

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 : XXXXXXXX

RAPPORT DE L'ATELIER DE FORMATION SUR LE SUIVI ET LA CARTOGRAPHIE DES FEUX DE BROUSSE PAR TELEDETECTION ET EVALUATION DES IMPACTS



Du Lundi 16 au Vendredi 20 décembre 2024 au Centre Forêt de Thiès

❖ RAPPEL DU CONTEXTE

La Direction des Eaux et Forêts, Chasse et de la Conservation des Sols (DEFCCS) en collaboration avec la GIZ a organisé un atelier de formation sur la cartographie des feux de brousse du lundi 16 au vendredi 20 décembre 2024 au centre de forêt de Thiès. En effet, la lutte contre les feux de brousse constitue un des piliers majeurs de la contribution déterminée au niveau national (CDN) du secteur de la foresterie. D'ici l'horizon 2025-2030, le Sénégal s'est fixé comme objectifs majeurs de réduire les superficies forestières brûlées de l'ordre de 90 %. 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. A cet effet, l'amélioration des techniques de détection et d'évaluation des superficies brûlées va contribuer à combler le déficit en ressources humaines et matérielles de l'administration forestière. C'est dans ce contexte, que la DEFCCS a organisé cet atelier de formation avec comme objectif principal de renforcer les capacités des agents des Eaux et Forêts sur la gestion des feux de brousse à l'échelle nationale. Les objectifs spécifiques de l'atelier précisés dans les TDR consistent à :

- Concevoir et valider un nouveau formulaire pour le renseignement des données relatives aux feux de brousse ;
- 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 spatiale relative aux feux de brousse ;
- Cartographier et évaluer les impacts (écologique, économiques et climatiques) liés aux feux de brousse.

Le présent rapport synthétise le contenu des activités déroulées durant les cinq jours des sessions de formation.

❖ JOUR 1 (LUNDI 16 DÉCEMBRE 2024)

Après l'accueil et la mise en place des participants à 09h 30mn, le **Lieutenant-Colonel Mamadou GAYE**, Directeur du Centre Forêts de Thiès, a prononcé les mots de bienvenue tout en encourageant les participants à être attentifs pour bien tirer profit des résultats attendus de l'atelier.

Ensuite, **Monsieur Mohamed Aballah SALL**, représentant de la GIZ, après avoir remercié les participants de leur déplacement pour suivre la formation a insisté sur la collaboration entre la DEFCCS et la GIZ dont la finalité est de renforcer les capacités des acteurs de développement à agir sur les problématiques de gestion durable des terres et de renforcement des communautés à la résilience face au changement climatique.

Enfin, le représentant du Directeur des Eaux et Forêts, le **Commandant Mamadou KORA** à son tour souhaité un bienvenu aux participants, en rappelant le contexte et l'objectif de cette 1ère Session de formation. Lors de cette intervention, il a transmis un message très important du Directeur des Eaux et Forêts pour souligner les attentes d'ordre pratique de cet atelier. Au sortir de cet atelier selon le Commandant Mamadou Kora, les participants doivent être opérationnels dans la démarche de cartographie des feux de brousse à l'aide des outils de la télédétection. Dans le cadrage des objectifs de l'atelier, le Commandant Kora est revenu sur l'intérêt de faire recours aux approches de la télédétection pour réaliser la cartographie des feux de brousse. Il obéit selon lui à des impératifs de l'exactitude et de l'exhaustivité dans le processus de collecte et de traitement de l'information lié aux feux de brousse.

L'agenda de l'atelier a été présenté par **Dr Macoumba LOUM**, consultant en Géomatique, Gestion Durable de Terres et Changement Climatique, animateur de l'atelier de formation.

L'adoption de l'agenda est suivie après la pause- café, par une présentation portant sur les généralités de la télédétection et les systèmes d'information géographiques (SIG) avec comme points saillants développés :

- Une brève introduction sur la géomatique ;
- Une présentation sur les plateformes des données satellitaires ;
- L'enregistrement sur les plateformes des images satellitaires.

Le Consultant à l'aide d'un support PowerPoint est revenu sur les concepts de Géomatique, télédétection et SIG.

- **Géomatique** : Discipline ayant pour objet la **Gestion des Données à référence spatiale** et faisant appel aux **Sciences** et aux **Technologies**

reliées à l'Acquisition, le **Stockage**, le **Traitement** et la **Diffusion** de ces données (l'Office de la Langue française du Québec).

- **Télédétection** : Ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance sans contact matériel avec ces objets ;
- **SIG** : Ils incluent les dimensions de représentation des données à référence spatiale, la projection, la source et le format de ces données ainsi que les logiciels de traitement.

Après les questions réponses sur les généralités des SIG et télédétection, le consultant a fait une présentation sur la plateforme de **Earth Explorer** qui permet de télécharger des images satellitaires Landsat. Le Consultant a beaucoup insisté sur la générartion 2/niveau 2 qui permet de télécharger des images Landsat 8 et 9, Landast ETM 7 et Landsat 4-5 TM avec des données qui peuvent remonter jusqu'en 1980.

Après la pause déjeuner, le Consultant a fait une présentation sur la plateforme Copernicus qui permet de télécharger des images satellitaires Sentinel 2 avec des possibilités d'avoir des résolutions spatiales jusqu'à 10 m. Ensuite une démonstration sur la procédure d'inscription sur la plateforme a permis aux participants de s'inscrire sur Copernicus pour pouvoir télécharger gratuitement des images satellitaires afin de faire les traitements appropriés.

Les étapes du téléchargement des images sur Copernicus :

- Inscription des participants ;
- Se connecter sur le logiciel Copernicus (NU, MP) ;
- Zoom sur le Sénégal ;
- Critère de recherche (définir la zone d'étude et la période d'intervention) ;
- Dataset (choisir le capteur Sentinel 2 ou Sentinel 1) ;
- Lancer la recherche et visualiser les images disponibles ;
- Télécharger les images les plus appropriées sous format compressé ;

A la fin de la journée, il est demandé à chaque IREF de télécharger des images Sentinel 2 de sa zone respective où des feux de brousse pourront être détectés. Ces images sont utilisées dans les travaux de groupe.

❖ **JOUR 2 (Mardi 17 décembre 2024)**

Les travaux de la journée du 17 Décembre 2024 ont démarré à 09H 10 mn par une présentation du rapport de la première journée par l'équipe de la région de Kaffrine.

Le Commandant Kora a apporté des précisions sur le choix de Sentinel 2 lié à la résolution spatiale de 10 permettant de détecter avec précision les feux de brousse.

Le consultant Dr Macoumba LOUM est revenu sur les trois (03) leviers à retenir pour réaliser une cartographie des feux de brousses à l'aide des outils de la télédétection. Il s'agit des données satellitaires (Sentinel 2), le logiciel QGIS et des données d'observation (données GPS sur les feux collectées sur le terrain). Le Consultant est aussi revenu également sur les différentes bandes spectrales de Sentinel 2 et leurs rôles notamment les bandes du visible et celles du proche infrarouge (B2, B3, B4, B8 et B8A) qui sont utilisées pour la cartographie des feux de brousse.

Le logiciel QGIS a fait l'objet de présentation notamment les applications qui permettent de traiter les images satellitaires Sentinel 2 ainsi que les données sous format shape. Les feux de brousse du département de Linguère sont pris comme étude de cas pour procéder à la numérisation des sites brûlés et le calcul des indices de végétation pour comparer des valeurs de NDVI sur l'image sans les feux et les indices sur l'image avec les feux de brousse.

Dans la pratique, il est demandé à tout un chacun d'ouvrir le logiciel QGIS où le consultant a expliqué les principaux onglets à utiliser pour réaliser la cartographie des feux (notamment Onglets projet, couche, vecteurs et rasters). Auparavant, selon le Consultant, Il est toujours bien d'avoir le réflexe d'enregistrer son projet après démarrage du logiciel QGIS avant de commencer à traiter les données. Pour rappel, les données SIG sont sous deux (02) formats : les données vectorielles (shapefile) et les données rasters (images satellitaires).

Au retour de la pause, le Consultant appuyé par le Commandant Mamadou KORA, est revenu sur les étapes suivantes pour traiter les données sur QGIS.

- ❖ Ajouter des données Vectorielles : Les coordonnées GPS des feux de brousse récupérées sous format Excel peuvent être converties en shapefile. Avec QGIS, il est recommandé de sauvegarder d'abord les données en format CSV et de les ajouter sous format vecteur (voir tutoriel).
- ❖ Ajouter des données Raster : L'onglet Raster de QGIS permet d'ajouter les bandes spectrales de Sentinel 2 qui sont des Rasters. La composition colorée de l'image Sentinel avec la combinaison des différentes bandes (B2, B3, B4, B8 et B8A) permet d'améliorer la visibilité et la clarté de l'image pour pouvoir procéder à la numérisation des feux de brousse. La numérisation sous forme de polygone permet de calculer la superficie des terres brûlées en activant le mode édition de la couche des feux de brousse. Ensuite le calcul et l'analyse des

valeurs de NDVI (Indice de végétation par la différence normalisée) permettent de confirmer les superficies des terres brûlées détectées à partir des images satellitaires avec des données chiffrées.

Formule du NDVI : (Proche infrarouge-rouge) / (Proche infrarouge +rouge)

Les applications de traitement d'images satellitaires sur l'étude de cas du département de Linguère ont permis aux participants d'avoir une prise en main sur le logiciel QGIS pour bien se préparer aux travaux de groupe.

❖ JOUR 3 (MERCREDI 18 DECEMBRE 2024)

Le jour 3 de l'atelier est consacré aux travaux de groupe. Le Commandant Kora a rappelé les points forts de la deuxième journée en insistant sur les objectifs des travaux de groupe qui consistent surtout à bien maîtriser la méthodologie de cartographie des feux de brousse par des approches de la télédétection.

Ensuite, le Consultant Dr LOUM a présenté l'exercice à faire par les groupes de travail constitués par les IREF de Thiès, Louga, Saint Louis, Matam, Louga, Kaolack et Kaffrine. Les questions de l'exercice devraient permettre aux apprenants de bien s'approprier de la démarche de cartographie des feux de brousse avec le logiciel QGIS utilisant les données Sentinel 2 et des données d'observations sur les feux collectés par GPS. Chaque IREF assisté par le Consultant, le Commandant Kora, Mame Khady, les Capitaines Diallo et Mariétou, devrait effectuer les tâches ci-dessous dans sa zone.

- ✓ Afficher sur QGIS les bandes de l'image satellitaire Sentinel 2 du visible et du proche infrarouge ;
- ✓ Créer une composition colorée de l'image Sentinel 2 en fusionnant les 5 bandes spectrales (B2, B3, B4, B8 et B8A) ;
- ✓ Numériser les superficies des terres brûlées (site assez représentatif supérieur à 50 ha) ;
- ✓ Calculer la superficie des terres brûlées en ha ;
- ✓ Calculer et enregistrer le NDVI ;
- ✓ Extraire les valeurs de NDVI sur 30 à 50 échantillons aléatoires sur une image avec feu et une image précédente sans les feux ;
- ✓ Renseigner les coordonnées X et Y des échantillons aléatoires de NDVI ;
- ✓ Présenter les résultats sous forme de rapport avec un fond de carte élaboré sur QGIS.

Les travaux de groupe qui devraient être restitués sous forme de rapport par IREF ont occupé tout le jour 3 et une partie du jour 4.

❖ JOUR 4 (JEUDI 19 décembre 2024)

Le jour 4 est consacré principalement à la revue du formulaire de suivi des feux de brousse par Commandant Mamadou Kora et Capitaine Mariétou TENDENG. Ils ont souligné l'importance d'envoyer les données hebdomadaires à temps, bien que l'envoi soit initialement prévu le weekend. Ils ont insisté sur les dispositions à prendre pour

éviter les retards dans la transmission des données qui impactent sur leur organisation. Selon eux, les données du bilan de la campagne doivent être distinctes des données du rapport annuel ; une correction à ce niveau a été également soulignée. De même, il a été souligné de ne pas considérer les feux du troisième trimestre de l'année N-1 (2023) dans le rapport annuel de l'année N (2024). Sur ce, une discussion a été ouverte, permettant aux participants de partager leurs contributions sur les problématiques soulevées et des réponses ont été apportées par le Commandant KORA et Capitaine TENDENG.

A cette occasion, le formulaire a été mis à jour. Certaines variables ont fait l'objet de fusion pour faciliter le suivi-évaluation tandis que d'autres ont fait leur intégration dans le dispositif. En termes de nouveautés, les variables suivantes ont été ajoutées dans le formulaire de suivi hebdomadaire. Il s'agit de :

- Quantité de biomasse herbacée consommée ;
- Masse sèche affectée par les feux de brousse ;
- Nombre de pousses calcinés par les feux de brousse ;
- Quantité de gaz à effet de serre émise dans l'atmosphère.

Après la pause déjeuner, le Commandant KORA a fait une présentation sur le système d'alerte et de détection précoce (SAP) des feux de brousse avec la plateforme de la NASA en revenant sur ses trois fonctionnalités principales :

- **Alertes** : Notifications en temps quasi réel lorsqu'un feu est détecté dans une zone spécifique.
- **Archives** : Accès à des données historiques sur les feux. Exemple donné : une photo montrant un feu dans le Sénégal oriental.
- **Création d'alertes départementales** : Processus pour configurer des alertes.

Pour accéder aux données de la NASA, le Commandant a expliqué, dans les détails, les étapes ci-dessous à suivre :

- Cliquer sur "Archive Download" ;
- Créer un compte et s'enregistrer ;
- Un code est envoyé par e-mail ;
- Valider et accéder au site.

Grâce aux informations géolocalisées fournies par le site, il est possible de vérifier s'il s'agit d'un feu réel en exportant les données tabulaires vers un logiciel de SIG. Ainsi,

les participants ont créé leurs comptes sur la plateforme NASA afin de recevoir des messages d'alerte de feu. Suite à cela, des questions ont été posées par les participants pour élucider certaines parties. Enfin, les participants ont continué leurs travaux de groupe afin de fusionner leurs couches shapefile de feux de leurs différentes zones. En fin de journée, le Consultant Dr LOUM a fait un bref rappel sur les travaux de groupe pour la finalisation des rapports par région avec :

- Un rappel sur la mise en page de la carte sur QGIS ;
- Le paramétrage du logiciel QGIS pour convertir les superficies de m² en ha ;
- La fusion des couches sur les feux de brousse ;
- L'extraction des valeurs de NDVI avec la boite à outil de QGIS ;
- Les installations des extensions sur Q GIS : Batch GPS Importer, Garmin Custom Map et HCMGIS.

JOUR 5 (VENDREDI 20 DECEMBRE 2024)

Le dernier jour de l'atelier est marqué par la présentation de la plateforme ABC-Map et du tutoriel de formation suivi de l'évaluation de l'atelier par les participants.

- Avec la plateforme ABC-Map, le consultant a expliqué aux participants la possibilité d'acquérir des données climatiques (précipitations, températures) sur de longues durées de même que la situation de référence dans certains secteurs de l'AFOLU (Agriculture, Foresterie et Autres utilisation des terres).
- Sur le tutoriel de formation, sont expliquées avec des illustrations à l'appui, les différentes étapes pour réaliser la cartographie des feux de brousse avec le logiciel Q GIS à l'aide des images satellitaires Sentinel 2.
- Concernant l'évaluation de l'atelier, les apprenant ont jugé satisfaisant le déroulement de l'atelier. Ils ont remercié vivement la direction DEFCCS pour le contenu de l'atelier, le centre forêt pour les conditions d'hébergement, le Consultant et le partenaire la GIZ d'avoir soutenu l'organisation de l'atelier.

Le représentant du Directeur du Centre Forêt s'est félicité du bon déroulement de l'atelier et a exhorté les participants à bien mettre en application les compétences reçues durant cette formation.

Le Commandant KORA au nom du Directeur des Eaux et Forêts a remercié les participants pour leur participation active de même que le Consultant pour sa disponibilité et sa patience. Il a formulé un bon retour aux participants tout en rappelant les principales recommandations de l'atelier.

❖ **Recommandations de l'atelier :**

- ✓ Passage de la production de bulletin de la fréquence hebdomadaire à celle bihebdomadaire pour garantir la fiabilité des statistiques ;
- ✓ Renforcer les moyens logistiques des IREF (ordinateurs pour le stockage des données, GPS pour l'acquisition des données) ;
- ✓ Démultiplier les acquis de la formation auprès d'agents n'ayant pas participé à cette présente session ;
- ✓ Continuer les applications sur QGIS pour mieux s'approprier de la méthodologie de cartographie des feux de brousse par traitement de données satellitaires.

ANNEXE : Feuille de présence

N°	Prénom	Nom	Fonction	Structure	Provenance	Telephone	E-mail
1	Modou Moustapha	SARR	Lt-Col Modou Moustapha SARR	DAPF /DEFCC	Dakar	779840350	modoumoustaphasarr@gmail.com
2	Mamadou	SONKO	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Dakar	770386436	mamadou93sk@gmail.com
3	Nanthiely	NDIAYE	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Kaffrine	776258766	nanthielyndiaye@gmail.com
4	Mbaye Sy	DIOUF	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Kaffrine	772680466	mbayesydiouf63@gmail.com
5	Sira	DIALLO	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Birkilane	776173775	diallosira03@gmail.com
6	Mactar	DIAW	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Koungheul	774470494	mathdiaw1993@gmail
7	Mouhamadou Bamba	THIOYE	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Malhem Hodar	771630825	bambathioye87@gmail.com
8	Pape Oumar	SECK	Bureau Inventaire et Cartographie	BIC	Kaolack	775776644	papeseck2019@yahoo.com
9	Aminata	NIANG	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Kaolack	777488247	niangaminata313@gmail.com
10	Mame Seynabou Kassé	DIARRA	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Kaolack	778407561	seynaboudierra2193@gmail.com
11	Pape Babaly	TANDIANG	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Guinguinéo	781386930	babalytandiang@gmail.com
12	Ibrahima	NDONG	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Nioro du Rip	781208135	ibrahimandong3@gmail.com
13	Ndeye Amy	MOUTHA	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Louga	778403079	amimoutha@gmail.com
14	El hadji Bouré	Diouf	Brigade Keur Momar SARR	SEF	Louga	772023252	elhadjiboure@gmail.com
15	El Hadji Ibrahima	BITE YE	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Kébémer	778387128	elhadjibrahimabiteye@gmail.com
16	Abdoulaye	NIANG	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Linguère	778006556	niangniang44@gmail.com
17	Mababa	DRAME	Chef de Brigade spéciale	BEF	Dolly	772780078	mababa84@yahoo.fr
18	Adjiratou Fama	DIOP	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Matam	774905912	diopadjiratoufama@gmail.com
19	Oumar	DE ME	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Matam	771372566	oumarde997@gmail.com
20	Ngouda	FALL	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Kanel	771259679	fallngouda0022@gmail.com
21	El Hadji Gora	SARR	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Ranérou-Ferlo	785945454	sarrehadjigora@gmail.com
22	Boubacar Demba	BALDE	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Saint-Louis	774158707	baldeboubacar31@gmail.com
23	Ndeye Coumba	SENE	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Saint-Louis	772435289	nsene90@gmail.com
24	Alpha Amadou	DIALLO	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Dagana	775039668	jahloalpha93@yahoo.com
25	Baye Assane	SECK	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Podor	777982808	bayeassanes@gmail.com
26	Mahani	CISSE	Chef de Division Protection des Forêts	IREF	Thiès	775607615	hanima90@hotmail.fr
27	Khadim	NIOM	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Thiès	756395607	khadimniom8@gmail.com
28	Antoine	DIONE	Chef brigade centrale	SEF	Mbour	776536386	dionewaly1970@gmail.com
29	Awa	FALL	Adjoint Chef de Secteur	SEF	Tivaouane	773036113	awafall70@gmail.com
30	Marietou	TF NDE NG	DPF/DEFCCS	DEFCCS	Dakar	771496048	lmtenedeng02@gmail.com
31	Ndeye Khady	DIAME	Stagiaire DPF-BCC	DEFCCS	Dakar	760216356	ndeyekhadydiame@gmail.com
32	Malick	DIALLO	CERSI	DEFCCS	Dakar	774949090	milkdiallo1@gmail.com

PHOTO

