



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



KAYRROS

# Carte nationale de sensibilité au danger de feux de forêt et de végétation

## Résumé non technique

Juin 2023



## Préambule

Sous l'effet du changement climatique, le territoire européen de la France (Hexagone et Corse) devient progressivement et de plus en plus exposé à des risques de feux de forêt et de végétation.

Afin que chacun - puissance publique, citoyens, acteurs économiques et associatifs – soit mieux informé et puisse mieux tenir compte de cette évolution déjà à l'œuvre, le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires a élaboré une carte qui permet d'estimer la sensibilité du territoire européen de la France (Hexagone et Corse) au danger prévisible des feux de forêt et de végétation.

## Sommaire

1. Que représente la carte ?.....	3
2. Comment lire et interpréter la carte ? .....	3
3. Quelles sont les différences entre la carte de sensibilité aux feux et un PPRif ?.....	5
4. Quelles sont les données utilisées pour établir la carte ?.....	5
5. Quelle méthode a été retenue pour établir la carte ? .....	6
6. Pour en savoir plus .....	8
7. Carte nationale de sensibilité aux feux .....	9

## 1. Que représente la carte ?

A partir d'un modèle et d'un dispositif d'intelligence artificielle, la carte (appelée ci-après « carte de sensibilité aux feux ») représente la sensibilité du territoire de l'Hexagone et de la Corse au danger de feux de forêt et de végétation d'une superficie d'au moins 20 hectares.

Cette carte est représentative d'une saison de feux en situation actuelle et de court terme. Elle ne projette donc pas les évolutions prévisibles de la sensibilité aux feux qui seront causées par le changement climatique à des horizons plus lointains (par exemple 2030 ou 2050). En revanche, étant basée sur des données statistiques récentes, elle intègre les effets du changement climatique qui sont déjà perceptibles sur la période récente.

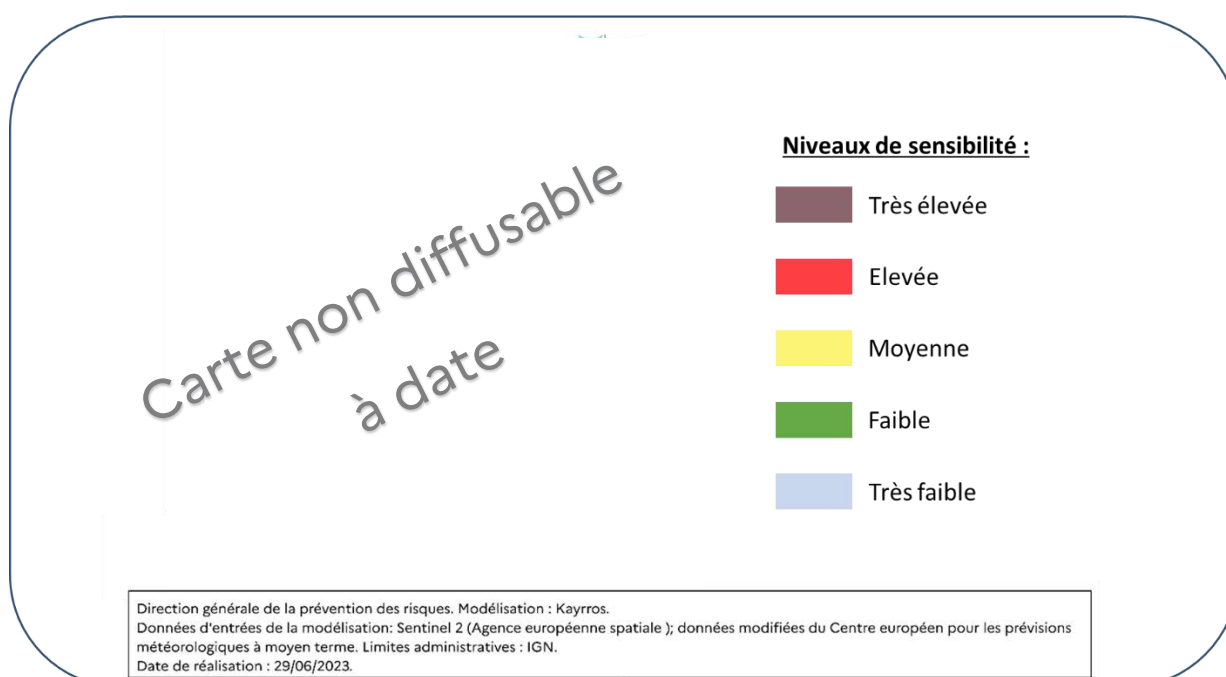
La notion de « sensibilité aux feux » reflète la propension du territoire d'être touché par un feu. Elle est représentée selon 5 niveaux allant de très faible à très élevée, selon un code couleur universel. A cet égard, il convient aussi de considérer que l'activité humaine est un déterminant fort du déclenchement des incendies.

La saison des feux prise en compte s'étend du 1er mai de chaque année au 31 octobre de la même année. Ainsi, la carte ne prend pas en compte les feux susceptibles de se produire en dehors de cette période, en particulier les feux d'écobuage (ou feux dirigés). L'objectif est en effet d'apporter une information caractérisant la saison la plus propice aux feux de forêt et de végétation, lorsque le danger peut atteindre des niveaux élevés.

## 2. Comment lire et interpréter la carte ?

La sensibilité aux feux est estimée sur l'ensemble du territoire hexagonal et de la Corse. Pour les besoins de la modélisation, le territoire est représenté par un ensemble de mailles carrées de 50 mètres de côté (soit au total environ 221 millions de mailles).

- 1** Sensibilité de l'Hexagone et de la Corse au danger de feux de forêt et de végétation (feux d'au moins 20 hectares, pour l'horizon temporel actuel)



Pour chacune de ces mailles, le modèle estime la corrélation statistique entre les feux observés et un ensemble de caractéristiques locales telles que l'occupation du sol, la présence de végétation, la topographie, les conditions climatiques. Le modèle estime, pour chaque maille, compte tenu de ces caractéristiques locales, la propension qu'elle soit touchée par un feu d'au moins 20 hectares, afin d'en déduire les 5 niveaux de sensibilité aux feux. Ainsi, pour chaque maille, le modèle identifie les caractéristiques qui expliquent le plus la sensibilité de cette maille aux feux de plus de 20 hectares.

Une sensibilité faible signifie que, pour des conditions climatiques et d'état de la végétation globalement équivalentes à celles observées lors des dernières années, il est peu vraisemblable qu'un feu de plus de 20 hectares touche cette maille. Au contraire, une sensibilité élevée signifie que pour des conditions comparables, la maille est exposée à un risque significatif d'être touchée par un feu d'au moins 20 hectares. Les espaces agricoles ou occupés par de la végétation apparaissent généralement comme sensibles aux feux de plus de 20 hectares, ce qui est cohérent avec le fait qu'en 2022, près de 10 000 hectares de végétation (hors forêt) ont brûlé et au total 72 000 hectares de forêt et de végétation ont brûlé. D'après la modélisation, les forêts présentent divers niveaux de sensibilité aux feux, selon par exemple leur exposition (ubac ou adret) ou selon d'autres facteurs (teneur en eau, type de forêt) que le modèle a appris à identifier.

Cette approche ne permet pas de prendre explicitement en compte l'action humaine sur les feux de forêt. L'action humaine est déterminante à deux égards. D'une part, en France, 90 % des feux de forêt et de végétation sont d'origine humaine et principalement causés par un comportement imprudent (jet de mégot, travaux provoquant des étincelles, etc.). D'autre part, la politique publique de prévention et de lutte contre les feux est encore, à l'heure actuelle, diversement déployée sur le territoire. Toutefois, l'action humaine est implicitement prise en compte dans le sens où le modèle a été construit à partir d'informations décrivant les feux passés, lesquels dépendent des comportements humains et des politiques de prévention et de lutte contre les feux.

La carte de sensibilité aux feux peut être lue et utilisée à plusieurs échelles.

Elle peut l'être à l'échelle des mailles du modèle. Dans ce cas, il est recommandé de prendre en compte la sensibilité aux feux des mailles voisines de la maille considérée, afin d'avoir une appréhension correcte du contexte dans lequel elle se situe.

La carte peut également être lue et utilisée à l'échelle d'un ensemble de mailles, comme par exemple l'échelle d'une commune. Les facteurs géographiques, environnementaux et d'occupation du sol présents sur le territoire de la commune sont en effet pris en compte dans le modèle et corrélés à la sensibilité aux feux.

Les zones représentées en blanc sur la carte sont des zones considérées comme très peu sensibles ou bâties par le modèle, en ce compris des zones pouvant comporter de l'habitat relativement diffus.

### 3. Quelles sont les différences entre la carte de sensibilité aux feux et un PPRif ?

Lorsqu'une commune ou un ensemble de communes est dotée d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles d'incendies de forêt (PPRif) en vigueur, le règlement et la carte de zonage réglementaire du PPRif prévalent sur la carte de sensibilité aux feux.

En effet, à la différence d'un PPRif, la carte de sensibilité aux feux ne produit pas d'effet juridique direct. En particulier, elle n'est pas opposable et ne réglemente pas, par elle-même, l'utilisation des sols. En revanche, elle constitue une source d'information de référence qui, notamment en l'absence de cartographie de l'aléa, peut être utilisée par les autorités publiques, en particulier celles compétentes en matière d'urbanisme, pour estimer le risque associé aux feux de forêt.

La carte ne représente pas la même information que celle figurant sur les cartes d'aléa des PPRif. Ces dernières sont élaborées à partir d'une estimation de la puissance du front de feu (énergie par unité de temps et par mètre de front de feu). Le calcul de la puissance de front de feu est réalisé sur la base de l'hypothèse selon laquelle toute la masse végétale combustible brûle en cas de survenance d'un feu, sans prendre en compte le caractère aléatoire des phénomènes de feux de forêt et de végétation. Cette approche est donc différente de celle utilisée pour établir la carte de sensibilité aux feux.

### 4. Quelles sont les données utilisées pour établir la carte ?

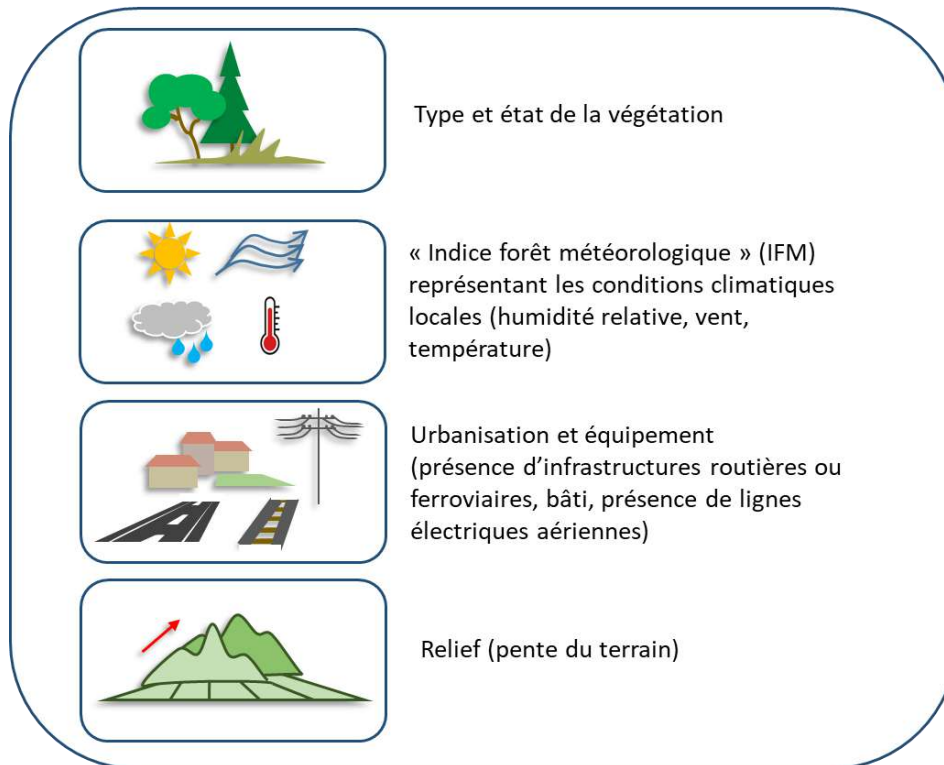
De nombreux facteurs déterminent le risque d'incendie. A partir d'une revue de la littérature scientifique, les facteurs qui expliquent statistiquement le mieux les feux observés au cours des années passées ont été sélectionnés et intégrés à la modélisation utilisée pour établir la carte de sensibilité aux feux.

Ont ainsi été intégrées au modèle des informations observées à partir d'images satellitaires décrivant la densité et la santé de la végétation, la teneur en eau de la végétation, le type de végétation.

Des informations décrivant les conditions climatiques locales ont été intégrées au modèle, dont notamment la température, l'intensité et l'orientation du vent, un indice de sécheresse. Pour la modélisation, ces données sont agrégées en un indice appelé « indice feu météo », couramment utilisé par la profession.

Enfin, le modèle utilise aussi des informations décrivant le relief (pente du terrain) et l'occupation du sol (proximité de zones urbanisées, d'infrastructures de transport, de lignes électriques qui peuvent être à l'origine d'un feu).

### 3 Données observées utilisées pour établir la carte



La précision de l'ensemble des informations ainsi utilisées pour la modélisation est compatible avec une cartographie de résolution de 50 mètres de côté.

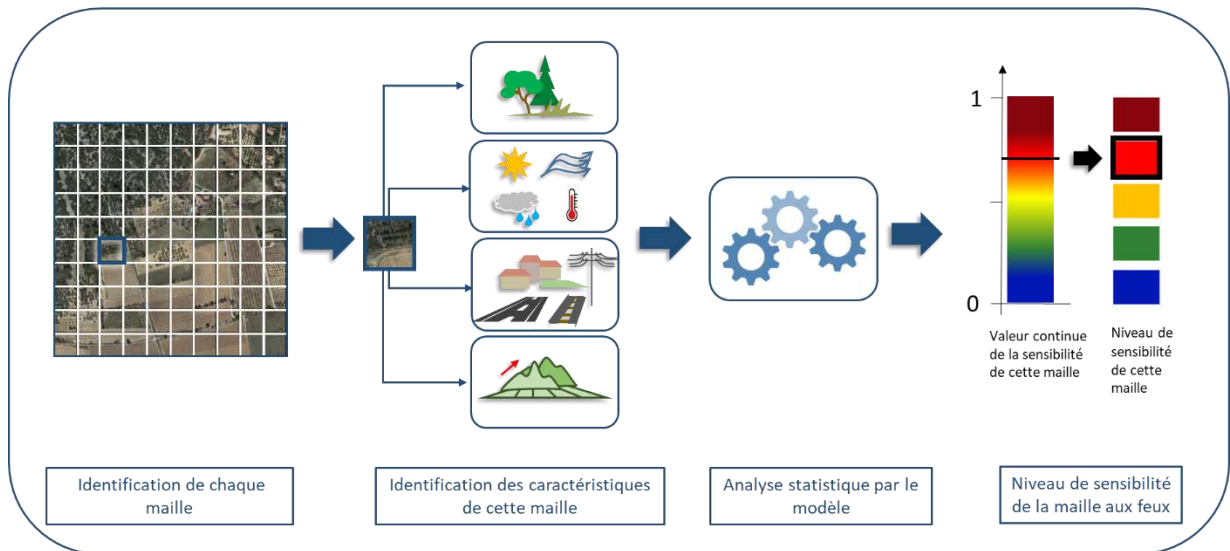
Pour obtenir une meilleure représentativité, certaines des informations utilisées par le modèle comme les informations climatiques ou encore celles qui décrivent la végétation, ont été prises en compte sur une période totale de cinq ans s'agissant des données observées décrivant la végétation, sur une période de 10 à 30 ans s'agissant des informations décrivant les conditions climatiques locales. Cette agrégation des données permet de mieux prendre en compte, dans le modèle, les informations sur le contexte climatique local.

## 5. Quelle méthode a été retenue pour établir la carte ?

A partir d'images satellitaires, de mesures sur le climat et de son évolution passée récente ainsi que d'observation des feux passés, un modèle statistique a été construit pour estimer la sensibilité du territoire soient touchées par un feu de forêt ou de végétation brûlant une superficie d'au moins 20 hectares.

Cette modélisation est principalement statistique. Cela signifie qu'au contraire d'une modélisation du phénomène physique que constitue un feu, elle ne vise pas à expliquer les causes de l'éclosion et de la propagation d'un feu. Grâce à des méthodes d'apprentissage automatique, elle met en évidence des corrélations entre des caractéristiques locales et le fait qu'un feu puisse toucher les parties du territoire.

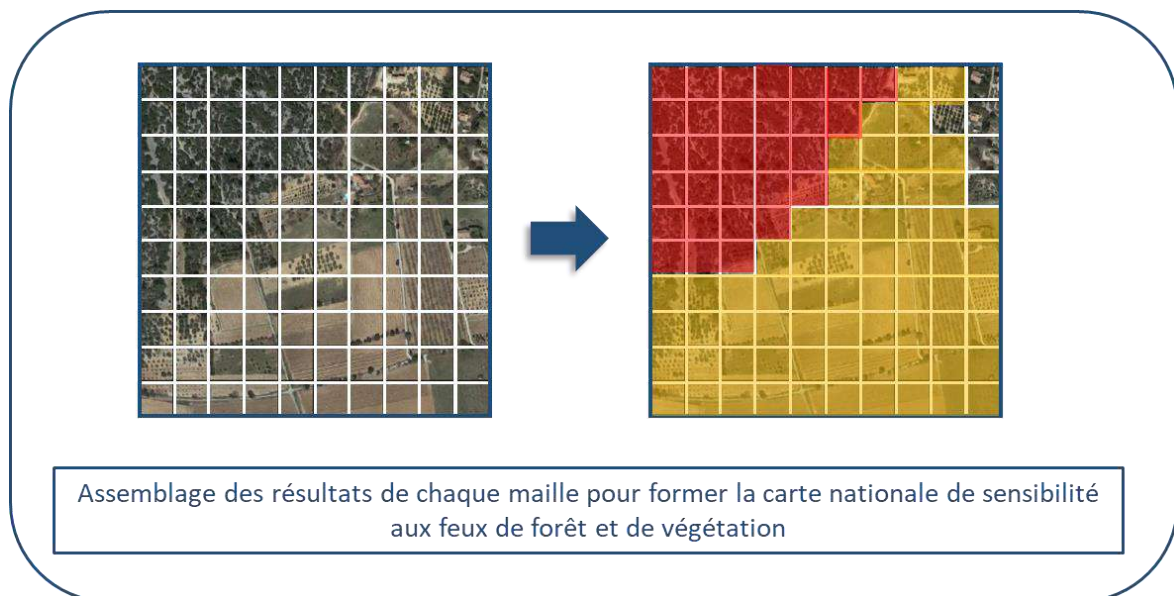
#### 4 Calcul de la sensibilité aux feux de chaque maille de 50 mètres de côté



Plusieurs modèles d'apprentissage ont été testés pour déterminer lequel était le mieux adapté à l'objectif de parvenir à une carte de sensibilité aux feux réalisée à la maille la plus fine possible.

Le principal résultat qui ressort du modèle est, pour chaque maille, la sensibilité aux feux de plus de 20 hectares. Cette sensibilité peut prendre des valeurs numériques variées, qui sont ensuite regroupés selon 5 niveaux. Pour la cartographie, il est procédé à l'assemblage du résultat obtenu pour chaque maille afin de constituer la carte nationale.

#### 5 Cartographie



## 6. Pour en savoir plus

Les travaux d'élaboration de la carte de sensibilité aux feux ont été réalisés par la société Kayrros et pilotés par le ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (direction générale de la prévention des risques).

Les représentants des entités suivantes ont été associées au suivi du déroulement de ces travaux :

- du ministère de l'Intérieur et des Outre-mer (direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises) ;
- du ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (direction générale de performance économique et environnementale des entreprises) ;
- de l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) ;
- de l'Office national des forêts (ONF) ;
- de l'Institut national géographique (IGN) ;
- des services déconcentrés de l'Etat (DREAL, DDT(M) et DRAAF).



## 7. Carte nationale de sensibilité aux feux

Carte non diffusable  
à date