

INDICE DE RISQUE D'INCENDIE DE FORÊTS A L'AIDE DU SIG DANS LA WILAYA DE SKIKDA, ALGÉRIE

AOUDA Said^{1*} et MAHDI Yousra²

1. Université des Sciences et Technologies Haouari Boumedaine, Faculté des Sciences de la Terre et Aménagement du Territoire, Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Alger, Algérie
2. Université Mostafa Ben Boulaid de Batna-2-, Institut des Sciences de la Terre et de l'Univers, Département Géographie et Aménagement du Territoire, Batna, Algérie

Reçu le 05/02/2023, Révisé le 28/11/2023, Accepté le 10/12/2023

Résumé

La forêt algérienne fait face, depuis plusieurs décennies, à une accentuation des facteurs de dégradation dont le facteur le plus redoutable est incendie, elle constitue le principal danger qui a des effets graves et dévastateurs avec des dégâts irréversibles.

Ce travail a pour objectif d'établir une cartographie de la vulnérabilité aux feux de forêts dans la wilaya de Skikda par l'application d'un modèle mis en place par *Dagorne* et testés sur les massifs forestiers de la région méditerranéenne.

En outre, ce travail a pour objet par la même occasion de mettre en évidence l'apport des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans l'analyse et la cartographie des incendies de forêts. En effet, les méthodes classiques utilisées pour la prévention de ces phénomènes demeurent une solution insatisfaisante puisque elles sont moins fiables dans la majorité des cas à cause du grand nombre de facteurs intervenant dans l'analyse. Pour cela, nous avons fait appel aux nouvelles technologies de la gestion de l'information géographique, en l'occurrence la géomatique à travers ses composantes.

Mots clés : incendies de forêt, Risque, vulnérabilité, SIG, Skikda.

FOREST FIRE RISK INDEX USING GIS, IN THE WILAYA OF SKIKDA, ALGERIA

Abstract

The Algerian forest has been facing, for several decades, an accentuation of degradation factors, the most formidable factor of which is fire; it constitutes the main danger, which has serious and devastating effects with irreversible damage. This work aims to establish a mapping of vulnerability to forest fires in the wilaya of Skikda by applying a model set up by *Dagorne* and tested on the forests of the Mediterranean region.

In addition, this work aims at the same time to highlight the contribution of geographic information systems (GIS) in the analysis and mapping of forest fires. Indeed, the traditional methods used for the prevention of these phenomena remain an unsatisfactory solution since they are less reliable in the majority of the cases because of the great number of factors intervening in the analysis. For this, we have used new technologies for the management of geographic information, in this case geomatics through its components.

Keywords: forest fires, Risk, vulnerability, GIS, Skikda

*Auteur correspondant: AOUDA Said, E-mail: said10aouda@gmail.com

INTRODUCTION

La géomatique est un outil très complémentaire à ces approches matériaux conventionnels pour la prévention et la gestion des catastrophes. En effet, Le SIG est un outil puissant de collecte, de gestion et d'analyse des collections. Beaucoup d'informations liées à un territoire ou à un phénomène [1].

Notre travail vise à construire des cartes de risque d'incendie de forêt de la région de Skikda, la création de cette carte nécessite l'application du modèle établi par Dagorne [2], et testé sur des parcelles forestières la région méditerranéenne. Pour appliquer et valider ce modèle ont été utilisés le logiciel SIG d'ESRI (Environmental System Research Institute) Arc Gis version 10.8 qui est développé pour faciliter la gestion et l'analyse des données spatiales afin de répondre à une problématique donnée.

La réalisation de ce modèle nécessite un ensemble d'informations : morpho -métriques (pente, exposition et topo morphologie) Issues d'un DEM (DEGITAL ELELVTION MODEL) et les données se sont téléchargeables gratuitement sur USGS et des informations sur l'occupation des sols et les activités humains (agglomérations) issues d'une classification du machine learning Sentinel 2 de ESRI. Et le Biovolume et l'NDVI Les données utilisées se sont des images Sat Sentinel 2 sont téléchargeables gratuitement sur le site USGS (United States Geological Survey) géré par la NASA (National Aeronautics and Space Administration). Et les données des oueds et les routes se sont apporté de la direction de la protection civile de la wilaya de Skikda mais les routes si vous voulez le télécharger à partir Open Street Map, ce sera mieux .Les données de centre de protection civile de la zone d'étude sont apporté de direction de protection civile de la wilaya de Skikda. Les données des forêts et les formations forestières et les notes de combustibilité se sont apporté à partir la conservation des forêts de la wilaya de Skikda et le tableau de C.E.M.A.G.R.E.F. Les données de départ de feu apporté de Satellite MODIS [3].

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Indice de risque de feu de forêt (IR)

L'établissement de la carte de risque d'incendie de forêts fait appel à l'application d'un modèle mis en place par Dagorne [2], et le testé sur les massifs

forestiers de la région méditerranéenne. Ce modèle sera appliqué sur notre zone d'étude « Skikda » [4]. Afin d'atteindre les objectifs énoncés, le modèle appliqué implique trois facteurs principaux pour l'évaluation des risques d'incendie de forêt, à savoir : la topo-morphologie (topographie), le combustible et les activités humaines. Le modèle repose sur la formule suivante [5] : $IR = 5.IC + 2.IH + IM$. Avec : **IR** : Indice de Risque de feu de forêt ; **IC** : Indice de Combustibilité (facteur lié au combustible) ; **IH** : Indice d'occupation Humaine (facteur lié à l'activité humaine) ; **IM** : Indice topo-Morphologique (facteur lié à la topomorphologie du terrain).

La caractérisation de cet indice est basée sur la variabilité spatiale du risque d'incendie dont la détermination est issue des paramètres physiques et humains intervenant dans le modèle choisi.

1.1. Indice topo-morphologique (IM)

Trois paramètres topographiques interviennent dans le modèle : la pente, l'exposition et l'altitude. Tous ces paramètres sont déduits à partir du modèle numérique de terrain (M.N.T) de la région. Cet indice est exprimé par la relation suivante : $IM = 3p + (m + e)$. Avec : **p** : la pente ; **m** : la topo-morphologie ; **e** : l'exposition.

La pente joue un rôle très important dans la propagation du feu, plus la pente n'est raide, plus le feu est rapide.

1.2. Indice de Combustibilité (IC).

La végétation est caractérisée par sa combustibilité qui représente son aptitude à propager le feu en se consumant. Elle traduit donc sa façon de se consumer, en libérant des quantités de chaleur plus ou moins importantes. La combustibilité dépend de la structure et des espèces dominantes de la forêt. Elle est corrélée à la quantité de biomasse combustible (BV) lié à la structure du combustible et sa composition. Pour évaluer l'indice de combustibilité (IC), Mariel [6], a proposé la méthode suivante : $IC = 39 + 0,23 BV (E1 + E2 - 7,18)$. Avec : **BV** : représente le biovolume de la formation végétale ; **E1** : représente les notes de combustibilité pour les ligneux hauts les plus dominantes ; **E2** : représente les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées les plus dominantes.

1.3. Indice d'occupation humaine (IH)

Dans la plupart des cas, les causes des Incendies liés à l'homme restent inconnues.

Principalement pour éviter délibérément l'attribution de la responsabilité pour les dommages et l'indemnisation des coûts des dommages. Puisque l'homme est responsable de la plupart des mises à feu (volontaires et involontaires) des forêts, il est impossible de modéliser le comportement humain [7, 8].

Deux aspects source de départ de feu et enjeux, (i) Le premier paramètre (IV) est basé sur l'impact anthropique sur le proche voisinage forestier sur une profondeur de 100 m. Nous supposons que l'être humain exerce une pression sur son proche voisinage forestier ; (ii) Le deuxième paramètre (ID) tient compte les infrastructures routières (routes, pistes, sentiers). Cependant les éclosions d'incendie sont beaucoup plus fréquentes près des routes et des chemins de parcoures des forêts.

L'approche statistique développée par Robin [9], montre une corrélation claire entre le nombre des foyers près d'une route ou d'habitations. Pour évaluer l'effet de l'influence humaine sur les risques d'incendie de forêts, on adopte le modèle suivant : $IH = IV + 2 ID$. Avec : **IV** : indice de voisinage ; **ID** : indice de présence humaine. L'indice d'occupation humaine sera, alors, exprimé par la combinaison linéaire des deux indices.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Indice de Topo-morphologie (IM)

La digitalisation des courbes de niveaux a permis de générer le model numérique du terrain (MNT) à partir duquel on a déduit la géométrie des surfaces. Le SIG a permis par la suite de déduire la carte des pentes et de l'exposition des versants de la zone d'étude. Ces cartes ont été utilisées pour calculer l'Indice Topo-morphologique l'un des paramètres retenus et utilisé dans l'approche méthodologique.

1.1. Carte des pentes

La pente est très importante pour la propagation du feu, tant que la pente est raide le feu bouge vite. La pente modifie l'inclinaison relative de la flamme par rapport au sol et favorise, lorsque Propagation vers le haut, efficacité du transfert de chaleur radiatif et convection. Par conséquent, les incendies croissants brûlent plus rapidement sur les pentes plus raides. Exister En revanche, le feu qui tombait l'a vu ralentir considérablement. Ces 5 classes de pente sont retenues en fonction de leur incidence, fréquence d'apparition et distribution spatiale. La réalisation de la carte de pente a été faite à partir de DEM et SLOPE.

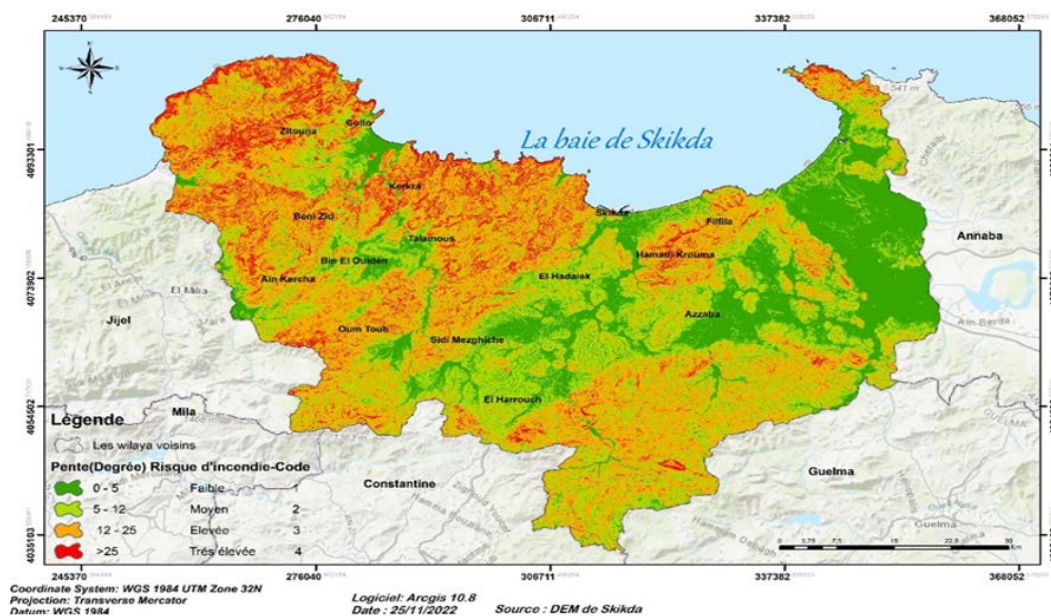


Figure 1: Carte des pentes de la wilaya de Skikda

1.2. Carte des expositions

L'exposition détermine les versants chauds ou frais à partir de son ensoleillement, Pour cela l'exposition des versants joue un rôle important à

la propagation des Inflammations. La réalisation de la carte de l'exposition a été faite à partir de DEM et ASPECT.

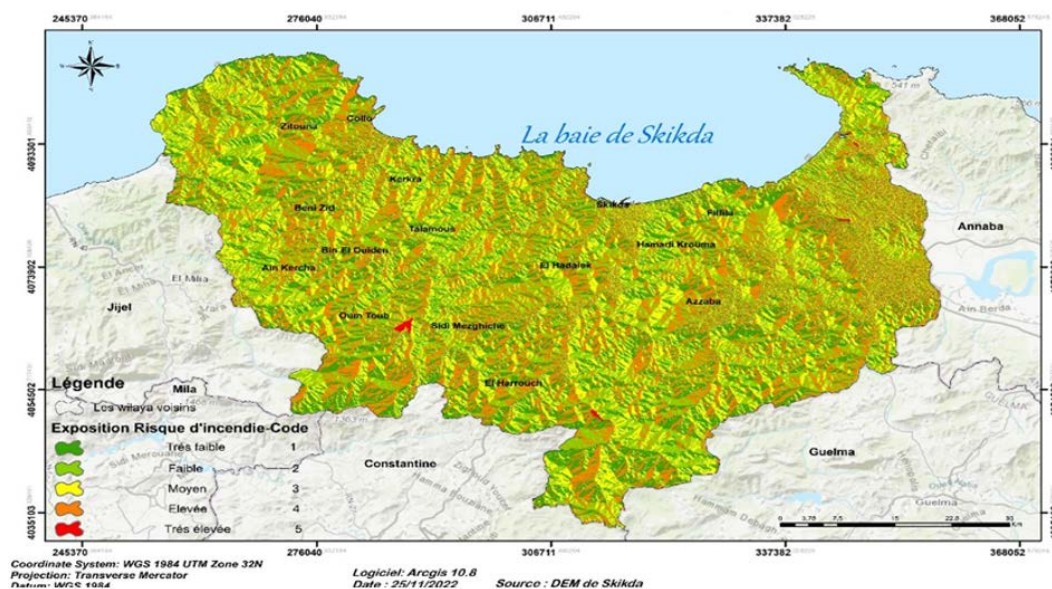


Figure 2 : Carte d'expositions des reliefs de la wilaya de skikda

1.3. Carte de Topo-morphologie

La position dans le versant ou la topo-morphologie «m» pondère l'intensité du feu en fonction de la position sur le relief. La topo-morphologie a été retenue en fonction des classes de pentes dérivées

du MNT. La carte topo-morphologie c'est la superposition entre la carte de pente et MNT(DEM). $M = \text{Pente} + \text{DEM}$ cette forme a été obtenue par raster calculator sous ARC GIS 10.8.

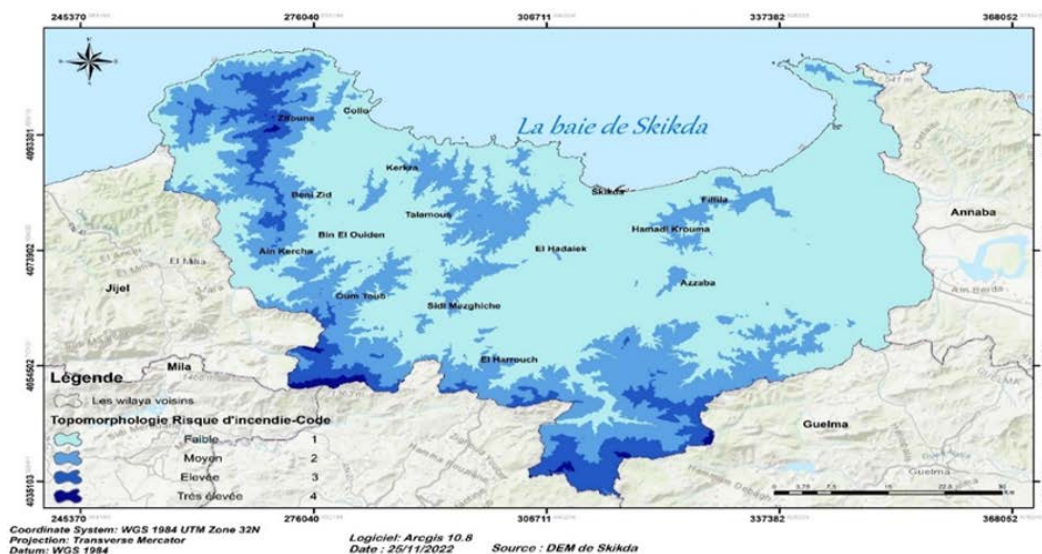


Figure 3 : Carte de topo-morphologie de la wilaya de Skikda

1.4. Carte de l'indice topo-morphologique (IM)

A travers les étapes et les résultats précédents, nous avons extrait la carte suivante (Fig. 4), que nous

avons obtenue grâce à l'application de l'équation $IM = 3p + (m + e)$ dans ARC GIS 10.8.

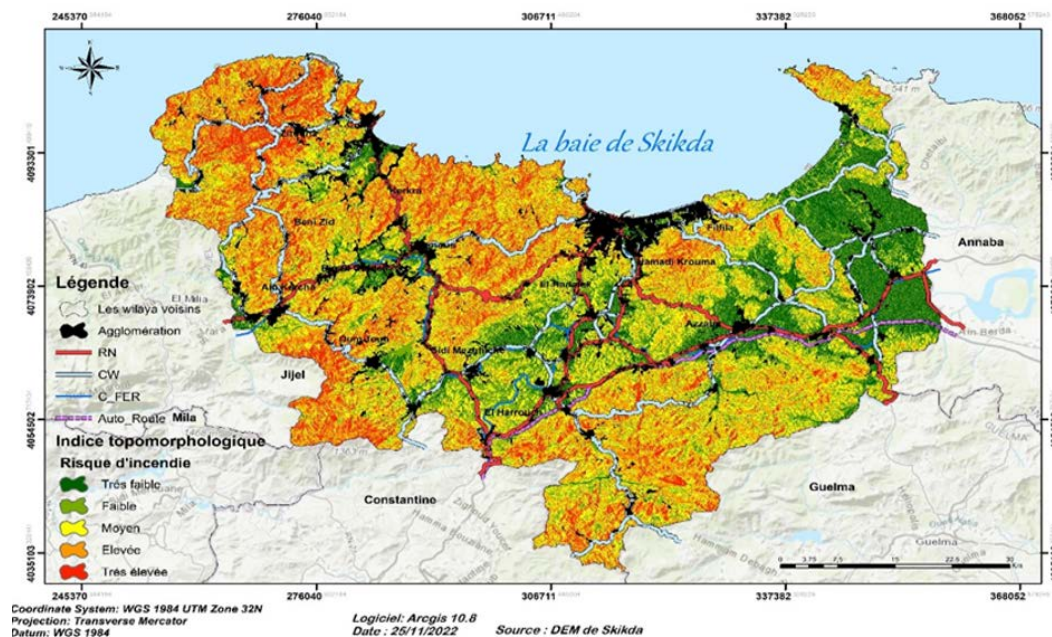


Figure 4 : Carte de l'indice topo-morphologique de la wilaya de Skikda

L'indice topo-morphologique est obtenu par superposition de la carte de pentes, de l'exposition et de la topo-morphologie et l'intégration de la formule de l'indice topo-morphologique dans le SIG (tableau 1). La superposition dans Raster calculator dans ARC GIS 10.8.

Tableau 1 : Classe de l'indice topo-morphologique de la wilaya de Skikda

Code	Classe de risque	Superficie (Ha)	%
1	Très faible	62210,55	15,05
2	Faible	80720,98	19,52
3	Moyen	133267,4	32,22
4	Elevée	85574,84	20,69
5	Très élevée	51734,6	12,51

Source : Arc Gis 10.8

L'indice topo-morphologique est subdivisé en 5 classes : (i) 1^{ère} classe très faible de 15,04% de la surface totale. Cette classe est située à l'est de la wilaya à cause de la faible pente et du faible couvert végétal ; (ii) 2^{ème} classe faible de 19,52% de la surface totale ; (iii) 3^{ème} classe moyen de 32,22% de la surface totale à cause de la pente moyen et le couvert végétale moyen ; (iv) 4^{ème} classe élevée de 20,69% de la surface totale (v) 5^{ème} classe est nommée « très élevée » de 12,51% de la surface totale située au nord et au nord-ouest ainsi que le sud de la wilaya à cause de la forte pente et le fort couvert végétale ainsi que l'altitude élevée. En finalité, l'indice topo-morphologie présente une

forte relation avec la pente, l'exposition et la topo-morphologie

2. Indice de combustibilité

Le modèle de Dagorne contient des indices pour déterminer la teneur en eau du combustible à partir des caractéristiques biologiques des espèces et de la biomasse végétale, pour prédire la distance maximum à toute source de mise à feu, et estimer la probabilité d'éclosion d'un feu compte tenu des conditions du milieu.

2.1. Carte de NDVI

La carte de combustibilité a été réalisée à partir de la carte NDVI. Les valeurs de l'NDVI sont comprises entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau et les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, la réflectance étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, de sorte que le NDVI présente des valeurs proches de 0. Quant aux formations végétales elles ont des valeurs positives, généralement comprises entre 0,1 et 1. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses [10]. NDVI pour travailler leur carte en a besoin de DEM. La formule utilisée pour calculer le NDVI dans raster calculator dans ARC GIS 10.8 est la suivante [1,2] : $NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$. Avec : **PIR** : La bande Proche-infra-rouge ; **R** : La bande rouge.

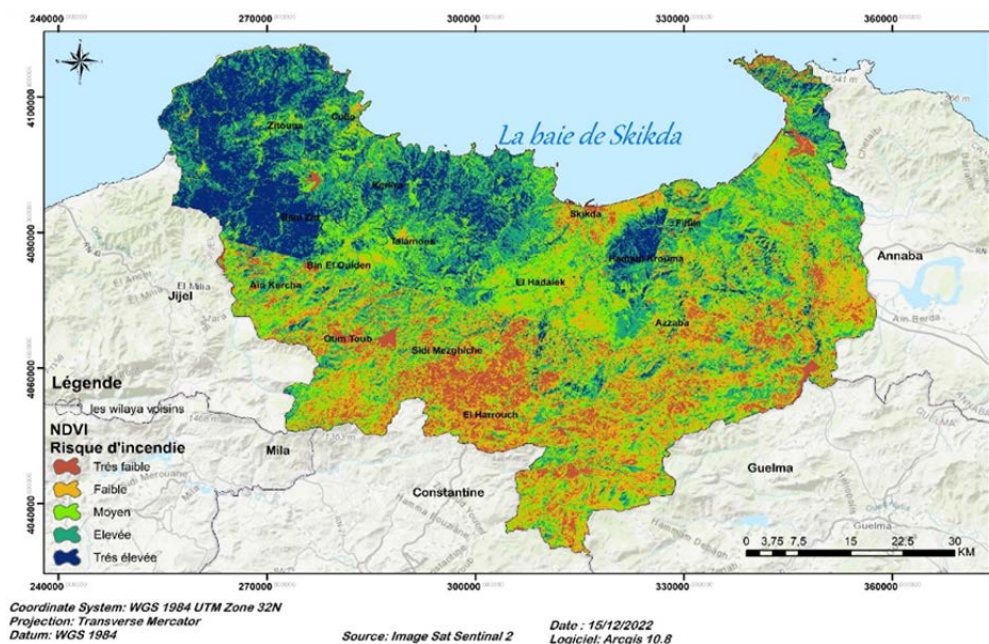


Figure 5 : Carte de NDVI de la wilaya de Skikda

2.2. Carte de biovolume

La carte de biovolume a été élaborée dans raster calculatrice à partir de la formule [3,4] : $((NDVI \times 50) + 50) / 100 \times 50$

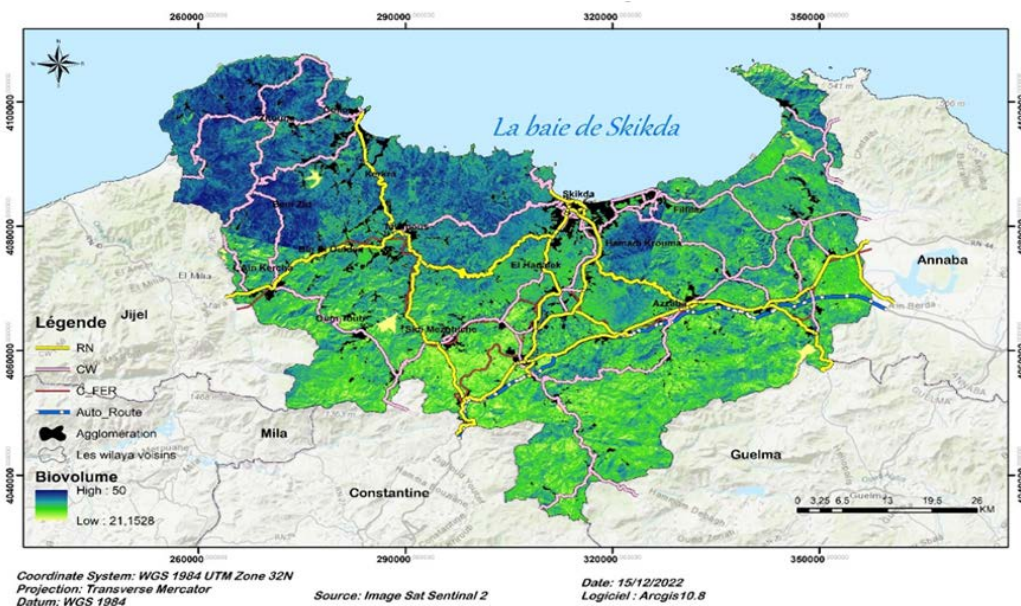


Figure 6 : Carte de Biovolume de la wilaya de Skikda

La carte des notes de combustibilités a été élaborée à partir de la carte de formation forestière et du tableau des notes de combustibilités qui a pour formule [3,4] : $E = E1 + E2$. Avec : **E1** : les notes de combustibilité pour les ligneux hauts ; **E2** : les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées.

E1, E2 ont été reportés sur la table attributaire, qui consiste à créer 3 colonnes : 1^{ère} colonne d'E1, la 2^{ème} colonne d'E2 la 3^{ème} colonne de E. E1 et E2 ont été renseignés à partir du tableau des notes de combustibilité de l'espèce végétale. Ils prennent en considération le type de plante qui brûle rapidement ou non, et si sa longueur est courte ou longue, nous affectons à chaque plante sa valeur à partir du tableau.

Au final, $E=E1+E2$ est déroulée dans raster calculator dans ARC GIS 10.8.

L'estimation du biovolume global de la végétation à partir de l'NDVI, nécessite de mettre en place une échelle d'équivalence entre les deux valeurs. Sachant que les valeurs théoriques du biovolume varient entre 0 et 50 et que celles de l'NDVI, concernant la végétation, sont comprises entre 0,1

et 1, il suffit donc de faire correspondre ces deux intervalles. Dans ce cas, la valeur 0,1 de l'NDVI correspondra à la valeur 0 du biovolume et celle de 1 sera équivalente à 50. Cependant, avant d'effectuer cette équivalence, une dernière étape de validation doit être réalisée pour vérifier si les valeurs de l'NDVI calculées sur l'image satellite expriment bien la quantité réelle du biovolume.

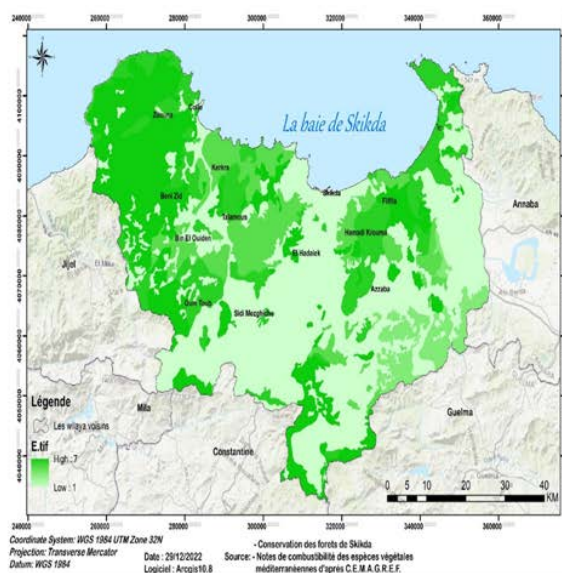


Figure 7 : Carte des notes de combustibilité

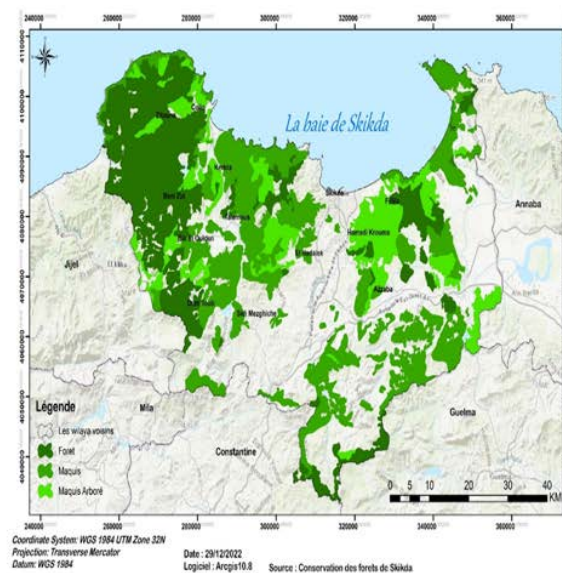


Figure 8 : Carte des formations forestières

2.3. Carte de l'indice de combustibilité

La carte finale de l'indice de combustibilité (Fig. 9) consiste en la superposition de la carte de E et la carte de biovolume sous raster calculator dans ARC GIS 10.8.

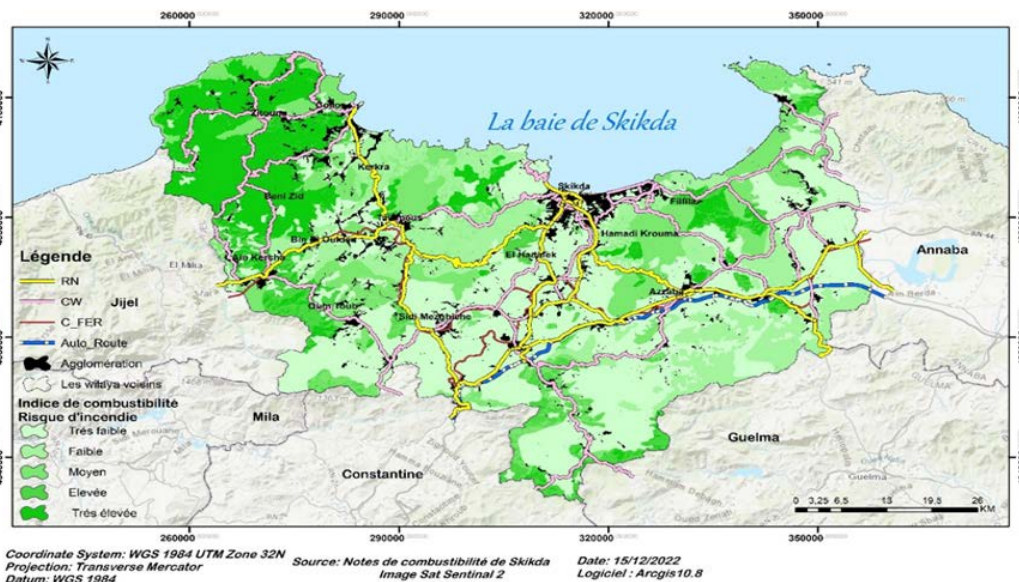


Figure 9 : Carte d'indice de combustibilité de la wilaya de Skikda

L'indice de combustibilité fait montrer un risque très élevé dont la valeur est de 117,43. Cependant, le risque faible est désigné par la valeur de 42,9894. On remarque que la superficie porte un indice de combustibilité de la forêt de Skikda très élevé (supérieure à 100).

Tableau 2 : Classe d'indice de combustibilité de la wilaya de Skikda

Code	Classe de risque	Superficie (Ha)	%
1	Très faible	191923,5	46,29
2	Faible	67057,4	16,18
3	Moyen	65845,76	15,88
4	Elevée	27773,29	6,70
5	Très élevée	61985,7	14,95

Source : Arc gis 10.8

L'indice de combustibilité est subdivisé en 5 classes : (i) 1^{ère} classe très faible de 46,29% de la surface totale. Cette classe est située à l'est et au sud de wilaya à cause du faible couvert végétal et à la faible valeur de E « notes de combustibilités des espaces végétaux », (ii) 2^{ème} classe faible de 16,18% de la surface totale, (iii) 3^{ème} classe moyen de 15,88% de la surface totale à cause de la valeur moyenne du biovolume et de la valeur moyenne de E, (iv) 4^{ème} classe élevée de 6,70% de la surface totale, (v) 5^{ème} classe est nommée « très élevée » de 14,95% de la surface totale .

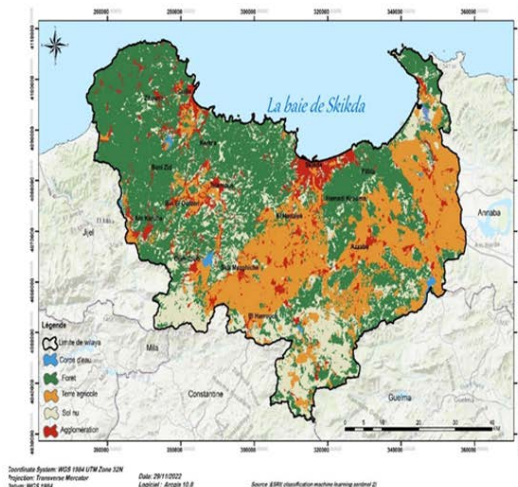


Figure 10 : Carte d'occupation de sol

Sous Arcgis, les agglomérations ont été **Buffées** (multi buffer) comme la suite :

Les Proximités bâtis ont été classées (500-1000-1500-2000) en mètre de chaque élément, un code a été attribué à ces derniers de 1 à 5, selon l'éloignement des forêts avec le degré de risque de

Elle est située au nord-ouest de la wilaya à cause de les valeurs « de biovolume, couvert végétale et E » très fort. Par conséquent, l'indice de combustibilité présente une forte relation avec le biovolume et les notes de combustibilités de l'espèce végétale.

3. Indice d'occupation Humaine (IH)

Dans la plupart des cas, les causes des incendies liés à l'homme restent inconnues, principalement pour éviter délibérément l'attribution de la responsabilité pour les dommages et l'indemnisation des coûts des dommages.

Puisque l'homme est responsable de la plupart des mises à feu (volontaires et involontaires) des forêts, il est impossible de modéliser le comportement humain.

L'approche statistique développée par Robin [9], montre une corrélation claire entre le nombre des foyers près d'une route ou d'habitations. Pour évaluer l'effet humain sur les risques d'incendie, on a digitalisé les différentes routes, chemins et les zones d'habitats à partir d'occupation de sol et Google Earth. L'indice d'occupation humaine, consiste en la superposition de deux cartes, la carte de proximité de routes et la proximité des bâtis :

3.1. Carte de proximité des agglomérations

Les agglomérations se sont appariées à partir de l'occupation du sol et l'OCS à partir d'ESRI classification Machine Learning Sentinel 2 :

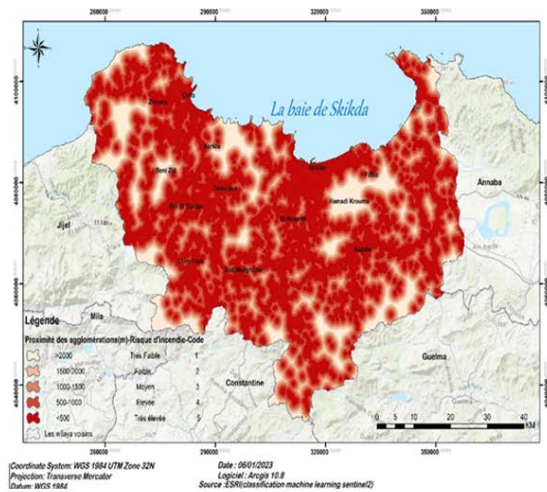


Figure 11 : Carte de proximité des agglomérations

feu de forêt. Quand la proximité de bâti inférieur de 500 le risque est très élevé.

3.2. Carte de proximité des routes

Les routes ont été appariées à partir de la direction de la protection civile de wilaya de Skikda ont été **Buffées** (Multi-buffer) sous ARC GIS 10.8 (Fig. 12).

Les Proximités bâties ont été classées de (200-400-600-800) en mètre de chaque élément et enfin, on a codé ces derniers de 1 à 5 selon l'éloignement des

forêts avec le degré de risque de feu de forêt c'est-à-dire quand la proximité de bâti inférieur de 200, le risque est très élevée.

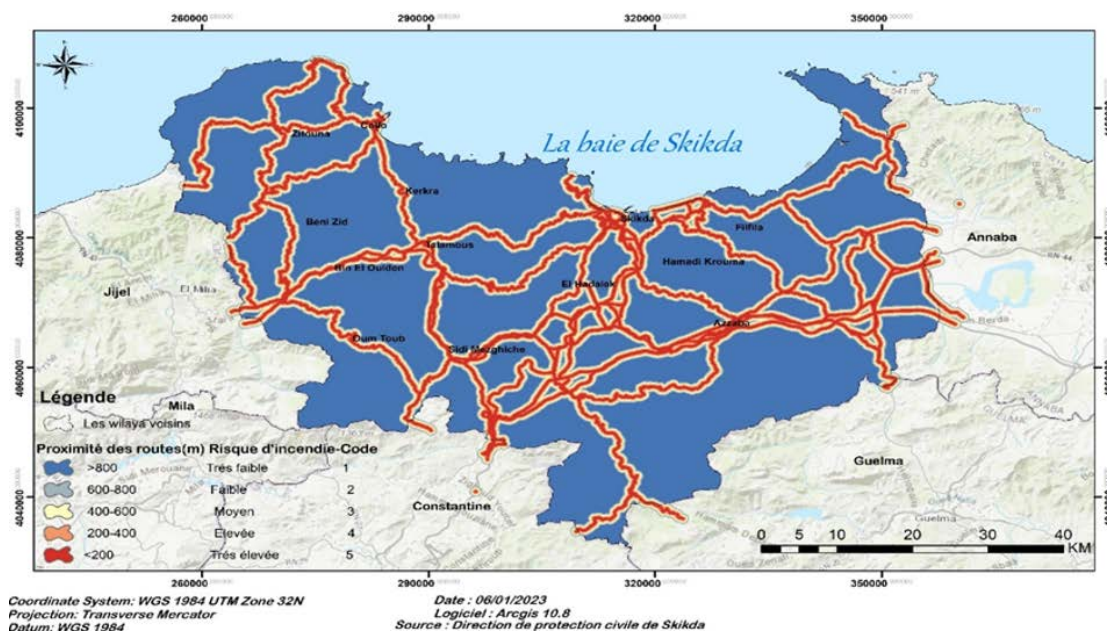


Figure 12 : Carte de proximité des routes de la wilaya de Skikda

3.3. Carte de l'indice d'occupation humaine

A travers les étapes et les résultats précédents, nous avons extrait la L'indice d'occupation humaine,

que nous avons obtenue grâce à l'application de l'équation $IH = IV + 2ID$ dans raster calculator dans ARC GIS 10.8.

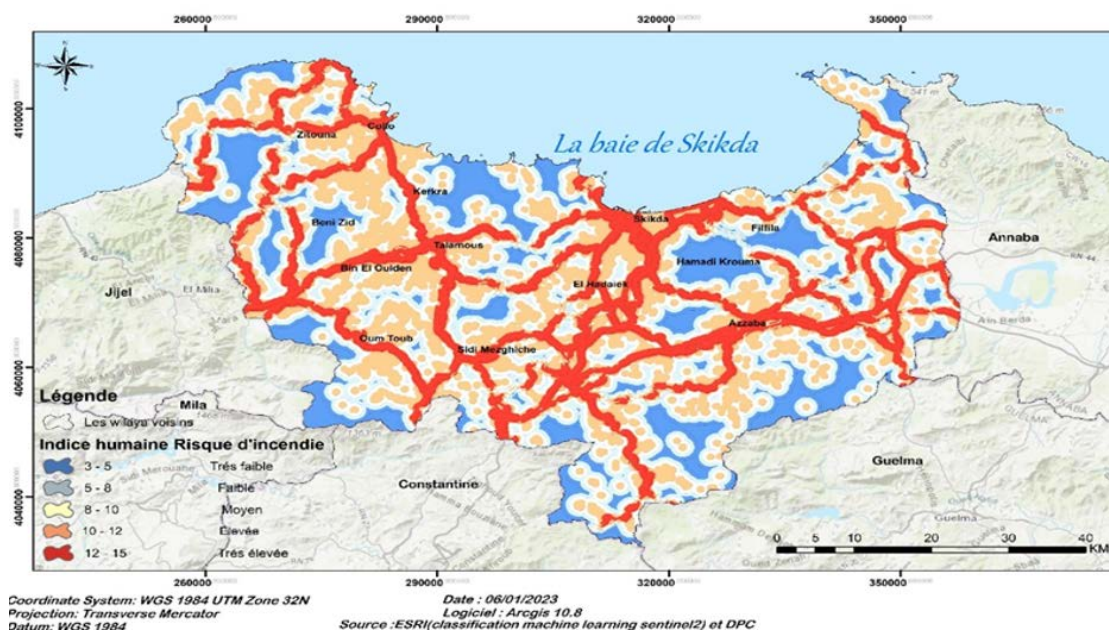


Figure 13 : Carte de l'indice d'occupation humaine de la wilaya de Skikda

Tableau 3 : Classe de l'indice d'occupation humaine de la wilaya de Skikda

Code	Classe de risque	Superficie (Ha)	%
1	Très faible	64575,35	15,57
2	Faible	59010,53	14,23
3	Moyen	91216,62	21,99
4	Elevée	112620,5	27,15
5	Très élevée	87353,05	21,06

Source : Arc gis 10.8

L'indice d'occupation humaine est subdivisé en 5 classes : (i) 1^{ère} classe, très faible de 15,57% de la surface totale à cause de la zone isolé (faible densité des agglomérations et faible réseau routier), (ii) 2^{ème} classe, faible de 14,23% de la surface totale, (iii) 3^{ème} classe,

moyen de 21,99% de la surface totale, (iv) 4^{ème} classe, élevée de 27,15% de la surface totale, (v) 5^{ème} classe, est nommée « très élevée » de 21,06% de la surface totale à cause de la forte densité des agglomérations et beaucoup de routes et la distance entre les 2 est très proche. Par conséquent, l'indice d'occupation humaine présente une forte relation avec les agglomérations et les routes

4. L'indice de risque des feux de forêts

Afin de réaliser la carte de l'indice de risque de feu, on a superposé trois couches dans raster calculator dans ARC GIS 10.8, tels que : l'indice topomorphologique, l'indice de combustibilité et l'indice d'occupation humaine (Fig. 14) :

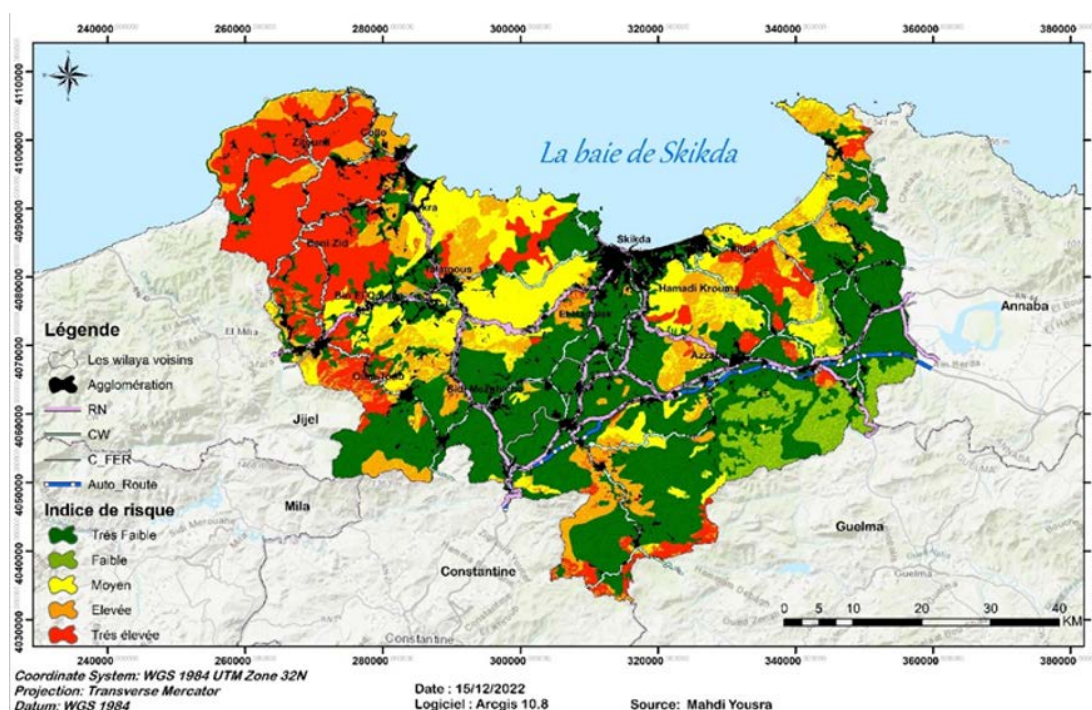


Figure 14 : Carte de l'indice de risque des feux de forêts de la wilaya de Skikda

La zone comporte des surfaces favorables à très favorables pour le déclenchement des incendies et cela émane, à coup sûr des peuplements ou des espèces végétales, la plupart des zones se caractérisent par un indice de risque élevé et très élevé, ces deux classes occupent principalement le Nord-Ouest, et un peu le Nord-Est, le Sud, Sud-Ouest et moyennement le centre de la wilaya.

Tableau 4 : Classe de l'indice de risque des feux de forêts de la wilaya de Skikda

Code	Classe de risque	Superficie (Ha)	%
1	Très faible	191413,6	46,15
2	Faible	19273,46	4,65
3	Moyen	65046,5	15,68
4	Elevée	58620,95	14,13
5	Très élevée	79143,24	19,08

Source : Arc gis 10.8

On remarque que le risque le plus élevé très élevée est concentré à l'ouest et au nord-ouest et avec moins de risque à l'est et au sud car la méthode proposée par Dagorne a pu valider la démarche entreprise et a atteint tous ses objectifs en prenant en considération l'ensemble des indicateurs.

5. Évaluation et validation de résultat de l'indice de risque de feu de forêt

Ces dernières années ont été témoins d'incendies majeurs dans la wilaya de Skikda, et la carte suivante montre les départs de feux en 2019-2020-2021, ce qui donne plus de crédibilité aux résultats précédemment démontrés. Les départs de feu ont été établis par Satellite MODIS

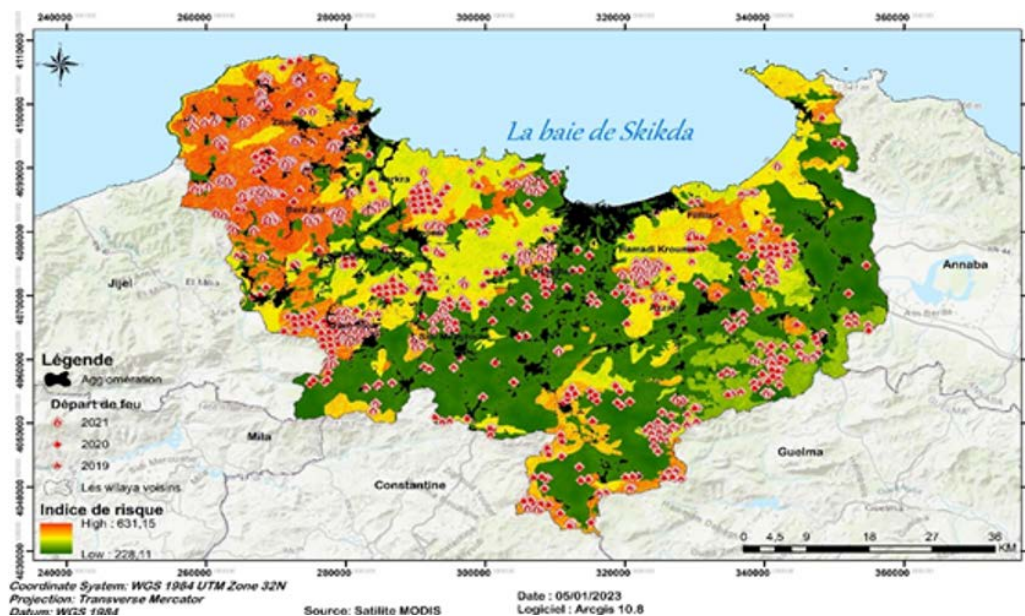


Figure 15 : Carte de géolocalisation de départ des feux de forêts de la wilaya de Skikda

CONCLUSION

La forêt de Skikda est une zone écologique et socio-économique importante. Malheureusement, elle est souvent victime d'incendies et d'actions d'êtres humains qui conduisent à sa dégradation. Ce modèle a été développé dans le cadre de cette étude. L'étude consistait à la réalisation d'une carte des facteurs de risque à travers l'utilisation des techniques géomatiques pour fournir des systèmes de télédétection et d'information géographique (SIG). Ces techniques permettent la combinaison d'un ensemble important de données relatives aux paramètres intervenant dans le processus de feux sur un seul support cartographique. La cartographie du risque incendie de forêts constitue un moyen et un outil d'aide à la décision en terme de prévention et de protection du potentiel forestier dans cette région. La méthode proposée par Dagorne a montré que le risque d'incendie le très élevé est concentré à l'ouest et au nord-ouest et avec moins de risque à l'est et au sud de la wilaya de Skikda.

Par conséquent, cette région nécessite une attention particulière pour réduire les dommages causés par les incendies et protéger la continuité écologique, ceci ce fait par le renforcement des moyens matériels et humains.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Maktite A. et Faleh A., (2017). Cartographie des zones à risque d'incendies de forêts à l'aide du SIG et la télédétection dans l'arrière-pays du port Tanger Med, *European Scientific Journal*, URL: <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n32p205>.
- [2]. Dagorne A., Duche Y., Castex J.M., Ottavi J.Y.. (1994). Protection des forêts contre l'incendie et système d'information géographique : application à la commune d'Auribeau-sur-Siagne (Alpes Maritimes). *Forêt Méditerranéenne*, , XV (4), pp.409-420.
- [3]. Rebbache G, ET Zimouche C. W.: Etude et caractérisation du risque feux de forêt dans la wilaya de Skikda « Approche géomatique »
- [4]. Faour1 G., Boukheir R. et Darwish A., (2006). Méthode Globale D'Évaluation Du Risque D'Incendies De Forêt Utilisant La Télédétection et Les Sig : Cas Du Liban, Télédétection,.

- [5]. **Meddour, S. (2008).** Contribution à l'étude des feux de forêt en Algérie : approche statistique exploratoire et socio-économique dans la wilaya de Tizi-Ouzou, Mémoire. Magister ; Dép. Foresterie et protection de la nature, I.N.A., El Harrach, Alger, Algérie
- [6]. **Marinel A., (1995).** Cartographie du niveau de risque d'incendie, exemple du massif des Maures, CEMAGREF, article.
- [7]. **Belkaid H (2016).** Analyse spatiale et environnementale du risque d'incendie de forêt en Algérie cas de la Kabylie maritime .Univ de Nice - Sophia Antipolis, p 23, 80,223
- [8]. **Chahdi Sifonizia** Cartographie de la vulnérabilité au risque d'incendie de forêts dans le Parc National de Chr  a. « Approche géomatique ».
- [9]. **Robin J.G., Carrega P., Fox D., (2006).** Modelling fire ignition in the Alpes-Maritimes Department, France. Acomparision. Vth International Forest Fire Conference. Coimbra (Portugal). Novembre 2006. Forest Fire Research & Wildland Fire Safety. Cd Rom. Millpress, Rotterdam
- [10]. **Sellers P.J., (1985).** "Canopy Reflectance, Photosynthesis and Transpiration", *International Journal of Remote Sensing* Vol.6, No.8, 1335-1372.