit tous les 10 jours, l'agence spatiale maintient les 2 satellites de sorte qu'ils passent au même endroit tous les 5 jours. Ainsi, pour la période étudiée, il y a 148 acquisitions disponibles et la composition de couleur 11, 8, 2 est appliquée à chacune d'entre elles.

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 20 de 31



The screenshot shows the 'Finder' tab of the Sentinel-2 Layerstack interface. The search criteria are set to find acquisitions from January 1, 2020, to January 28, 2020, for the 'Ready' status, with a CloudCover limit of 25% and a limit of 10000. The search results table lists 76 results for Sentinel-2A/MSI and 72 results for Sentinel-2B/MSI, all marked as 'Ready'. The results are sorted by date, with the most recent at the top.

S	Dataset	Date	Properties
✓	S2B-L1C	2020-01-03 09:02:49	CCN=049%
✓	S2A-L1C	2020-01-08 09:03:41	CCN=000%
✓	S2B-L1C	2020-01-13 09:02:29	CCN=000%
✓	S2A-L1C	2020-01-18 09:03:11	CCN=003%
✓	S2B-L1C	2020-01-23 09:01:49	CCN=019%
✓	S2A-L1C	2020-01-28 09:02:21	CCN=000%
✓	S2B-L1C	2020-02-02 09:00:59	CCN=000%
✓	S2A-L1C	2020-02-07 09:01:31	CCN=003%
✓	S2B-L1C	2020-02-12 09:00:19	CCN=000%
✓	S2A-L1C	2020-02-17 09:00:31	CCN=014%
✓	S2B-L1C	2020-02-22 08:58:59	CCN=000%
✓	S2A-L1C	2020-02-27 08:59:21	CCN=000%
✓	S2B-L1C	2020-03-03 08:57:49	CCN=010%
✓	S2A-L1C	2020-03-08 08:58:11	CCN=046%
✓	S2B-L1C	2020-03-13 08:57:09	CCN=020%
✓	S2A-L1C	2020-03-18 08:57:01	CCN=099%
✓	S2B-L1C	2020-03-23 08:56:19	CCN=001%
✓	S2A-L1C	2020-03-28 08:55:51	CCN=078%

fig. 15 Le résultat de la recherche des acquisitions Sentinel-2 prête pour la zone d'étude

Après avoir téléchargé les données Sentinel-2 dans le Layerstack, l'étape suivante est le choix d'une des zones obtenues en divisant la zone d'étude et le choix d'un point d'eau dans cette zone. Pour cet exemple d'application le choix est fait sur la zone_3 et le point d'eau identifié id_166 situé dans cette zone voir la figure ci-dessous.

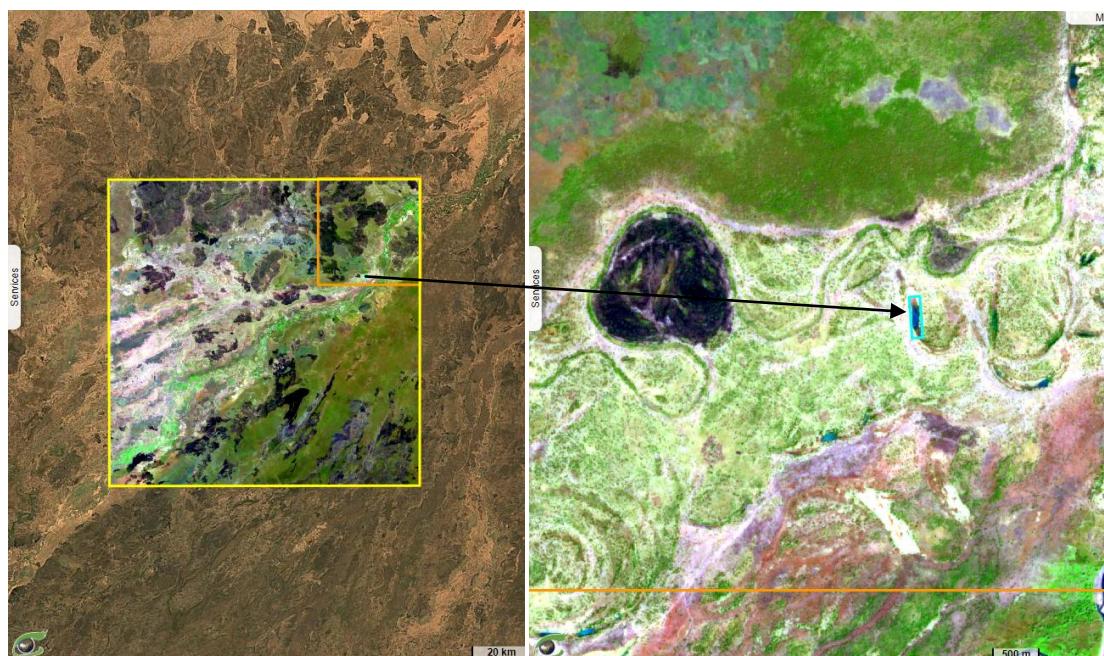


fig. 16 Localisation de la zone de recherche et du plan d'eau

L'étape suivante consiste à parcourir les 148 acquisitions Sentinel-2 afin de trouver les chemins à proximité du plan d'eau id_166 qui peuvent apparaître ou disparaître entre deux acquisitions successives. Dans l'acquisition du 29-10-2020 il y a une apparition d'un chemin qui n'existe pas dans l'acquisition du 24-10-2020 et ce chemin disparaît dans l'acquisition du 07-05-2021. Le couloir permettant d'observer ce phénomène est identifié grâce au corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 qui apparaît le 29-10-2020 et disparaît le 07-05-2021 voir figure ci-dessous.

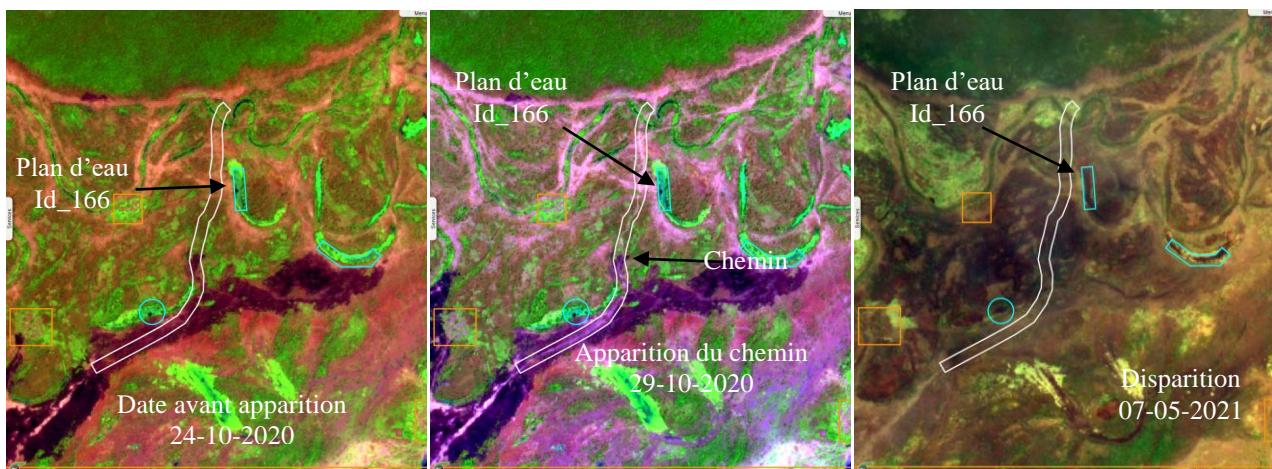


fig. 17 Observation de 'apparition et de la disparition de la Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507

Les dates de transhumance, c'est-à-dire d'octobre à mai, correspondent aux dates d'apparition et de disparition du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507

4.2.3.2 Traitement des images

Le traitement d'image appliqué ici est de vérifier qu'il y a une apparition dans l'acquisition du 29-10-2020 et une disparition dans l'acquisition du 07-05-2021.

Le premier traitement appliqué est la différence normalisée de bande spectrale entre deux acquisitions. Tout d'abord ce traitement permet de valider l'apparition ou la disparition d'un chemin, en effet si entre deux images une apparition est visible avec la composition colorée 11,8,2 et invisible avec un traitement d'image alors le chemin n'apparaît pas il est juste invisible pendant une période et visible la période suivante. Ceci est dû à plusieurs phénomènes comme la végétation, l'opacité des nuages, la terre brûlée, etc. Ensuite, il permet également de choisir les bandes qui montrent le mieux l'apparition et la disparition d'un chemin. En effet il est nécessaire pour une meilleure analyse de choisir les bandes spectrales qui nous permettent de mieux voir l'apparition ou la disparition du chemin. Pour cela, les premières bandes sélectionnées sont les bandes spectrales 12,11,8A,8,7,6,5,4,3,2 car elles ont une résolution plus élevée de 10 mètres et 20 mètres que les bandes 10, 9, et 1 qui ont une résolution de 60 mètres. Voir table 1.

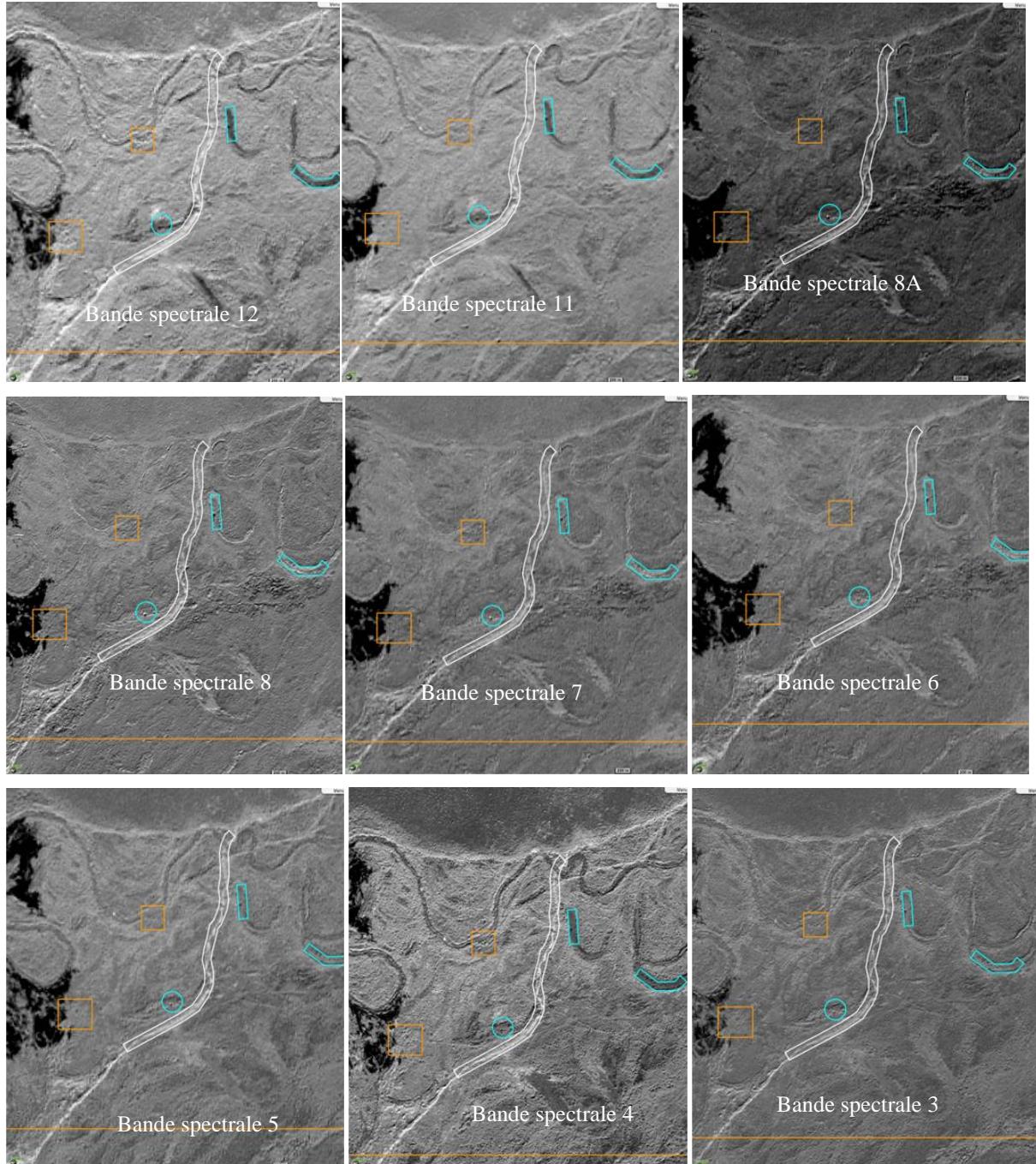
Les figures ci-dessous sont les 10 images correspondant à la différence normalisée du couloir Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12,11,8A,8,7,6,5,4,3,2 des acquisitions

Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 22 de 31

du 24-10-2020 et du 29-10-2020, c'est-à-dire l'acquisition de Sentinel-2 avant l'apparition du chemin et l'acquisition dans laquelle le chemin est visible pour la première fois.



Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 23 de 31

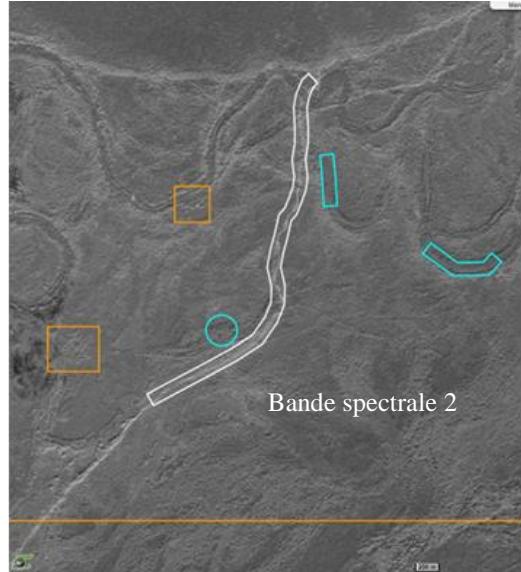
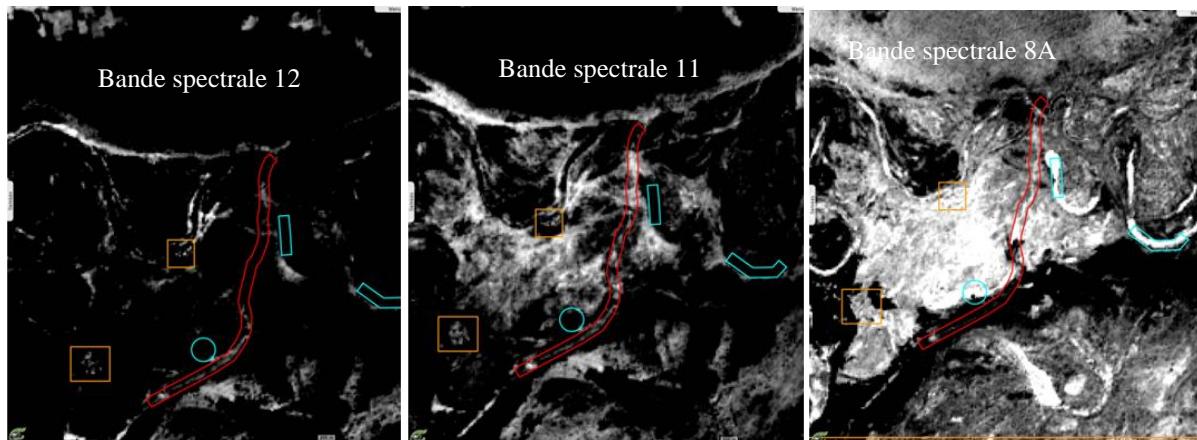


fig. 18 Différence normalisée du couloir Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12, 11, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 des acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020

Après analyse de la figure 17, il apparaît que les bandes spectrales 12, 11, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3 montrent clairement l'apparition du chemin et la bande 2 montre une apparition moins prononcée que les autres bandes spectrales

Les figures ci-dessous sont les 10 images correspondant à la différence normalisée du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12,11,8A,8,7,6,5,4,3,2 des acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021, c'est-à-dire l'acquisition de Sentinel-2 dans laquelle le chemin est visible pour la première fois et l'acquisition dans laquelle le chemin disparaît.



Analyse des couloirs de transhumance à partir des données optiques Sentinel-2

Rapport de stage

référence VT-P372-DOC-001-
 issue Rapport_stage_Oumou_N
 date GWAYA_KANDE_draft01
 page 1 révision 0
 10/06/2022
 24 de 31

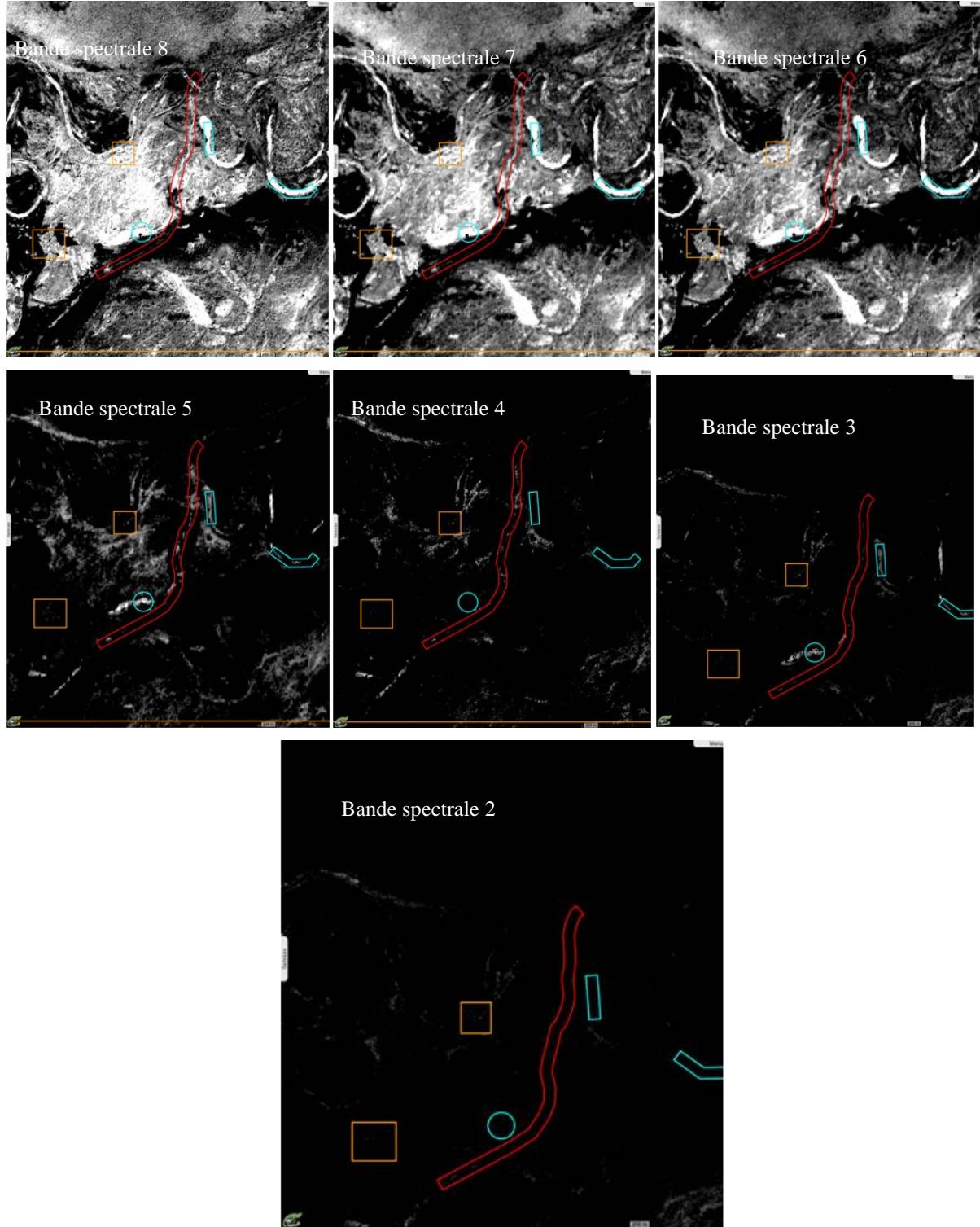


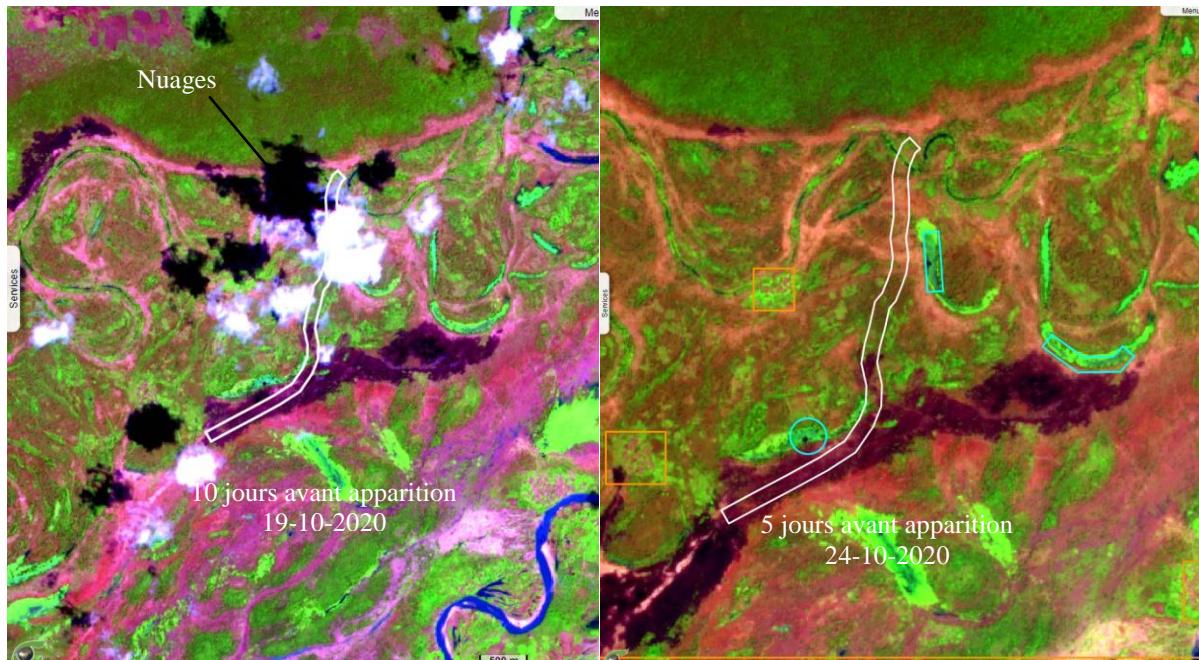
fig. 19 la différence normalisée du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 sur les bandes 12, 11, 8A, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 des acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021

Après analyse des images de la figure 18, la bande spectrale 2 ne montre pas de disparition de chemin, cet bande spectrale n'est donc pas adaptées pour visualiser la disparition de ce chemin de transhumance. La différence normalisée des bandes spectrales 3, 4, 5 et 12 donne un résultat plus sombre que les bandes spectrales 11, 8A, 8, 7, 6 dans lesquelles les chemins sont les plus visibles.

De l'analyse de l'apparition et de la disparition du chemin Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 il ressort que le chemin apparaît bien dans l'acquisition du 29-10-2020 et disparaît dans l'acquisition du 07-05-2021 et la bande spectrale 2 ne le montre pas.

Le dernier traitement appliqué est la méthode de la composition colorée de la différence normalisée, elle permet également de mettre en évidence le changement entre deux acquisitions dû à la transhumance.

La figure ci-dessous montre les acquisitions permettant de faire une composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 19-10-2020 et du 29-10-2020 soit 10 jours avant l'apparition, les acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020 soit 5 jours avant l'apparition et les acquisitions du 24-10-2020 et du 03-11-2020 soit 5 jours avant l'apparition et 5 jours après la première apparition.



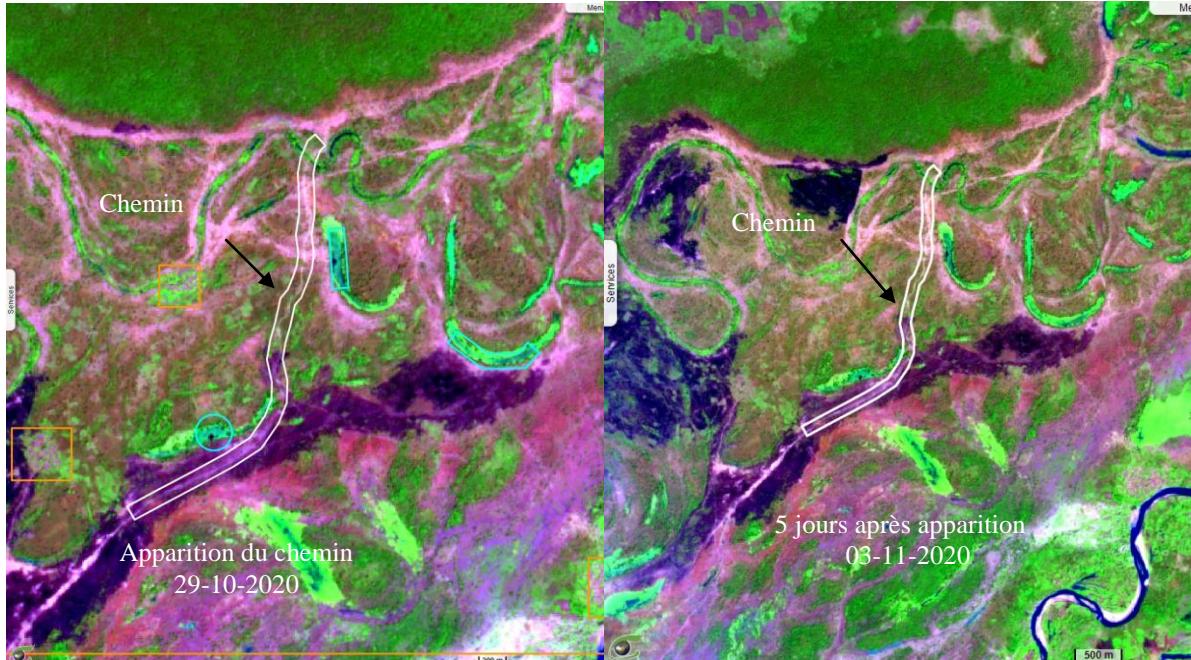


fig. 20 Les acquisitions du 19-10-2020, 24-10-2020, 29-10-2020 et du 03-11-2020 utilisé pour faire une composition colorée de la différence normalisé de l'apparition du chemin

Les images ci-dessous sont les résultats de la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 19-10-2020 et du 29-10-2020 soit 10 jours avant l'apparition, les acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020 soit 5 jours avant l'apparition et les acquisitions du 24-10-2020 et du 03-11-2020 soit 5 jours avant l'apparition et 5 jours après la première apparition

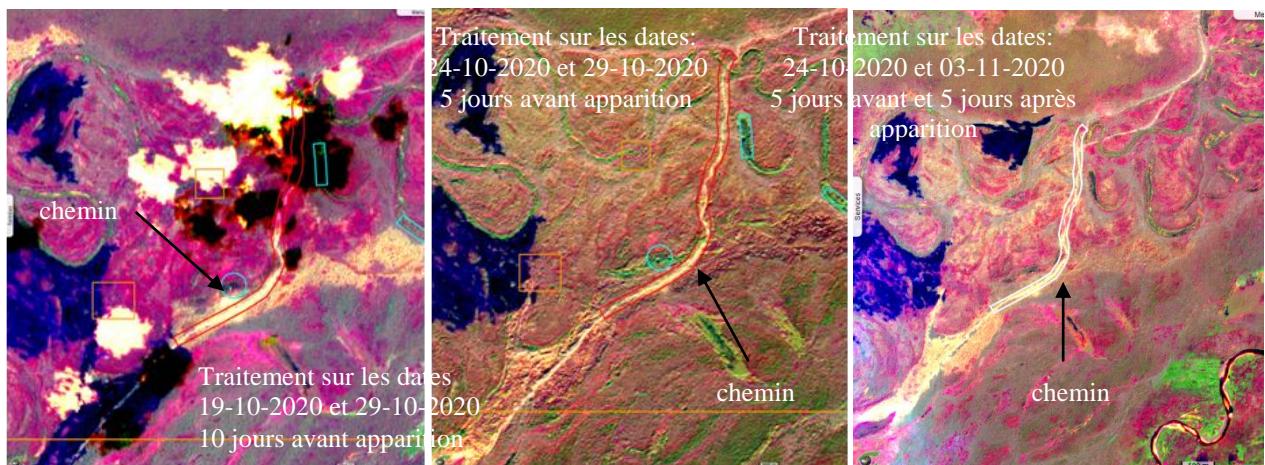


fig. 21 la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 19-10-2020 et du 29-10-2020 soit 10 jours avant l'apparition, les acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020 soit 5 jours avant l'apparition et les acquisitions du 24-10-2020 et du 03-11-2020 soit 5 jours avant l'apparition et 5 jours après la première apparition

L'analyse des images de la Figure 19 et 20 montre que le traitement sur les acquisitions du 19-10-2020 et du 29-10-2020 ou 10 jours avant l'apparition montre une tache sombre sur le chemin en raison de la présence de nuage dans l'acquisition du 19-10-2020. Dans les trois traitements, le chemin est visible mais particulièrement visible dans le traitement par la composition de la couleur de la différence normalisée entre les acquisitions du 24-10-2020 et du 29-10-2020 ou 5 jours avant l'apparition.

La figure ci-dessous montre le traitement par la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021, cela permet de mettre en évidence la disparition du chemin.

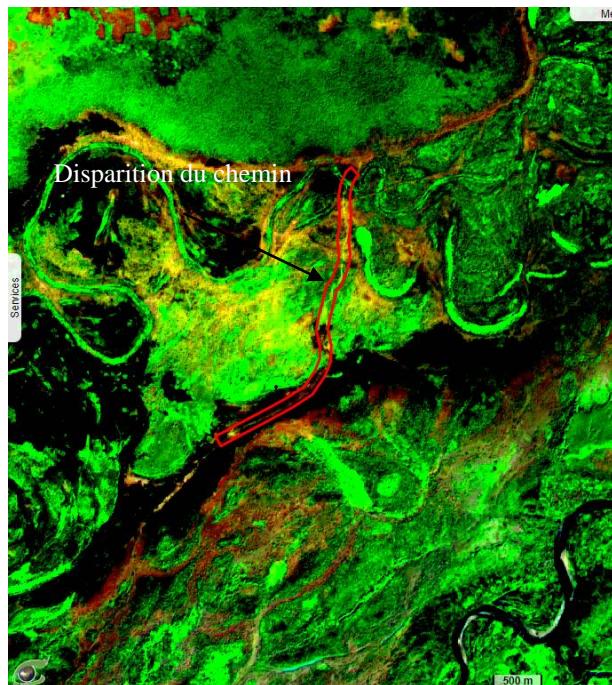


fig. 22 mise en évidence de la disparition du chemin Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 par la composition colorée de la différence normalisée entre les acquisitions du 29-10-2020 et du 07-05-2021

L'analyse des deux traitements appliqués montre que l'apparition et la disparition de ce chemin est visible par la composition colorée prédéfinie, la différence normalisée et la composition colorée de la différence normalisée

Enfin Apres avoir obtenu ce résultat vient l'étape de la création d'un Hyperlook ou est stocké le chemin trouvé et les traitement des images Sentinel-2.

4.2.3.3 Les caractéristiques du chemin

Après avoir trouvé un chemin de transhumance et vérifié que son apparition et sa disparition sont visibles dans un traitement d'image, Il est nécessaire de trouver les facteurs liés à son apparition et à sa disparition. Ces facteurs peuvent être les dates d'apparition et de disparition, l'opacité des nuages, la végétation,

l'apparition des terres brûlées, la direction de l'apparition du chemin, sa position par rapport à un plan d'eau etc.

En effet, le corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 est situé près de trois points d'eau qui sont l'id_166, id_167, id_168 et à proximité de 4 villages qui sont village_1, village_2, village_3, village_8. Le chemin apparaît du nord au sud donc il est descendant. Pendant la durée du chemin on remarque qu'il y a une apparition de terre brûlée le 29-10-2020. Entre le 03-11-2020 et le 08-11-2020 une partie du chemin est recouverte de terre brûlée mais il est encore possible de localiser le chemin grâce à la composition colorée 11, 8, 2. Il y a également une apparition d'une forte vague de chaleur le 2020-12-13, un retour de la végétation le 2021-01-02 et réapparition de la terre brûlée le 2021-01-07 le chemin s'efface sous la couche de terre brûlée et disparaît progressivement pour ne plus apparaître le 2021-05-07.

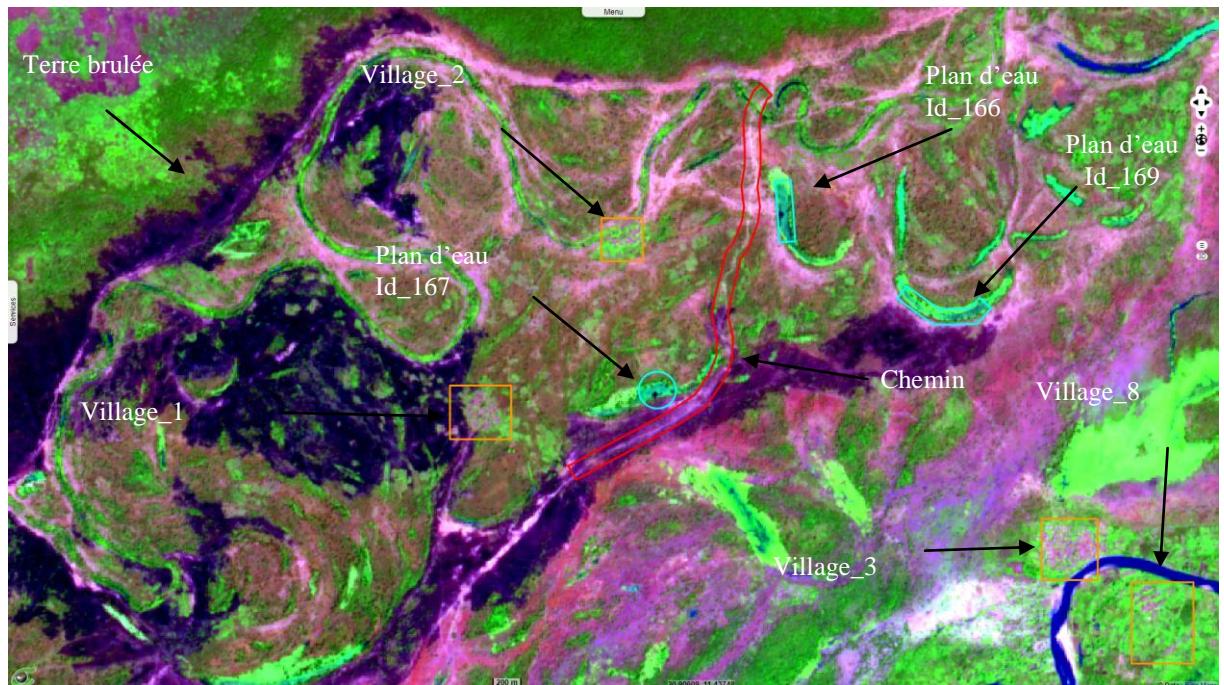


fig. 23 Visibilité du corridor Tile_34PDT_002_20201024_20201029_20210507 en rouge, des villages en orange, des plans d'eau en bleu et des terres brûlées en noir

Voici les différentes étapes pour enregistrer un couloir comme chemin de transhumance

5 RÉSULTAT DE L'ÉTUDE

La figure ci-dessous montre les corridors déjà trouvés et validés dans la zone d'étude.

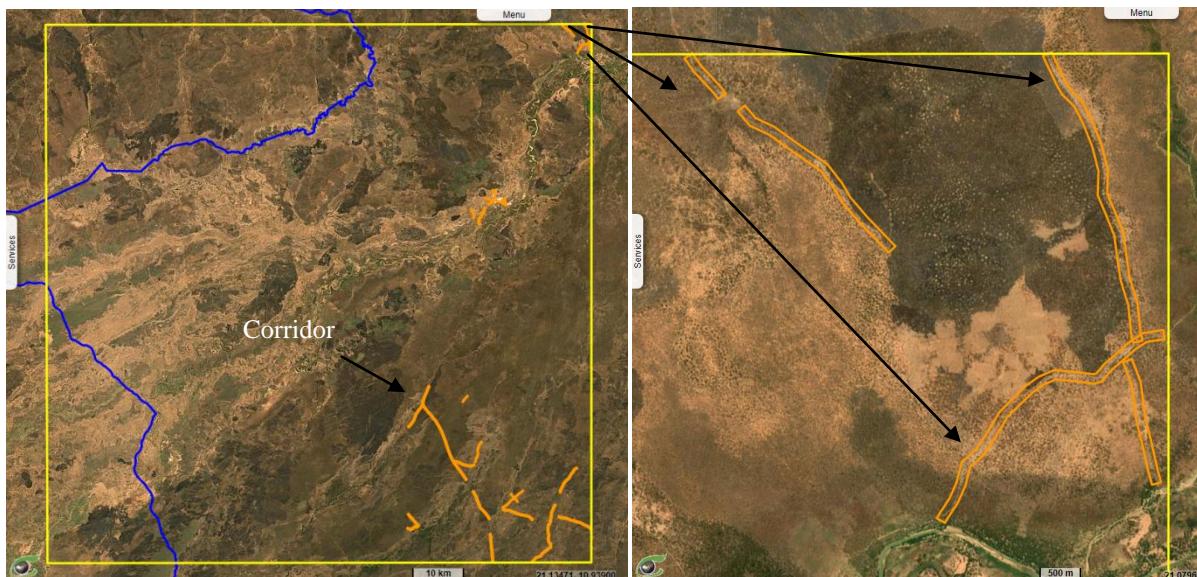


fig. 24 Résultat des corridors déjà trouvés en orange

Les chemins de transhumance trouvés sont ajoutés à un tableau Excel pour calculer le nombre de chemin par jour, mois et année. Dans le tableau Excel, on ajoute le temps, c'est-à-dire les jours, les mois et les années correspondant à la période d'étude, ainsi que les données sur les précipitations, c'est-à-dire le volume d'eau moyen, minimum et maximum par jour, mois et année. Ces données confirment les données de terrain selon lesquelles les éleveurs transhumants migrent vers le sud à la fin de la saison des pluies, c'est-à-dire à partir du mois d'octobre. Il y'a donc une corrélation entre la saisonnalité des précipitations et le nombre d'occurrences des parcours de transhumance, voir figure ci-dessous.

Correlation entre la saisonnalités des précipitations mensuelles et le nombre d'occurrence des chemins de transhumance

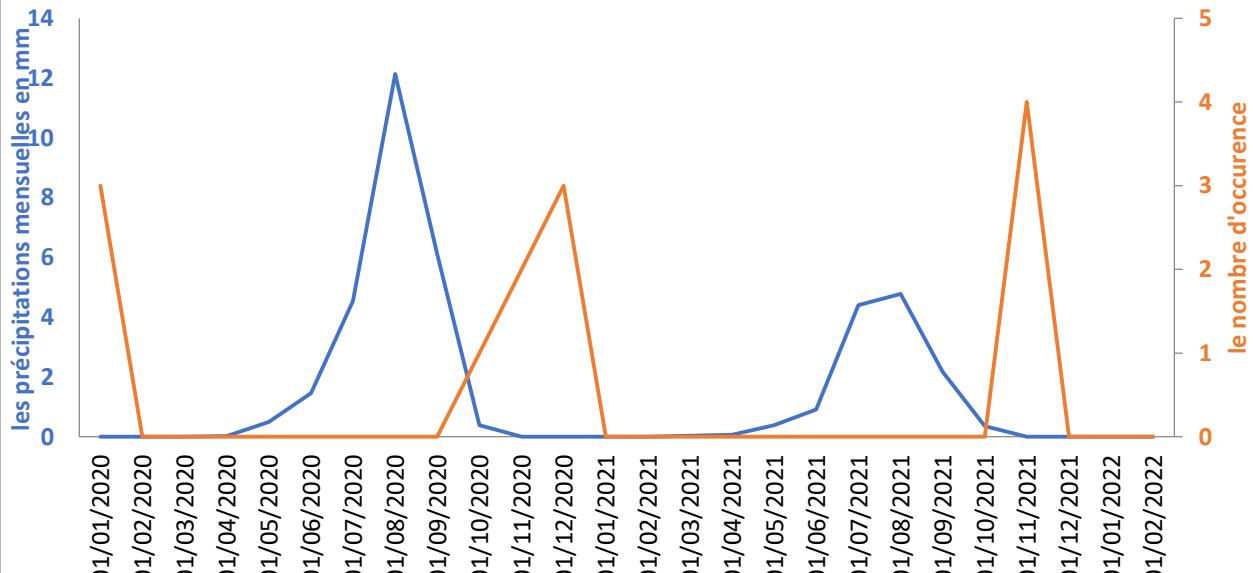


fig. 25 Correlation entre la saisonnalités des précipitations mensuelles en bleu et le nombre de chemin de transhumance en orange

6 CONCLUSION

L'objectif de ce stage est de réaliser une détection automatique des chemins de transhumance grâce à une modélisation mathématique des occurrences des chemins de transhumance. Pour atteindre cet objectif, il y a des étapes obligatoires telles que la bibliographie sur la transhumance, la formation sur les images de satellites c'est-à-dire la photo-interprétation et l'analyse des images Sentinel-2 via la plateforme VtWeb, la détection manuelle des chemins de transhumance, la corrélation entre la saisonnalité des précipitations et les occurrences des chemins de transhumance, la modélisation mathématique et la détection automatique des chemins de transhumance..

La bibliographie a permis de comprendre le sujet, c'est-à-dire le contexte, la problématique et le phénomène de la transhumance. La formation VtWeb a permis de connaître l'environnement de travail et les outils, logiciels et plateforme utiles pour produire un travail et des résultats valables. La détection manuelle des chemins de transhumance a permis de créer une base de données qui sera utile pour les étapes suivantes. Grâce aux premières données de la base de données obtenues, il est possible d'observer une corrélation entre la saisonnalité des précipitations et les occurrences des chemins de transhumance. voir figure 24

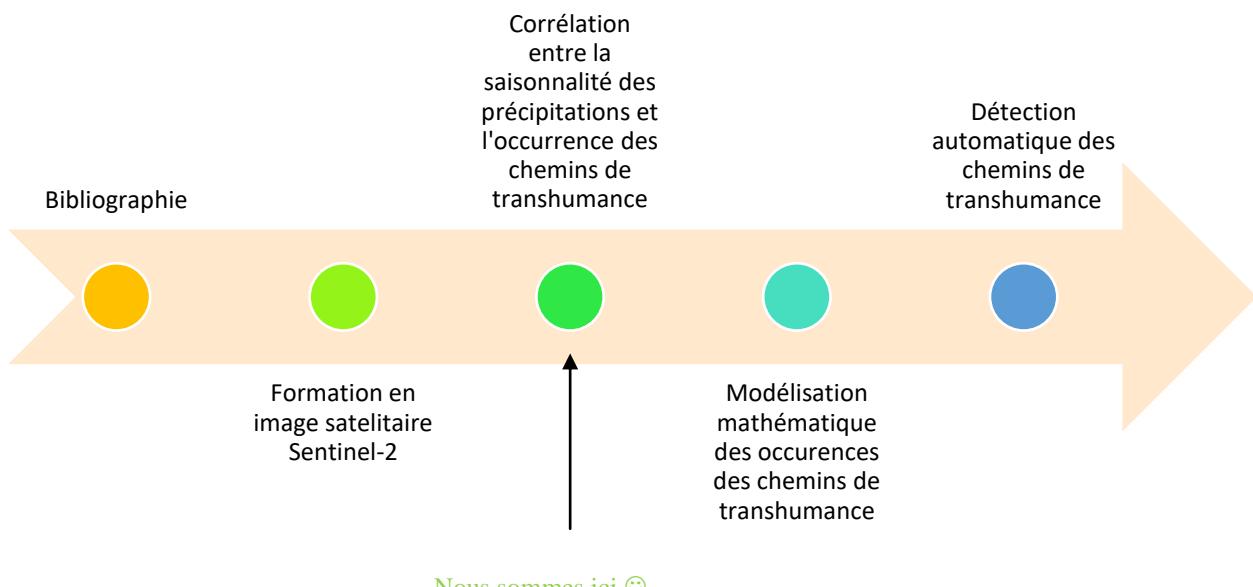


fig. 26 fig. 25 Chronologie de l'avancement du stage

La modélisation mathématique des chemins de transhumance me permettra de créer un modèle capable de détecter automatiquement les chemins de transhumance.