

REPUBLIQUE DU SENEGAL  
Un Peuple-Un But-Une Foi



MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE

\*\*\*\*\*

DIRECTION DES EAUX ET FORETS, CHASSES ET DE LA CONSERVATION DES SOLS

\*\*\*\*\*



**Dialogue politique et gestion des connaissances sur les stratégies de protection du climat (DIAPOL-CE)**

**PN 12.9230.9-003.00**

**N° du contrat : XXXXXXX**

**FORMATION DES FORMATEURS AUX TECHNIQUES DE DETECTION ET DE CARTOGRAPHIE DES IMPACTS DES FEUX DE BROUSSE**



**Centre Forestier de Recyclage de Thiès**

**De 06 au 10 Janvier 2025**

**El Hadji Ibrahima COLY,**  
**Ingénieur Hydrogéologue, Cartographique**

## Table des matières

1. Contexte et justification .....	3
2. Objectifs .....	3
3. Résultats attendus .....	4
4. Préparation de l'Atelier de Formation .....	4
5. Exécution de l'atelier de formation des formateurs .....	4
5.1. <i>Méthodologie de la formation</i> .....	4
5.2. <i>Déroulement de la formation</i> .....	5
6. Conclusion .....	14

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte de localisation d'un feu de brousse dans la commune de Niaguis / IREF Ziguinchor .....	11
Figure 2 : Diagramme des NDVI avant et après le feu dans la commune de Niaguiss / IREF Ziguinchor .....	12

## LISTES DES PHOTOS

Photo 1 : Groupe de travail de Tambacounda .....	9
Photo 2 : Groupe de travail de Kolda .....	9
Photo 3 : Groupe de travail de Ziguinchor .....	10
Photo 4 : Groupe de travail de Fatick .....	10
Photo 5 : Groupe de travail de Kédougou .....	11

## LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Quelques illustrations des séances de formation .....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Annexe 2 : Liste des participants à la Formation .....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

## 1. Contexte et justification

Les feux de brousse font partie des principaux facteurs de recul des forêts, de perte de la biodiversité et de paupérisation des populations. En plus de la destruction massive du capital floristique et faunique, ils détruisent les sols suite à la disparition de l'humus et des matières organiques. Par leur récurrence, les feux de brousse contribuent aux émissions de gaz à effet de serre à l'issue du brûlage de la savane, et menacent la permanence du carbone dans la biomasse.

D'après la Contribution Déterminée au Niveau national (CDN), 100 000 ha de forêts sont annuellement impactés par les feux de brousse. A ce titre, la lutte contre ce fléau constitue un des piliers majeurs de la CDN du secteur de la foresterie. En termes d'ambition, notre pays se fixe comme objectif de réduire de 90% les superficies forestières brûlées à l'horizon 2025-2030.

Pour y arriver, il est important de mettre en place des méthodologies relativement robustes pour une évaluation efficace de la dynamique spatio-temporelle des feux de brousse. L'amélioration des techniques de détection et d'évaluation des superficies brûlées viendront combler le déficit en ressources humaines et matérielles de l'administration forestière.

Elle viendra également s'inscrire dans la stratégie jusqu'ici déroulée par la Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des Sols (DEFCCS) à travers la campagne nationale de lutte contre les feux. Par ailleurs, cette session de renforcement de capacités du personnel forestier chargé de la gestion des feux de brousse, viendrait, par anticipation enclencher le processus de mise en œuvre de la stratégie nationale de gestion des feux de brousse (en cours d'élaboration).

C'est dans ce contexte que cette session de renforcement des capacités des formateurs en techniques de détection, de cartographie et d'estimation des superficies brûlées par les feux de brousse a été lancée par la Direction des Eaux et Forêts et Chasses et de la Conservation des Sols et appuyée par la GIZ.

## 2. Objectifs

L'objectif principal de cette activité est de renforcer les capacités des formateurs sur la gestion des feux de brousse à l'échelle nationale.

De manière spécifique, il est attendu de :

- Former les formateurs sur les techniques d'acquisition d'images satellitaires "Sentinelle 2" à travers la plateforme Copernicus ;
- Former les formateurs sur l'utilisation du système d'information géographique (SIG) dans la détection et la cartographie des feux de brousse ;

- Former les participants à l'analyse spatiale et au traitement de l'information relative aux feux de brousse ;
- Cartographier et évaluer les impacts (écologique, économiques et climatiques) liés aux feux de brousse ;
- Concevoir et valider un nouveau formulaire pour le renseignement des données relatives aux feux de brousse ;

### 3. Résultats attendus

Les résultats attendus à la suite de la formation sont les suivants :

- Les participants sont formés sur les techniques d'acquisition d'images satellitaires ;
- Les capacités des agents sont renforcées sur la caractérisation des feux et l'estimation des superficies brûlées à partir des outils de cartographie ;
- Les participants sont formés à l'analyse spatiale et au traitement de l'information relative aux feux de brousse ;
- Les participants sont à mesure de cartographier les étendues touchées par les feux de brousse et d'estimer les impacts (écologiques, économiques et climatiques) ;
- Les participants seront capables de concevoir un formulaire d'enquête électronique permettant de collecter les données liées à la lutte contre les feux de brousse est conçu ;

### 4. Préparation de l'Atelier de Formation

Cette phase a consisté à s'assurer que :

- Les fournitures de bureaux sont disponibles : matériel de formation (marqueurs, souris...) ;
- La logistique est prête : la disponibilité des salles de formation et leur arrangement, les installations relatives à la projection entre autres ;

L'administration du Centre Forestier de Recyclage de Thiès a pris toutes les mesures nécessaires pour une meilleure organisation de cette formation.

### 5. Exécution de l'atelier de formation des formateurs

#### 5.1. *Méthodologie de la formation*

La formation a été participative et co-animée par le consultant, M El Hadji Ibrahima COLY, Ingénieur Hydrogéologue Cartographe, Commandant Mamadou Kora, Chef de Division Changement Climatique, M Malick DIALLO Chef du Bureau Evaluation et Cartographie des Ressources à la Direction des Eaux et

Forêts, Chasses et conservation des sols, Mme Ndeye Khady DIAME, Stagiaire au bureau Changement Climatique.

Pour faciliter la compréhension des participants et les amener à adopter plus aisément les outils du SIG, des travaux dirigés et pratiques ont été effectués. La finalité est de contribuer à améliorer le niveau de maîtrise des acteurs concernés aux techniques de détection et d'évaluation des superficies brûlées par les feux de brousse, de réalisation d'un système d'alerte précoce avec les images MODIS et de l'utilisation du formulaire d'évaluation des impacts des feux de brousse

## **5.2. *Déroulement de la formation***

### **5.2.1. *Première Journée***

#### **Ouverture de la séance (09h40-10h00)**

Le lundi 6 janvier 2025 à 9h 40 min s'est tenue la cérémonie d'ouverture de la seconde session de formation des formateurs aux techniques de détection et de cartographie des impacts des feux de brousse organisée par la Directions des Eaux et Forêts, Chasses et de la conservation des sols en partenariat avec la GIZ. Cet atelier qui a rassemblé des experts en cartographie et télédétection à l'occurrence Lieutenant-colonel Mamadou Moustapha SARR, le cdt Mamadou KORA et l'Ingénieur Hydrogéologue El Hadji Ibrahima COLY a été officiellement ouvert par Lieutenant-Colonel Gilbert PANDOUPY, adjoint directeur du centre, qui a prononcé des mots de bienvenue. Ensuite, le Commandant Kora, modérateur de la session, a pris la parole pour :

- Contextualiser l'objectif de la formation ;
- Expliquer le partenariat entre la Direction des Eaux et Forêts et la GIZ financeur de la formation.

Le représentant de la GIZ, M Mouhamadou Abdallah SALL a ensuite prononcé un discours pour appuyer les propos du Commandant KORA.

Après s'en est suivi un tour de table pour permettre aux différents participants de se présenter.

#### **❖ Session 1 : Validation de l'agenda et cadrage de l'évènement (10h00-10h30)**

Le consultant El Hadji Ibrahima COLY est passé à la présentation de l'agenda de la formation. Ce dernier a fait l'objet d'une validation par l'ensemble des participants.

#### **❖ Session 2 : Présentation des outils et traitement des données (11h-13h30)**

Toujours dans la matinée, une présentation a été animée par le commandant Kora sur :

1. Les bases de la télédétection et du SIG :
    - Différentes couches :
      - Vecteurs : points, lignes et polygones.
      - Rasters : images représentées sous forme de pixels.
    - Satellites : mention des différents satellites comme "Sentinelle".
    - Systèmes de projection :
      - Sénégal situé dans les zones UTM 28N et 29N.
  2. Coordonnées géographiques : Une explication détaillée sur la correspondance entre les coordonnées longitude/latitude et les coordonnées X/Y a été faite.
- ❖ **Session 3** : TD/TP sur le téléchargement d'images satellitaires (14h30-17h30)

A la deuxième moitié de la journée, tous les participants ont été initiés à l'ouverture d'un compte dans le site Copernicus. Pour cela, un lien a été partagé afin d'accéder au portail de téléchargement d'image Sentinel-2. Après l'ouverture du compte, les différents paramètres de téléchargement d'images satellites de la série Sentinel ont été montré aux participants.

Le logiciel QGIS a été installé. Afin de faciliter son utilisation par les participants des eaux et forêts, l'extension HCMGIS a été installée, ce qui permet d'accéder à des fonds de carte comme Google Maps et Google Satellite, etc .

Le site de téléchargement de données climatiques, ABC-MAP a été présenté aux participants en fin de journée.

### 5.2.2. Deuxième journée

La séance a débuté par une récapitulation des activités réalisées lors de la première journée. Les participants ont revisité les concepts de base abordés, tels que la compréhension des SIG, l'importance de la cartographie dans l'analyse de la dégradation des terres, et les notions initiales sur l'utilisation de QGIS, mais aussi les techniques d'enregistrement et de téléchargement d'images satellitaires. Les échanges ont permis de répondre aux questions et de clarifier certains points techniques.

❖ **Session 4** : Importation des données vecteurs dans QGIS (09h00-13h30)

Les participants ont appris à :

- Ajouter une “couche vecteur” ;
- Importer les données CSV ;
- Créer une couche shapefile (point et polygone) ;
- Calculer les coordonnées et la superficie des polygones ;
- Extraire les sommets d'un polygone ;
- Fusionner des couches ;
- Créer des zones tampons ;
- Faire d'échantillonnage des points aléatoires.

❖ **Session 5 : Importation de données Raster (14h30-17h30)**

L'après-midi a été consacrée à des travaux pratiques sur l'analyse spatiale appliquée aux données raster.

Les participants ont appris à identifier les zones d'intérêt sur les plateformes de téléchargement et à choisir les paramètres adaptés à leurs besoins pour l'acquisition d'images satellitaires.

Une session pratique a permis de :

- Identifier les bandes visible B2, B3, B4, B8 et B8A ;
- Fusionner les bandes pour avoir une composition colorée permettant de voir les fausses couleurs ;
- Identifier les cas de feu de la zone d'étude ;
- Calculer le NDVI avant et après feu ;
- Echantillonner les points aléatoires ;
- Extraire les données NDVI à travers le raster ;
- Faire une extraction et découpage la zone d'étude.

Les travaux pratiques et dirigés ont permis de renforcer les compétences des participants sur les aspects techniques essentielles à la cartographie des feux de brousse. Les exercices pratiques ont favorisé l'apprentissage par l'expérimentation. Les participants sont désormais mieux préparés pour appliquer ces techniques dans leurs postes respectifs.

**5.2.3. Troisième journée**

❖ **Session 6 : Travaux de groupe/Cartographie des feux (09h-16h30)**

Les travaux de la troisième journée ont démarré par le débriefing des activités menées lors de la précédente journée, notamment l'importation des données vecteurs et raster.

Les participants ont été ensuite répartis en six groupes en fonction de leur région de provenance puis affectés dans trois salles différentes pour effectuer les travaux sur la cartographie des feux de brousse (étude de cas par région). Ils sont supervisés dans leurs travaux par le Colonel Mamadou SARR, le Capitaine Malick DIALLO, le Capitaine Sakoura BADIANE, Madame Ndeye Khady DIAME et L'ingénieur Hydrogéologue Cartographe Monsieur El hadji Ibrahima COLY.

Les activités menées durant les travaux de groupe sont :

- Le téléchargement des images satellitaires à partir de Copernicus et leur importation sur QGIS ;
- L'analyse spatiales des images raster pour la détection les feux avec l'importation des bandes 02, 03,04,08, faire la Composition colorée et la fusion des couches ;
- La détection des surfaces brûlées par visionnage d'images ou par des coordonnées, puis la création de couches, le calcul de superficie brûlée sur les zones d'intérêt ;
- La création de points aléatoires sur la ou les couches de la zone d'intérêt.
- Le Calcul d'indice (NDVI) avant et après le (s) feu (x) avec la formule suivante

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

PIR : proche infrarouge (Bande B8A)

R : la réflectance des canaux rouge (Bande 04)

- Après l'obtention du résultat, ces derniers ont été importés sur Excel pour pouvoir sortir les courbes d'évolution de l'INDVI avant et après feux et faire l'analyse pour tirer une conclusion.;



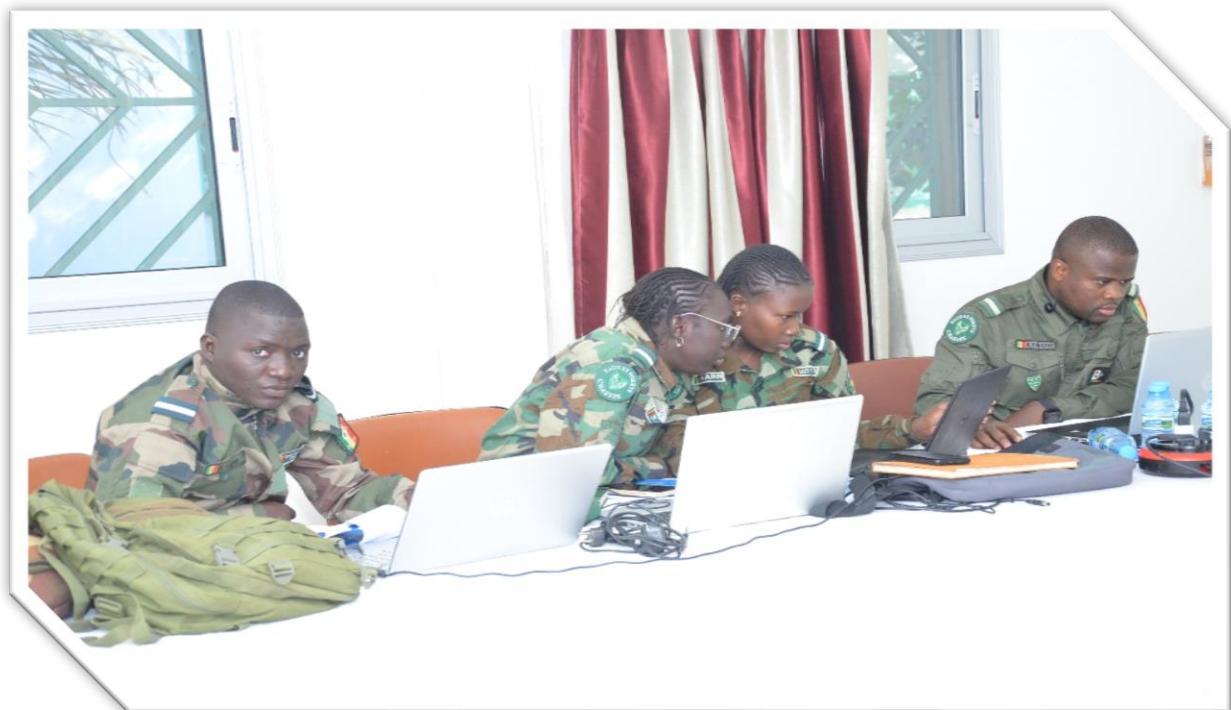
**Photo 1** : Groupe de travail de Tambacounda



**Photo 2** : Groupe de travail de Kolda



**Photo 3 :** Groupe de travail de Ziguinchor

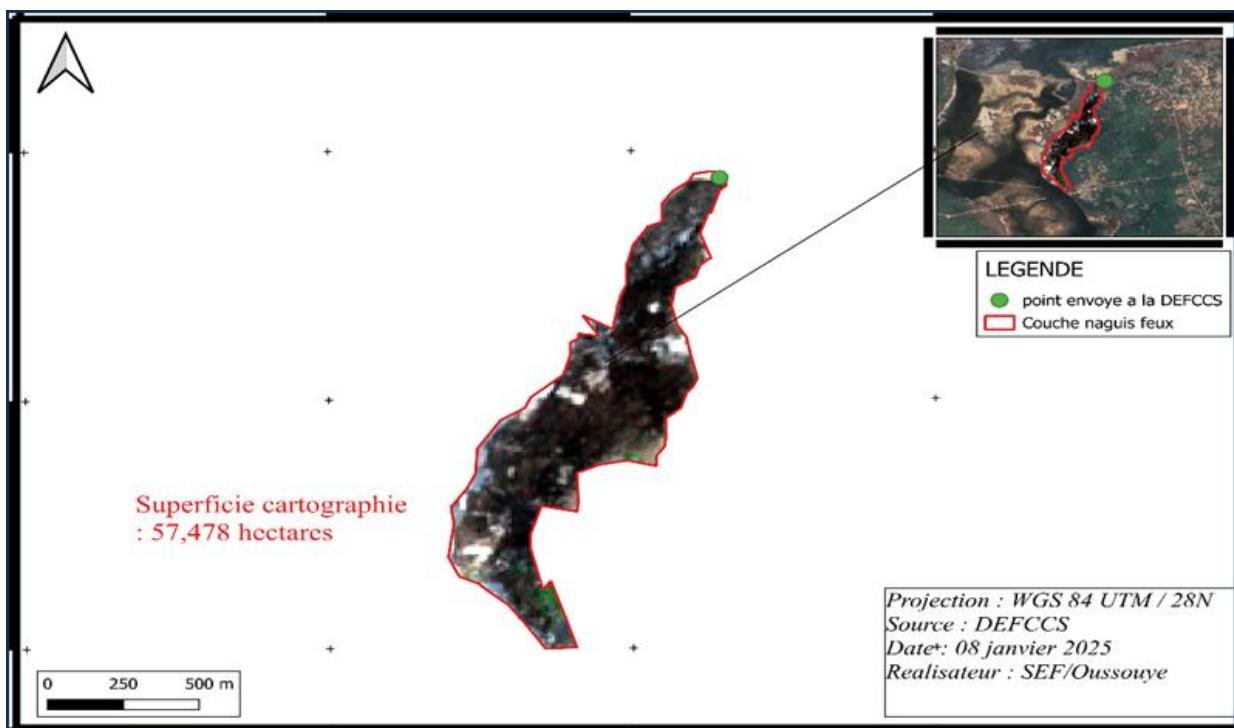


**Photo 4 :** Groupe de travail de Fatick



**Photo 5** : Groupe de travail de Kédougou

Exemple de cartes réalisées après trois jours de formation



**Figure 1** : Carte de localisation d'un feu de brousse dans la commune de Niaguis / IREF Ziguinchor

- Superficie estimée sur le terrain : 12 ha
- Superficie cartographiée : 57, 5 ha

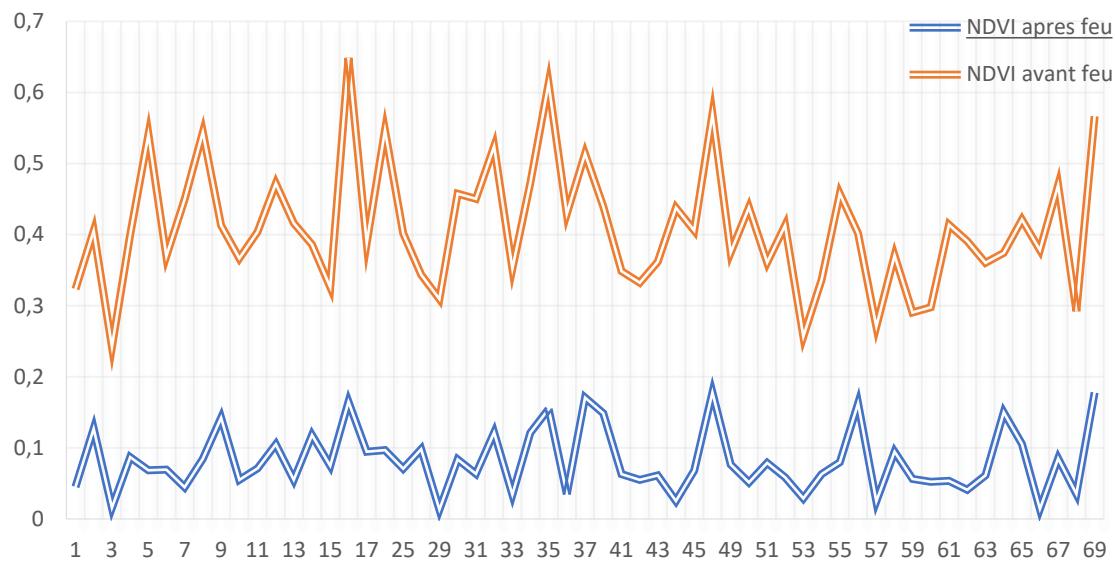


Figure 2 : Diagramme des NDVI avant et après le feu dans la commune de Niaguiss / IREF Ziguinchor

❖ **Session 7** : Mise en forme des cartes sur QGIS (16h30-18h10)

Les activités réalisées durant cette session sont :

- Un rappel sur les éléments qui composent une carte à savoir : le titre, l'orientation, la légende et la source ;
- Une réalisation de la mise en page a été effectuée tout en suivant les consignes de l'exposant. Cela a permis aux participants de connaître :
  - Comment importer une carte sur dans la mise en page, ;
  - Mettre les éléments de la carte (le titre, l'orientation, la légende et la source, Echelle...)
  - Comment ajouter un cadre, une grille de même que les coordonnées géographiques ;
  - Comment exporter une carte avec le format JPEG, PNG et PDF.

Cette séance a été close à 18h10minutes.

**5.2.4. Quatrième journée**

❖ **Session 8** : Révision générale (09h-13h30)

Lors de cette quatrième journée, une révision générale a été faite. Dans cette partie, l'équipe des formateurs est revenue sur les aspects faits depuis le début de la formation à savoir la collecte, le traitement des données et la réalisation d'une carte. Les formateurs ont par la suite expliqué le processus utilisé pour réussir à exporter les données d'un appareil GPS vers le logiciel QGIS et comment faire pour télécharger un trajet à partir de google maps. Les participants ont également été initiés sur l'importation d'une zone d'intérêt dans la plateforme copernicus. Dans cette partie l'accent a été mis sur la compression

de toutes les extensions de la couche dans un fichier Zip ou l'utilisation de l'extension KML pour réussir l'importation.

Par ailleurs, les formateurs ont montré aux participants comment télécharger les "couches vecteurs" dans QGIS en utilisant l'extension HCMGIS. En guise d'exemple les couches vecteurs du Sénégal ont été téléchargé pour aider à la compréhension.

Lors des échanges avec les participants, la question de l'utilisation de l'indice Norme Line Brun (NBR) a également été abordée. Les formateurs ont sommairement expliqué l'utilité de la plateforme Google Earth Engine qui, une fois maîtrisé permet le calcul rapide des indices d'une zone donnée. Par ailleurs la maîtrise de cette plateforme nécessite des connaissances de base en codage.

Après la pause-café, jusqu'à 13h30, les participants se sont regroupés pour poursuivre les travaux de groupe afin de finaliser leur rapport de projet en cours.

❖ **Session 9** : Présentation du formulaire d'évaluation des impacts des feux de brousse (14h30-16h30)

Dans l'après-midi les formateurs ont fait la présentation du nouveau formulaire de la plateforme drive de suivi de feu de brousse. Cette plateforme permet aux chefs de Division Protection Forêts des différentes régions de renseigner toutes les informations relatives au cas de feux. Ces informations seront instantanément réceptionnées dans cette plateforme par les agents de la Division protections des forêts au niveau central. Dans sa présentation, l'accent a été mis sur la nécessité de bien renseigner toutes les rubriques de la plateforme mais aussi et surtout d'accorder une importance capitale à l'évaluation des impacts des feux de brousse sur le tapis herbacé, la régénération naturelle, la biomasse ligneuse l'émission de gaz à effet de serre.

L'évaluation des impacts des feux de brousse sera facilitée d'après les formateurs par les données recueillis sur les différentes placettes permanentes du service des Eaux et forêts installés dans toutes les forêts classées des zones éco géographiques du Sénégal.

❖ **Session 10** : Système d'alerte précoce (16h35-17h00)

A la suite de la présentation du formulaire, les formateurs ont montré comment réaliser un système d'alerte précoce avec les images MODIS, VIRS et LANDSAT de la plateforme NASA FIRM. Cette plateforme permet d'alerter instantanément ou suivant une période choisie les cas de feux de brousse ou de points chaud d'une zone donnée.

La présentation est terminée à 18h00 par montré comment télécharger et utiliser l'algorithme Unsupervised classifier qui est un algorithme qui permet de classifier les différentes informations d'une image.

#### **5.2.5. Cinquième journée**

Cette cinquième et dernière journée est marquée par la présentation des travaux de groupes par les agents des différentes régions et la cérémonie de clôture dirigée par le Directeur du centre FoReT. En effet, les séries de restitutions des travaux de groupe ont montré globalement un niveau élevé de la compréhension des participants.

Cependant quelques points d'attention ont été remarqués. Il s'agit surtout de la mise en forme des cartes. Sur l'ensemble de ces points l'équipe de formateurs a apporté les éclairages nécessaires pour marquer une progression rationnelle dans les travaux des participants.

### **6. Conclusion**

La formation des formateurs en technique de détection, de cartographie et d'évaluation des impacts des feux de brousse organisé à Thiès du 06 au 10 Janvier 2025 a permis de renforcer les compétences des participants. Ces derniers venant de diverses régions et affiliés à la Direction des Eaux et Forêts, Chasses et de la Conservation des sols ont fait preuve d'assiduité et d'engagement malgré le temps relativement court.

A ce stade, les participants se sentent bien outillés pour d'abord consolider les acquis de cette formation mais aussi de prendre le relais une fois dans leurs différents secteurs de former leurs collègues.

La mise en œuvre des acquis de cette formation permettrait aux participants de réduire leur niveau d'effort lors de la caractérisation d'un feu de brousse et de ses effets sur la biodiversité.

