



  
**PRÉFET  
DE LA  
CHARENTE-  
MARITIME**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

DDTM de la Charente-Maritime

# Élaboration des Plans de Prévention du Risque Incendie de Forêt du Sud du département

**Note technique sur la caractérisation de l'aléa**

*Version septembre 2024*



## Sommaire

1.1	Composantes du risque.....	4
1.2	Deux types d'aléa.....	5
1.3	Composantes de l'aléa subi.....	6
<b>2.</b>	<b><i>Outils et modèles utilisés.....</i></b>	<b>7</b>
2.1	Firetec.....	7
2.2	Le simulateur d'incendie Vesta.....	7
2.3	Synthèse de la méthode de calcul de l'aléa subi.....	8
<b>3.</b>	<b><i>Définition des conditions de référence.....</i></b>	<b>9</b>
3.1	Vitesse et direction du vent.....	9
3.2	Teneur en eau de la végétation.....	12
<b>4.</b>	<b><i>Cartographie de l'occupation du sol.....</i></b>	<b>13</b>
4.1	Méthode d'élaboration.....	13
4.1.1	Données utilisées.....	13
4.1.2	Typologie de l'occupation du sol.....	13
4.1.3	Vérifications de terrain.....	14
4.1.4	Prise en compte des défrichements à venir.....	15
4.1.5	Résultats.....	15
<b>5.</b>	<b><i>Calcul de l'intensité.....</i></b>	<b>16</b>
5.1	Principes du calcul de l'intensité.....	16
5.2	Modélisation du combustible.....	18
5.2.1	Relevés de terrain.....	18
5.2.2	Hypothèses formulées sur les types de végétation.....	19
5.2.3	Calcul de la biomasse.....	20
5.2.4	Détermination de la vitesse de propagation.....	20
5.2.5	Équations paramétriques.....	21
5.3	Résultats : cartographie de l'intensité.....	22
<b>6.</b>	<b><i>Calcul de la probabilité d'incendie.....</i></b>	<b>24</b>
6.1	Probabilité d'éclosion.....	24
6.1.1	Principes généraux.....	24
6.1.2	Analyse des causes.....	25



6.1.3	Modèle d'éclosion utilisé.....	26
6.1.4	Résultats.....	27
<b>6.2</b>	<b>Probabilité d'incendie.....</b>	<b>28</b>
6.2.1	Méthode de calcul de la probabilité d'incendie.....	28
6.2.2	Résultats.....	31
<b>7.</b>	<b>L'aléa subi : résultat du croisement entre l'intensité et la probabilité d'incendie.....</b>	<b>32</b>
<b>7.1</b>	<b>Méthode de calcul.....</b>	<b>32</b>
7.1.1	Grille de croisement intensité X probabilité d'incendie.....	32
7.1.2	Prise en compte des deux directions de vent.....	32
<b>7.2</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>33</b>
<b>8.</b>	<b>Annexes.....</b>	<b>35</b>
<b>8.1</b>	<b>Annexe 1 : Note technique sur la caractérisation de l'intensité dans les peuplements de feuillus.....</b>	<b>35</b>
<b>8.2</b>	<b>Annexe 2 : cartes.....</b>	<b>40</b>
8.2.1	Carte 1 : Occupation du sol.....	41
8.2.2	Carte 2: Intensité par vent de Nord-Est.....	42
8.2.3	Carte 3 : Intensité par vent de Sud-Est.....	43
8.2.4	Carte 4 : Probabilité d'incendie par vent de Nord-Est.....	44
8.2.5	Carte 5 : Probabilité d'incendie par vent de Sud-Est.....	45
8.2.6	Carte 6 : Aléa subi par vent de Nord.....	46
8.2.7	Carte 7 : Aléa subi par vent de Sud-Est.....	47
8.2.8	Carte 8 : Aléa subi (maximal).....	48
<b>8.3</b>	<b>Annexe 3 : Modélisation spatiale de chaque cause d'incendie.....</b>	<b>49</b>
8.3.1	Opérations spatiales préparatoires.....	49
8.3.2	Cause n°1 : foudre.....	50
8.3.2.1	<i>Description et pourcentage des éclosions.....</i>	<i>50</i>
8.3.2.2	<i>Données utilisées.....</i>	<i>50</i>
8.3.2.3	<i>Modèle spatial.....</i>	<i>50</i>
8.3.3	Cause n°2 : lignes électriques.....	50
8.3.3.1	<i>Description et pourcentage des éclosions.....</i>	<i>50</i>
8.3.3.2	<i>Données utilisées.....</i>	<i>50</i>
8.3.3.3	<i>Modèle spatial.....</i>	<i>50</i>
8.3.4	Cause n°3 : chemin de fer.....	52
8.3.4.1	<i>Description et pourcentage des éclosions.....</i>	<i>52</i>
8.3.4.2	<i>Données utilisées.....</i>	<i>52</i>
8.3.4.3	<i>Modèle spatial.....</i>	<i>52</i>



8.3.5	Cause n°4 : « Ecobuages ».....	52
8.3.5.1	Description et pourcentage des éclosions.....	52
8.3.5.2	Données utilisées.....	52
8.3.5.3	Modèle spatial.....	52
8.3.6	Cause n°5 : travaux forestiers.....	53
8.3.6.1	Description et pourcentage des éclosions.....	53
8.3.6.2	Données utilisées.....	53
8.3.6.3	Modèle spatial.....	53
8.3.7	Cause n°6 : travaux agricoles.....	53
8.3.7.1	Description et pourcentage des éclosions.....	53
8.3.7.2	Données utilisées.....	53
8.3.7.3	Modèle spatial.....	54
8.3.8	Cause n°7 : Autres causes accidentelles.....	54
8.3.8.1	Description et pourcentage des éclosions.....	54
8.3.8.2	Données utilisées.....	54
8.3.8.3	Modèle spatial.....	54
8.3.9	Cause n°8 : malveillance.....	55
8.3.9.1	Description et pourcentage des éclosions.....	55
8.3.9.2	Données utilisées.....	55
8.3.9.3	Modèle spatial.....	55
8.3.10	Cause n°9 : véhicules.....	55
8.3.10.1	Description et pourcentage des éclosions.....	55
8.3.10.2	Données utilisées.....	56
8.3.10.3	Modèle spatial.....	56

## 1.1 Composantes du risque

L'analyse du risque repose sur l'analyse croisée de deux paramètres : l'aléa d'une part, et d'autre part ses conséquences possibles sur les enjeux.

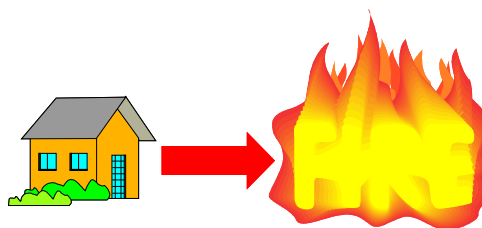


## 1.2 Deux types d'aléa

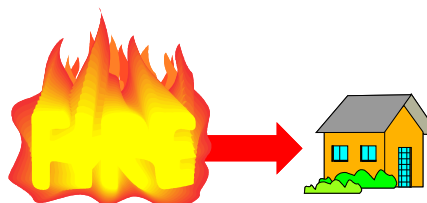
En matière de feux de forêt, il faut distinguer deux types d'aléas :

- ☉ un aléa induit par les activités humaines,
- ☉ un aléa subi par ces mêmes activités humaines.

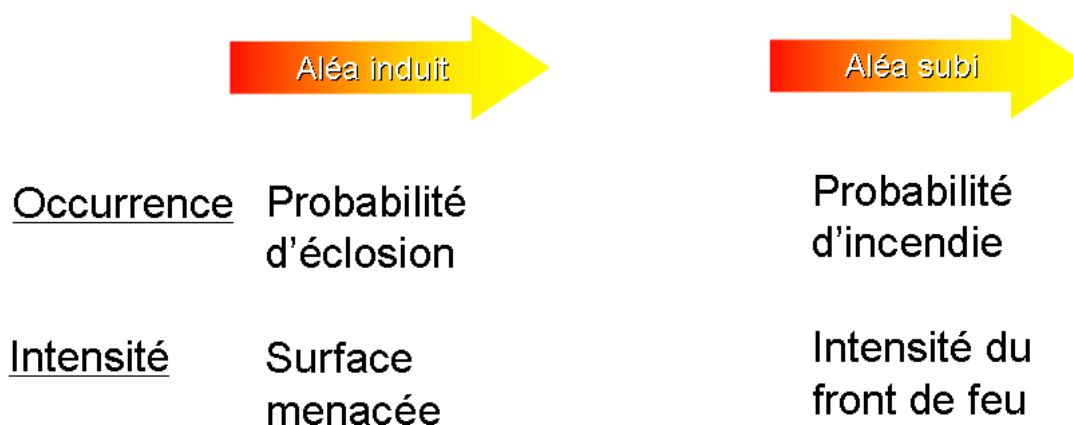
L'aléa induit est l'aléa généré par une activité humaine (actuelle ou future). Il est comparable à la composante d'un « risque technologique ».



L'aléa subi est l'aléa auquel sont exposés les enjeux (actuels ou futurs). Il est comparable à la composante d'un « risque naturel ».



Dans les deux cas, l'aléa reste une combinaison entre occurrence et intensité. L'image ci-dessous synthétise les composantes de chaque type d'aléa.



🕒 L'aléa induit, visant à mettre en évidence les orientations de défense de la forêt contre les incendies en matière de prévention et de feu naissant, est issu du croisement entre :

- la probabilité d'éclosion (l'occurrence spatiale),
- la surface potentiellement menacée.

🕒 L'aléa subi, permet de mettre en évidence les priorités en matière de protection d'enjeux humains, objectif des Plans de Préventions Risque Incendie de Forêt ; il est issu du croisement entre :

- la probabilité d'incendie (l'occurrence temporelle),
- l'intensité (puissance du front de feu).

Dans le cadre de l'élaboration de PPRIF, c'est l'aléa subi qui est pris en compte

### 1.3 Composantes de l'aléa subi

Dans le cas de l'aléa subi, l'aléa est la combinaison entre deux paramètres :

🕒 L'intensité du feu reflète l'intensité des phénomènes naturels auxquels sont potentiellement exposés les enjeux ; elle correspond à la quantité d'énergie dégagée par le feu par unité de temps, ou puissance du front de feu ;

🕒 L'occurrence, qui peut se décomposer en :

- L'occurrence dite « spatiale » qui est une **composante déterministe** de l'aléa feu de forêt. Elle repose sur une combinaison de paramètres corrélés à la **probabilité d'éclosion** (inflammabilité de la végétation, présence d'activités humaines de type « poudrières », zonage climatique,). Elle reflète la menace potentielle de mise à feu.
- L'occurrence temporelle, composante qui a également été calculée. Le bilan des incendies permet de calculer ce qui est usuellement appelé le « Risque Moyen Annuel » qui traduit le



pourcentage de surface combustible de la commune brûlée en moyenne chaque année. Il s'agit d'une **composante historique** de l'aléa feu de forêt. Elle revêt donc un caractère statistique reflétant une situation passée avérée.

## 2. Outils et modèles utilisés

### 2.1 Firetec

La méthode de cartographie de l'aléa utilisée fait appel aux **derniers développements de la recherche dans le domaine de la modélisation des incendies de forêt**. Le modèle utilisé pour caractériser la puissance potentielle du feu (volet « intensité du phénomène » de l'aléa) est le modèle Firetec.

**Firetec est un modèle physique de propagation du feu.**

*Firetec s'appuie sur le code de calcul HIGRAD qui résout des écoulements en 3D dans la couche limite atmosphérique, dans et autour de la zone de combustion (technique LES). Le calcul des écoulements intègre les interactions avec la végétation (traînée, turbulence générée par cisaillement, etc.) et avec la topographie.*

*La résolution des écoulements permet de simuler finement l'advection des gaz chauds sur le combustible imbrûlé pour calculer le transfert convectif entre phase gazeuse et végétation. Le transfert radiatif est calculé explicitement à partir de la méthode de Monte-Carlo.*

*Au sein de chaque maille, Firetec calcule la dégradation thermique de la végétation et de la combustion des produits de pyrolyse au moyen d'un taux de réaction global dépendant du temps caractéristique des tourbillons de petite échelle et de la distribution de température au sein de la maille.*

*La résolution du modèle (taille de la maille) est typiquement de 2 m, ce qui permet de prendre en compte finement la structure spatiale du combustible. Les domaines de calcul font plusieurs centaines de mètres horizontalement et verticalement, ce qui permet de simuler la propagation du feu à l'échelle de petits paysages. Des simulations sur des domaines plus grands (plusieurs km) ont déjà été réalisées avec des mailles plus grandes (jusque 10 m horizontalement).*

*Le code a été initialement développé au Los Alamos National Laboratory (LANL), Earth and Environment Division (EESD) (États-Unis), notamment par R. Linn (FIRETEC) et J. Reisner (HIGRAD). Depuis 2004, il est codéveloppé avec l'INRA d'Avignon.*

*En faisant un nombre de calculs suffisant, le modèle permet d'établir des lois liant l'intensité avec les différents paramètres de propagation (pente, vent, teneur en eau, ...).*

### 2.2 Le simulateur d'incendie Vesta

Cet outil permet de simuler la propagation des incendies. Il a aussi été utilisé pour calibrer les modèles de combustible servant à calculer la puissance potentielle du feu.



La simulation permet d'avoir une probabilité d'incendie « potentielle » tenant compte de la configuration des massifs et de la pression incendiaire connue. Une carte d'occurrence est élaborée, résultant des feux virtuels simulés pour le calcul de la surface menacée.

Le simulateur d'incendie à grande échelle utilisé est la **plateforme de calcul Vesta**, mis au point dans le cadre du projet Fire Paradox. Il est basé sur le modèle physique Firetec, utilisé pour établir des lois paramétriques.

*Outre les fonctions de base habituelle d'un simulateur d'incendie, ses principales caractéristiques sont les suivantes :*

- ☉ il est capable de travailler sur différents formats de fichiers SIG vecteurs et rasters (importation et exportation),*
- ☉ c'est une plateforme capable d'utiliser différents modèles de propagation,*
- ☉ il peut être exécuté avec ou sans modèles de sautes de feu (à savoir le modèle probabiliste développé dans le cadre du projet Saltus),*
- ☉ il inclut un simulateur de vent pour évaluer les variations locales de la direction et vitesse du vent sur le terrain,*
- ☉ il permet la description des types de combustible avec la meilleure précision disponible,*
- ☉ il permet à l'utilisateur de simuler de façon interactive une certaine intervention de l'homme comme les coupures de combustible, la lutte aérienne, ...*
- ☉ il permet le lancement d'une série de simulations sur une superficie donnée pour calculer les cartes de risque,*
- ☉ il permet à l'utilisateur de comparer incendie simulé avec incendie réel, afin de valider les résultats obtenus, ...*

### 2.3 Synthèse de la méthode de calcul de l'aléa subi

Les paramètres intensité et occurrence de l'aléa subi sont calculés en tenant compte :

- ☉ De la vitesse et de la direction du vent (conditions de référence),
- ☉ De la topographie (relief),
- ☉ Du type de combustible (nature de la végétation),
- ☉ De l'historique des feux (utilisé pour définir les paramètres de l'occurrence).

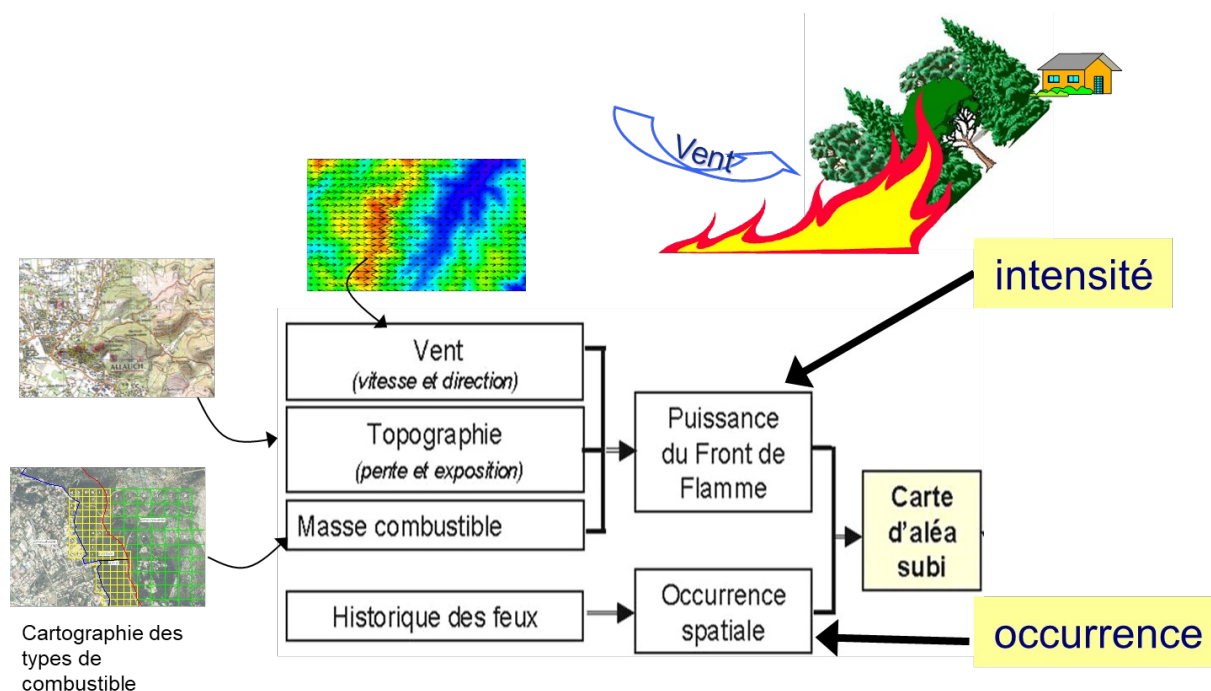


Figure 1 : Schéma de synthèse de calcul de l'aléa subi

### 3. Définition des conditions de référence

#### 3.1 Vitesse et direction du vent

Les conditions de référence du vent (vitesse et direction) à utiliser pour le calcul de l'aléa ont été déduites des conditions dans lesquelles se sont produits les grands feux passés. Deux sources de données ont été utilisées :

- ☺ Les mesures de vent effectuées au niveau des tours de guet à proximité du feu (source : SDIS) ;
- ☺ Les contours de feux : la direction de la propagation du feu permet d'identifier la direction globale du vent (Figure 2).

Le Tableau 1 liste les feux de plus de 5 ha enregistrés sur la période 1976-2013 et pour lesquels les conditions de vent ont pu être identifiées.

Le nombre de feux et les surfaces parcourues sont ensuite cumulées en fonction des directions de vent (Figure 3 et Figure 4).

Tableau 1 : Direction et vitesse du vent lors des principaux feux (1976-2013)

Date	Commune	Lieu-dit	Surf. (ha)	Direction vent	Source vent	Vitesse vent (SDIS) m/s
13/04/1980	CHEPNIERS		700	SE	Contour de feu	
19/07/1989	BEDENAC	Moulin neuf - Camp Bussac	600	NE	Contour de feu	
1982	NEUVICQ		160	NO	Contour de feu	



Date	Commune	Lieu-dit	Surf. (ha)	Direction vent	Source vent	Vitesse vent (SDIS) m/s
01/04/1990	MONTLIEU	Collardeau	85	SE	Contour de feu	
12/04/2010	CLOTTE (LA)	LE TERRIER DU LOUP	84	NE	SDIS	6 à 11
26/05/1987	BUSSAC-FORET		75	SE	Contour de feu	
1987	JUSSAS		47	SO	Contour de feu	
29/04/2010	MONTENDRE	LANDE DES SAUZES	22	SO	SDIS	4 à 9
03/08/2005	CERCOUX - CLERAC	Berdeau Bourselleau	20	NO	SDIS	9
22/07/2002	MONTLIEU	LA LANDES DE TRANSAC	15	E	SDIS	5
09/05/2005	BUSSAC-FORET	Lugéras	14	NO	SDIS	4
26/06/2011	MONTENDRE	Chemin du lac	10	SE	SDIS	6
13/10/1985	BOSCAMNANT		10	NO	Contour de feu	
30/06/2004	JUSSAS	Le grand Got	10	NO	SDIS	10
22/03/2005	CHAMOUILAC	Chez Pignon	8	SE	SDIS	
16/04/2010	SAINT-MARTIN-DE-COUX	LE RAMARD	8	NE	SDIS	4 à 7
01/06/2011	LA GENETOUZE	L'Epsis	6.5	NE	SDIS	6
03/06/2004	JUSSAS		6	SO	Contour de feu	
15/09/2003	CLERAC	Les Frouins	6	NE	SDIS	
18/03/2005	ST AIGULIN	La Font Blanche	6	E	SDIS	2

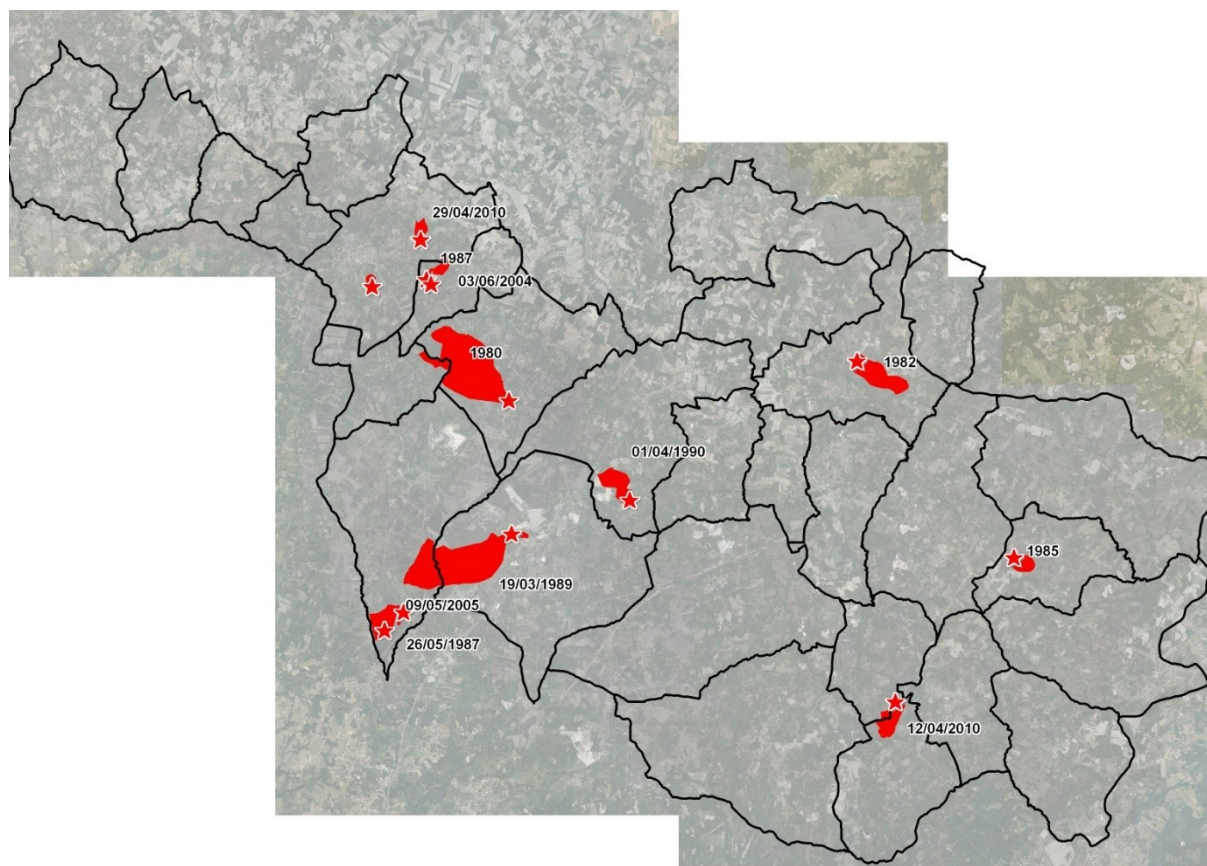


Figure 2 : Contours et points d'éclosion disponibles sur la période 1976-2013

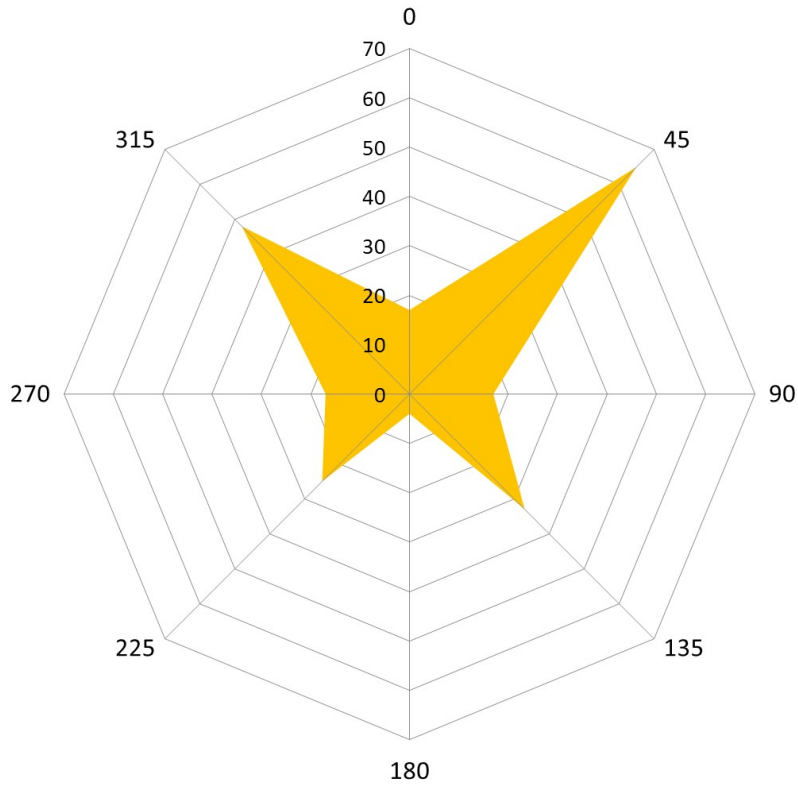


Figure 3 : Cumul du nombre de feux en fonction de la direction du vent (1976-2013)



Figure 4 : Cumul des surfaces brûlées en fonction de la direction du vent (1976-2013)



Suite à l'analyse de ces données et à l'expertise des membres du comité de pilotage, deux directions de vent ont été retenues :

🕒 Direction Nord-Est (45°)



🕒 Direction Sud-Est (135)



La vitesse du vent a été fixée à 7,5 m/s (27 km/h) dans les deux cas.

L'aléa est calculé dans chacune des directions, puis l'aléa final est calculé comme le maximum de l'aléa obtenu pour chaque direction.

### 3.2 Teneur en eau de la végétation

Ce paramètre influe de manière significative sur la vitesse de propagation et sur l'intensité.

Dans le Sud-Est, des mesures de teneur en eau sont effectuées depuis 1996 dans le cadre du réseau hydrique (<http://www.reseau-hydrique.org/>). Le réseau hydrique est constitué d'un ensemble de points de prélèvements d'échantillons répartis dans les départements du Sud-Est avec pour objectif de suivre, au cours de la période estivale, la variation de la teneur en eau des espèces arbustives méditerranéennes les plus répandues.

Ces données sont utilisées comme base et complétées par :

- 🕒 L'utilisation de valeurs issues de la bibliographie, lorsque des travaux de recherche ont été effectués sur ces espèces ;
- 🕒 Le rattachement aux valeurs d'une espèce considérée comme proche, à dire d'expert ;
- 🕒 L'ajustement des teneurs en eau pour obtenir des vitesses de propagation correspondant à la réalité du terrain.

L'utilisation d'un modèle propagation du feu permet de comparer les résultats du modèle aux incendies passés et aux vitesses de propagation connues. La vitesse de propagation calculée par le modèle intègre les données descriptives du combustible, dont la teneur en eau. À l'aide de l'expertise des services incendie et des retours d'expérience sur les feux, les vitesses de propagation peuvent être connues, et les modèles de propagation calibrés pour obtenir des vitesses réalistes. Une des variables d'ajustement est la teneur en eau de la végétation.



## 4. Cartographie de l'occupation du sol

### 4.1 Méthode d'élaboration

#### 4.1.1 Données utilisées

Trois sources de données ont été utilisées pour cartographier l'occupation du sol :

- 🕒 Les photographies aériennes ont été photo-interprétées pour identifier les types de végétation sur les 9 communes ; initialement réalisé en 2014, le travail a été actualisé en 2021 sur les 9 communes devant faire l'objet d'un PPRIF. Ce travail a été partagé avec l'ensemble des 9 communes notamment au moment de réunions bilatérales.
- 🕒 La cartographie forestière de l'Inventaire Forestier National (IFN - BD Forêt) a été utilisée sur les autres communes du bassin de risque ;
- 🕒 Ces données sont couplées avec les données du Registre Parcellaire Graphique, pour identifier les zones agricoles susceptibles de propager le feu et les zones agricoles considérées comme incombustibles.

D'autre part, pour tenir compte des feux pouvant provenir de l'extérieur de la zone d'étude, la végétation est cartographiée à l'extérieur des 29 communes dans **une bande 10 km**. Dans ce périmètre, c'est la cartographie Corine Land Cover qui a été utilisée. Elle permet d'avoir une approche des types d'occupation du sol présents suffisamment fine pour les besoins du calcul de la probabilité d'incendie, et incluant les zones bâties et les zones agricoles, à la différence de la cartographie de l'IFN.

#### 4.1.2 Typologie de l'occupation du sol

25 types d'occupation du sol ont été distingués (Tableau 2) sur les 29 communes.

Les types de cultures ont été distingués :

- 🕒 Les vignes et vergers, cultures et maraîchages seront par la suite considérés comme incombustibles.
- 🕒 Les prairies et les autres cultures sont considérées comme combustibles.

Tableau 2 : Liste des types d'occupation du sol

Catégorie	Type d'occupation du sol	Combustible
Espaces « naturels »	Accrus forestiers	Oui
	Espace vert	Oui
	Feuillus clairs ou morcelés	Oui
	Feuillus sans sous-bois	Oui



Catégorie	Type d'occupation du sol	Combustible
Espaces « agricoles »	Friche à dominante herbacée, vigne ou verger non entretenu	Oui
	Friche à dominante ligneuse ou jeunes feuillus avec broussailles.	Oui
	Futaie de pin maritime	Oui
	Grande lande	Oui
	Mélange feuillus/résineux	Oui
	Peuplement de feuillus (futaie)	Oui
	Peuplement de zone humide (ripisylve, ...)	Oui
	Peupleraie	Oui
	Résineux morcelés	Oui
	Résineux sans sous-bois	Oui
	Taillis	Oui
	Autres cultures	Oui
	Culture, maraîchage	Non
	Prairie ou pelouse arborée	Oui
	Vigne, verger	Non
	Jardin (sans habitation)	Oui
	Espaces urbains ou artificialisés	Sol nu
Surface en eau		Non
Zone d'activité		Non
Zone d'habitation avec jardins		Oui
Zone urbaine		Non

### 4.1.3 Vérifications de terrain

La cartographie a fait l'objet de deux types de vérifications :

- 🕒 Des vérifications de terrain systématiques dans les zones d'interface entre les zones bâties et les zones combustibles sur les 9 communes,
- 🕒 Des corrections apportées par les communes : ces dernières ont été consultées sur une première version de la carte d'occupation ; leurs remarques ont été prises en compte pour corriger la carte. Les 9 communes devant faire l'objet d'un PPRIF ont également été saisies et rencontrées lors de la phase de mise à jour de la végétation de 2021.

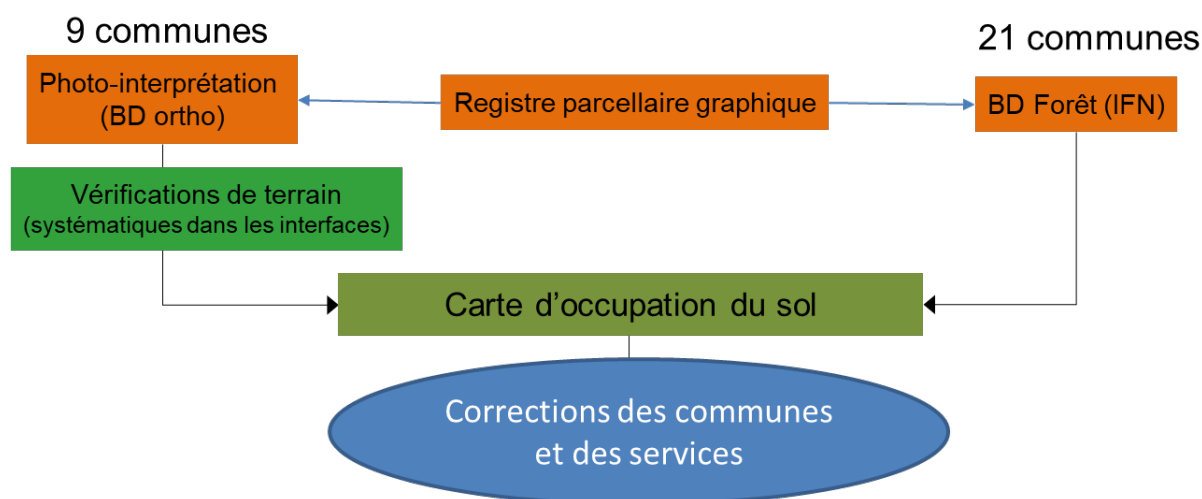


Figure 5 : Procédure d'élaboration de la carte d'occupation du sol

#### 4.1.4 Prise en compte des défrichements à venir

Sur les 9 communes, sur les zones ayant fait l'objet d'une autorisation de défrichage, l'évolution de la végétation est anticipée : si la végétation naturelle est encore présente sur l'ortho-photo, elle est convertie en « zone habitée avec jardin », ce qui correspond au devenir des zones défrichées sur ces 9 communes.

#### 4.1.5 Résultats

La cartographie de l'occupation du sol est présentée sur la carte 1 en annexe 1.

Sur les 9 communes, la répartition des différents types de végétation est la suivante :

Tableau 3 : Répartition des types d'occupation du sol sur les 9 communes (2013)

Catégorie	Type occupation du sol	Surf (ha)	Surf (%)
Espaces « naturels »	Accrus forestiers	6	0.0%
	Espace vert	68	0.2%
	Feuillus clairs ou morcelés	12	0.0%
	Feuillus sans sous-bois	4	0.0%
	Friche à dominante herbacée, vigne ou verger non entretenu	75	0.3%
	Friche à dominante ligneuse ou jeunes feuillus avec broussailles.	29	0.1%
	Futaie de pin maritime	10 134	34.6%
	Grande lande	420	1.4%
	Mélange feuillus/résineux	3 562	12.1%
	Peuplement de feuillus (futaie)	4 293	14.6%
	Peuplement de zone humide (ripisylve, ...)	13	0.0%
	Peupleraie	99	0.3%
	Résineux morcelés	125	0.4%
	Taillis	195	0.7%
<b>Total Espaces « naturels »</b>		<b>19 034</b>	<b>64.9%</b>



Catégorie	Type occupation du sol	Surf (ha)	Surf (%)
<b>Espaces « agricoles »</b>	Autres cultures (combustibles)	419	1.4%
	Culture, maraîchage (non combustible)	1 672	5.7%
	Prairie ou pelouse arborée	4 533	15.5%
	Vigne, verger	704	2.4%
<b>Total Espaces « agricoles »</b>		<b>7 328</b>	<b>25.0%</b>
<b>Espaces urbains ou artificialisés</b>	Jardin (sans habitation)	86	0.3%
	Sol nu	547	1.9%
	Surface en eau	162	0.6%
	Zone d'activité	639	2.2%
	Zone d'habitation avec jardins	1 535	5.2%
<b>Total Espaces urbains ou artificialisés</b>		<b>2 969</b>	<b>10.1%</b>
<b>Total général</b>		<b>29 330</b>	<b>100.0%</b>

Les cartes d'occupation du sol sont présentées en annexe2 (carte 1).

## 5. Calcul de l'intensité

### 5.1 Principes du calcul de l'intensité

Correspondant à la quantité d'énergie dégagée par le feu par unité de temps, l'intensité permet d'évaluer le comportement du feu. Étroitement liée à la végétation, elle est donc très variable dans le temps, en fonction du stade de développement du combustible.

La figure 6 schématise le principe de calcul de l'intensité.

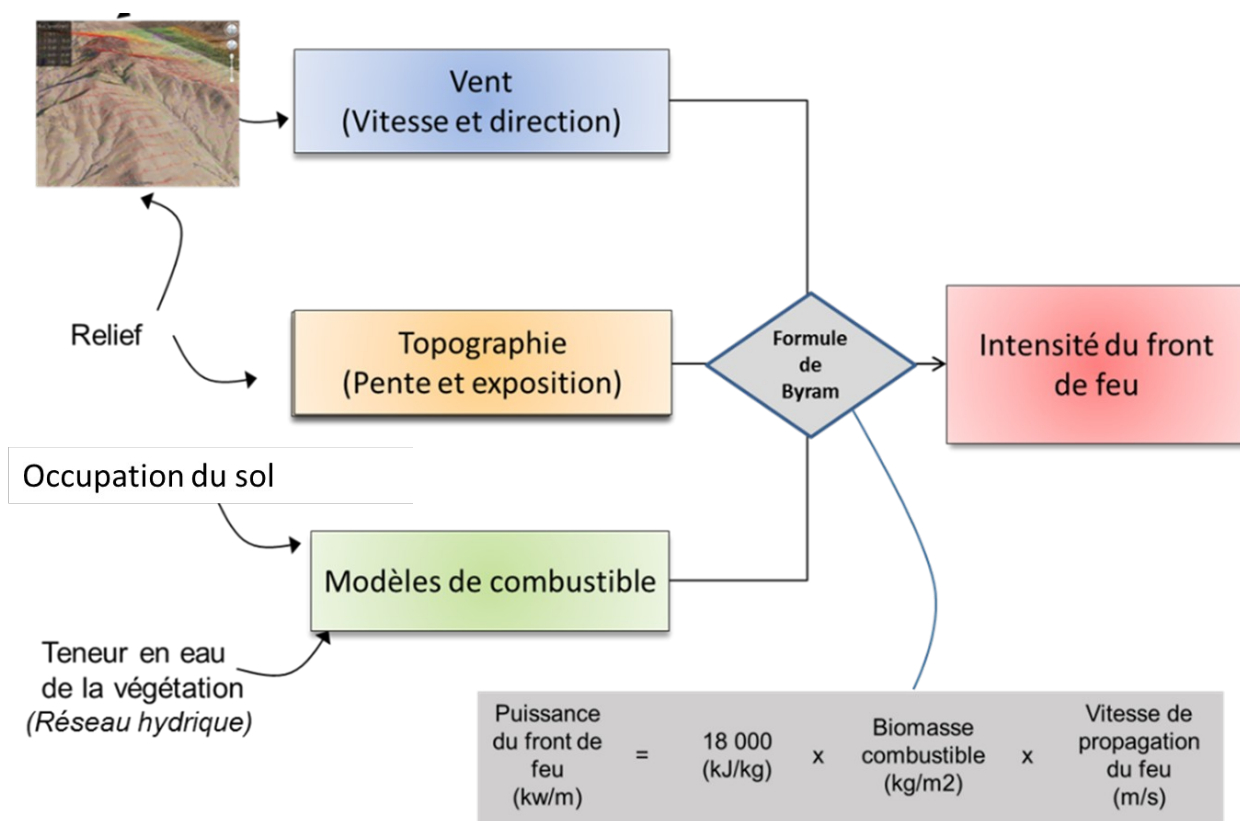


Figure 6 : Schéma de synthèse du principe de calcul de l'intensité du feu

Pour la partie intensité de l'aléa, 4 étapes sont nécessaires :

- 🕒 Identification des types d'occupation du sol.
- 🕒 Transformation des types d'occupation du sol en type de combustible. La biomasse participant à la combustion est estimée selon une méthode d'estimation quantifiée appliquée sur le terrain, ainsi qu'à de la bibliographie en la matière et de la consultation des organismes experts en la matière (IRSTEA, INRA, ...).
- 🕒 Utilisation de la formule de Byram :

Puissance du front de feu (kw/m)

=

18 000 (kJ/kg)

x

Biomasse combustible (kg/m<sup>2</sup>)

x

Vitesse de propagation du feu (m/s)

Énergie dégagée par seconde par chaque mètre de front

Pouvoir calorifique moyen du bois et des végétaux

Biomasse qui participe effectivement à la propagation (éléments fins)

Vitesse moyenne fonction des conditions de référence (vent, humidité)



Où :

- 🕒 le pouvoir calorifique est fixé à 18 000 kJ/kg, valeur moyenne pour l'ensemble des composants végétaux ;
- 🕒 la biomasse combustible est la masse végétale anhydre participant effectivement à la combustion (parties des végétaux de faible dimension) ;
- 🕒 la vitesse de propagation de l'incendie est calculée dans les « conditions de référence » données (vitesse et direction du vent, teneur en eau du combustible) et en tenant compte du vent et de la pente. La vitesse de propagation est calculée en appliquant les équations paramétriques établies dans le cadre du projet de recherches "Fire Paradox" ;
- 🕒 Regroupement des puissances calculées en classes pour permettre le croisement avec l'occurrence et produire les cartes. Pour ce faire, l'échelle d'intensité de l'IRSTEA est utilisée pour définir les seuils dangereux.

**L'utilisation de la formule de Byram donne un résultat dimensionné qui permet de comparer différents territoires entre eux et donc de s'assurer de la pertinence relative des valeurs.**

## 5.2 Modélisation du combustible

Une fois les types d'occupation du sol cartographiés, ils doivent être transformés en types de combustibles caractérisés par leur biomasse et la vitesse de propagation du feu (Figure 7).

### 5.2.1 Relevés de terrain

Pour modéliser le combustible, il faut décrire avec minutie la composition floristique de ces formations végétales.

La nomenclature des types d'occupation du sol combustibles doit donc être détaillée pour y adjoindre la composition floristique moyenne, afin d'y calculer la biomasse combustible nécessaire notamment à l'évaluation de l'intensité.

Des placettes de mesure représentatives de chaque type de peuplement sont donc réparties sur le terrain. Chaque placette fera 6 m de rayon (environ 100 m<sup>2</sup>). Sur chaque placette la flore arborescente, arbustive et herbacée est décrite de manière exhaustive (toutes les espèces présentant un recouvrement supérieur à 0.25%, soit 0.25m<sup>2</sup> sur le terrain). Pour chaque espèce, on note le recouvrement et la hauteur, ainsi que la hauteur de la première branche s'il s'agit d'un arbre adulte.



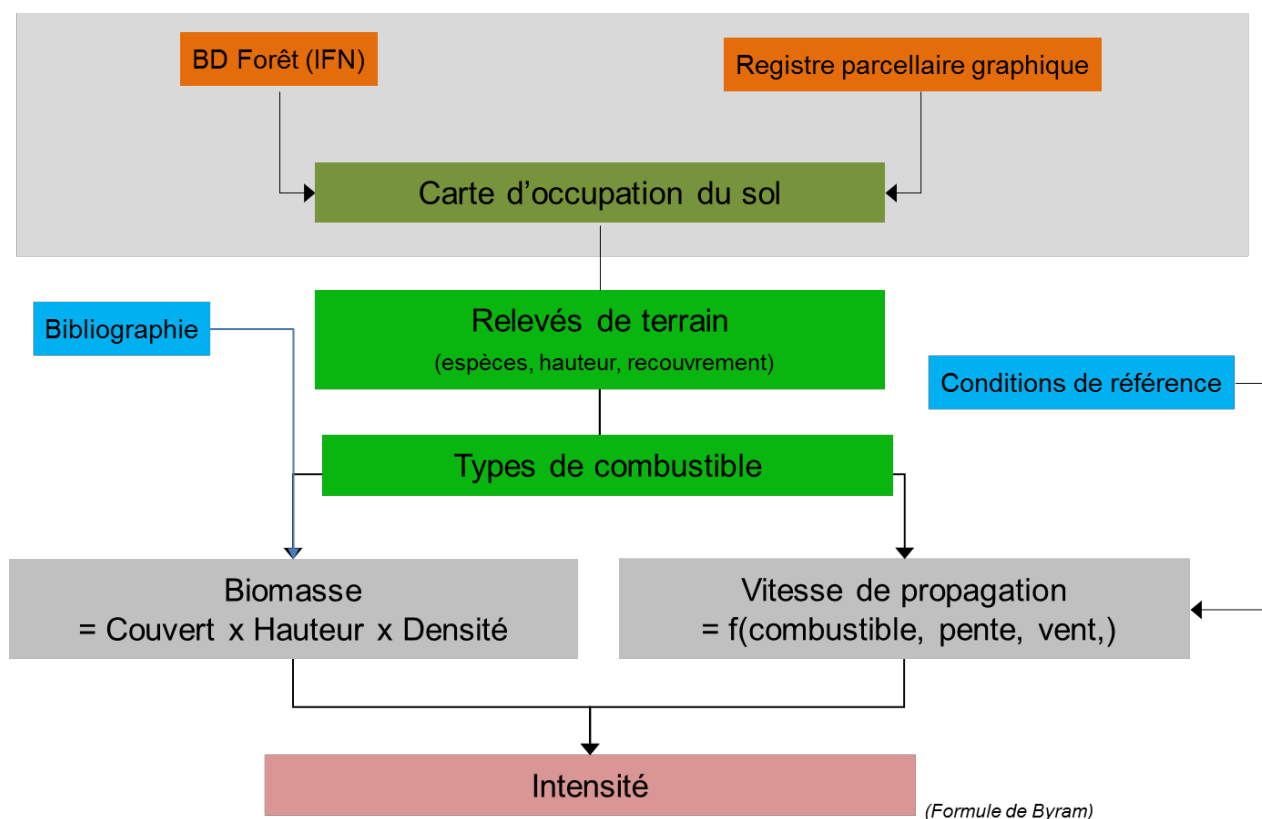


Figure 7 : Étapes de la modélisation du combustible

### 5.2.2 Hypothèses formulées sur les types de végétation

Le pin maritime est le type forestier dominant sur la zone d'étude. La sylviculture du pin, est un cycle de quelques dizaines d'années composé par les principales phases suivantes (source CRPF Aquitaine) :





Compte tenu du fait qu'un enjeu (une construction, une infrastructure) peut voir dans sa durée de vie se dérouler plusieurs cycles présentés ci-dessus, l'hypothèse de travail retenue consiste à simplifier ce cycle et considérer le stade présentant le plus grand risque.

🕒 Dans les futaies de pin maritime, c'est le stade « le plus à risque » qui est pris en compte (futaie jeune où les arbres brûlent). Il correspond à :

- des pins de 5 à 8 mètres de haut, avec un couvert des arbres de 40 %,
- un sous-étage de « broussailles » de 0,5 à 1 m, avec un couvert de 60 % (Fougère, ajonc, bruyère).

🕒 D'autre part, dans les forêts de feuillus, on fait l'hypothèse que les arbres participent peu à la combustion. En effet, dans l'hypothèse où le sous-bois est peu développé, il ne parvient pas, dans des conditions normales, à transmettre le feu aux couronnes des arbres.

### 5.2.3 Calcul de la biomasse

Les relevés de terrain permettent de calculer de manière précise la biomasse qui participe activement à la propagation (éléments fins de diamètre inférieur à 2 mm) et alimente le code de calcul Firetec afin de calculer de manière très précise la puissance du front de feu par l'application de la formule de Byram.

### 5.2.4 Détermination de la vitesse de propagation

La vitesse de propagation dépend de la pente, de la vitesse et de la direction du vent, ainsi que de la teneur en eau des végétaux (voir conditions de référence).

Les vitesses et direction du vent définies comme conditions de référence sont introduites comme paramètre d'entrée dans un logiciel qui permet de modéliser l'effet du relief sur le vent, en tenant compte des changements de direction et de vitesse dues au relief. Le relief est déduit du modèle numérique de terrain de l'IGN.

De nouveaux logiciels permettent aujourd'hui d'améliorer la prise en compte du vent. Le logiciel utilisé ici est le logiciel Windninja, testé dans le cadre du projet de recherche européen Fire Paradox :

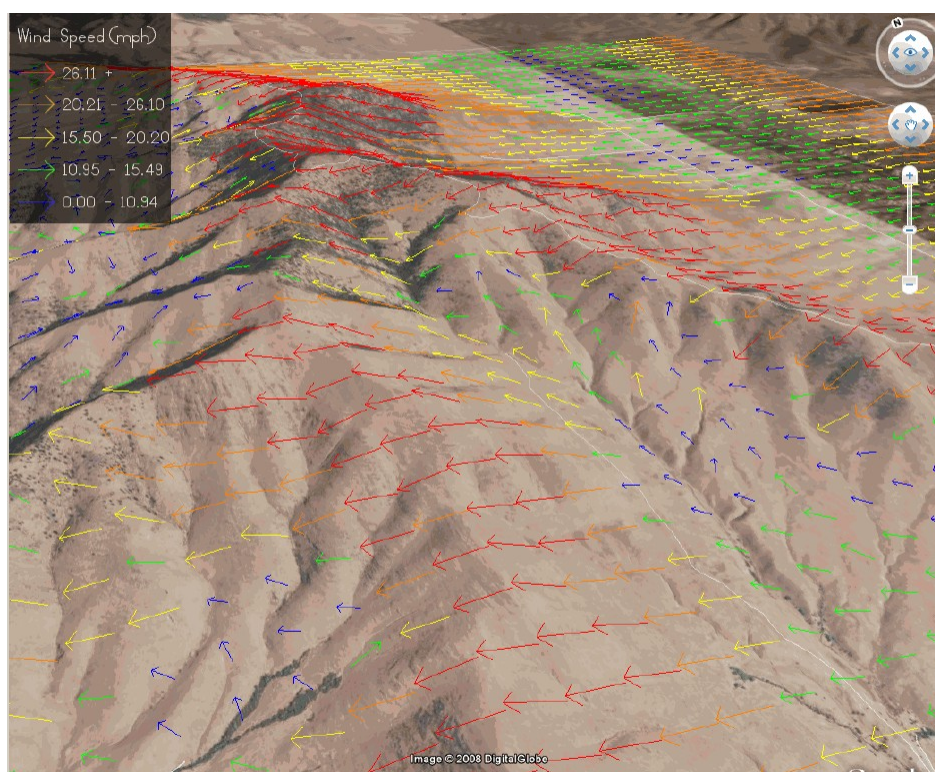


Figure 8 : Exemple de carte de vent produite avec le logiciel Windninja

**D'autre part, l'effet de la combinaison du vent et de la pente est calculé.**

La direction du vent par rapport à la ligne de plus grande pente a un effet sur la vitesse du vent, et donc sur la vitesse de propagation du feu. Par exemple, la vitesse du vent est maximale lorsque sa direction est parallèle à la ligne de plus grande pente.

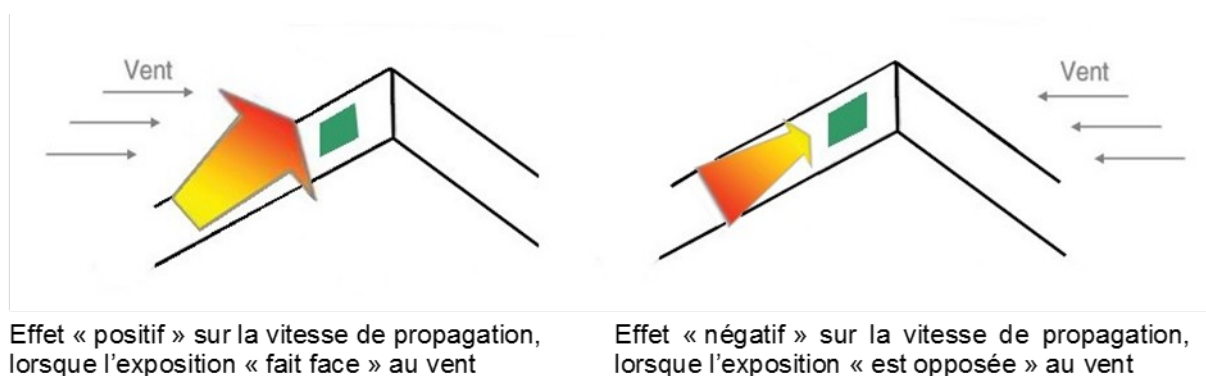


Figure 9 : Effet combiné du vent et de la pente

### 5.2.5 Équations paramétriques

Enfin, la vitesse de propagation est calculée en appliquant les équations paramétriques établies dans le cadre du projet de recherches "Fire Paradox". Ces équations, établies à l'aide du code de calcul



physique FireTec, fournissent en effet une estimation de la vitesse de propagation pour pratiquement n'importe quel type de combustible comme une fonction du vent, de la pente, de la biomasse.

### 5.3 Résultats : cartographie de l'intensité

À ce stade, l'ensemble des paramètres nécessaires pour appliquer la formule de Byram sont disponibles. Les valeurs brutes d'intensité sont converties en classes correspondant à l'échelle définie par l'IRSTEA, qui permet de convertir une intensité de front de flamme en dégâts matériels observés (Tableau 4).

Tableau 4 : Tableau des classes d'intensité, établie par l'IRSTEA

Classe d'intensité	Intensité (valeur)	Dégâts aux bâtiments	Dégâts à la végétation
1-Très faible	< 350 kW/m	Pas de dégât aux bâtiments	Sous-bois partiellement brûlés
2-Faible	Entre 350 et 1 700 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions	Tous les buissons brûlés ainsi que les branches basses
3-Moyenne	Entre 1 700 et 3 500 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions (mais volets en bois brûlés)	Troncs et cimes endommagés
4-Forte	Entre 3 500 et 7 000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Cimes toutes brûlées
5-Très forte	Plus de 7 000kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés
6-Extrême	Plus de 10 000kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés

Le Tableau 5 présente les intensités « brutes » obtenues pour les différents types de combustibles modélisés. L'intensité « brute » est l'intensité calculée avec un vent correspondant au vent de référence, sur terrain plat. L'effet de la pente n'apparaît donc pas. Lorsque l'effet combiné du vent de la pente accélère la vitesse de propagation, l'intensité dégagée par un type de peuplement peut augmenter. L'inverse est également vrai, lorsque le feu ralentit, en descendant la pente ou en progressant à contrevent. Le même type de végétation peut donc avoir une intensité différente selon sa position sur le terrain. **Les classes 5 et 6 sont regroupées.**

L'intensité a été calculée pour les deux directions de vent retenues : Nord-Est et Sud-Est.



Tableau 5 : Résultats de la modélisation par types de combustible pour un vent de 27 km/h (7,5 m/s) sans effet de la pente

Code MTD	Type de combustible	Modèle	Biomasse participant à la combustion (kg/m <sup>2</sup> )	Vitesse de propagation (m/s)	Vitesse de propagation (km/h)	Intensité (kW/m)	Classe d'intensité	Remarque
6	Futaie de pin maritime	Forêt	2.35	0.17	0.60	7 048	5	
3	Résineux morcelés	Broussailles	1.59	0.16	0.59	4 654	4	
7	Mélange feuillus/résineux	Forêt	1.11	0.23	0.82	4 570	4	
15	Grande lande	Broussailles	1.04	0.20	0.72	3 743	4	
41	Feuillus clairs ou morcelés	Broussailles	1.08	0.19	0.68	3 667	4	
91	Friche à dominante herbacée, vigne ou verger non entretenu	Herbacées	0.33	0.54	1.96	3 232	3	
92	Friche à dominante ligneuse ou jeunes feuillus avec broussailles	Broussailles	1.33	0.10	0.36	2 418	3	
93	Friches forestières	Broussailles	1.33	0.10	0.36	2 418	3	
4	Peuplement de feuillus (futaie)	Forêt	0.54	0.10	0.36	963	2->3	Avec les arbustes hauts particip
42	Feuillus sans-sous bois	Forêt	0.54	0.10	0.36	963	2->3	Rattaché par construction au typ
5	Taillis	Broussailles	0.35	0.12	0.42	731	2	Par hypothèse, l'étage dominant (arbres) ne participe pas à la combustion
8	Peuplement de zone humide (ripisylve, ...)	Broussailles	0.18	0.13	0.47	424	2	Par hypothèse, l'étage dominant (arbres) ne participe pas à la combustion
27	Peupleraie	Herbacées	0.08	0.94	3.39	1 357	2	
62	Résineux sans sous-bois	Herbacées	0.07	0.92	3.33	1 165	2	Par hypothèse, l'étage dominant (arbres) ne participe pas à la combustion
101	Cultures combustibles	Herbacées	0.04	1.49	5.35	1 071	2	
2	Prairie	Herbacées	0.07	0.93	3.33	1 165	2	
25	Zone d'habitation avec jardins	Herbacées	0.01	1.27	4.56	228	1	
26	Jardin sans habitation	Herbacées	0.01	1.27	4.56	228	1	
500	Espaces verts	Herbacées	0.01	1.27	4.56	228	1	



Les cartes résultantes sont présentées, en annexe 2 (carte 2 et carte 3).

Exemple de calcul d'intensité pour les peuplements de feuillus : voir Note présentée en annexe 1

## 6. Calcul de la probabilité d'incendie

La probabilité d'incendie est la probabilité que le feu se propage en un point. Elle résulte de la combinaison entre la probabilité d'éclosion (probabilité qu'un feu démarre en un point) et d'un modèle de propagation.

### 6.1 Probabilité d'éclosion

#### 6.1.1 Principes généraux

Les poudrières et zones préférentielles de mise à feu sont indispensables à l'élaboration d'une carte d'éclosion. La couche « poudrières » a été établie en rassemblant toutes les informations disponibles sous forme numérique, notamment la BD TOPO contenant plusieurs des principaux éléments nécessaires (infrastructures routières, voies ferrées, bâti...) et le cadastre pour le bâti.

Deux problèmes sont généralement à résoudre pour exploiter cette information :

- 🕒 quel poids relatif faut-il accorder à chaque type de poudrières ?
- 🕒 quelle est la zone d'influence de chaque objet cartographique ?

Pour répondre à ces deux questions et correctement spatialiser l'information, la méthodologie mise au point par l'IRSTEA dans le cadre du projet AIOLI (Agir contre les Incendies de forêts, leur Occurrence et leur Localisation dans les Interfaces) est utilisée.

La méthodologie peut être résumée de la manière suivante :

- 🕒 analyse détaillée des causes d'incendie, en mesurant pour chaque cause la proportion éclochant en fonction de la proximité des routes ou des constructions ; **en l'absence de fichier SIG des points d'éclosion, les données statistiques sur les causes sont les seules données utilisables** ;
- 🕒 application géographique des résultats des deux analyses précédentes pour constituer le modèle d'éclosion.

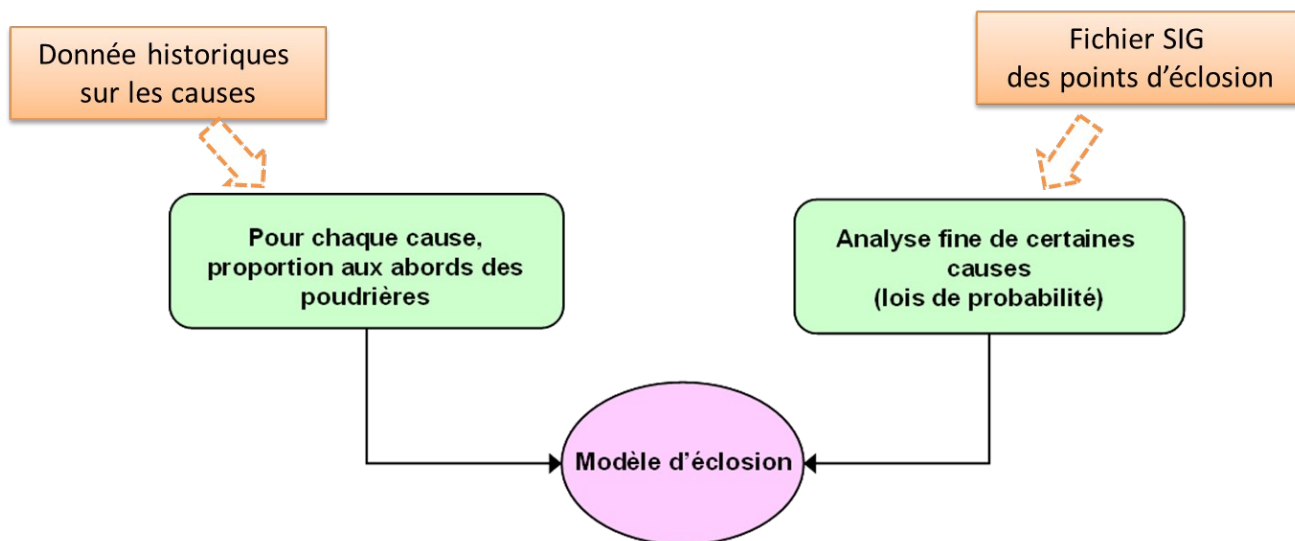


Figure 10 : Méthode d'élaboration de la probabilité d'éclosion

### 6.1.2 Analyse des causes

Afin de dresser le bilan des feux de forêt et de leur origine sur la zone d'étude, l'ensemble des sources de données disponible a été exploitée :

- 🕒 les trois bases de données disponibles ont été compilées :
  - Données fournies par la DDTM : période 2006-2013,
  - Données SDIS : période 1988-2013,
  - Données PDPFCI : période 1976-2005.
- 📁 Les archives des fiches-feux de la DDTM.

L'analyse des causes porte sur la période 2004-2013 : sur les 321 enregistrés, la cause est connue pour 149 feux (soit 46 % des cas).

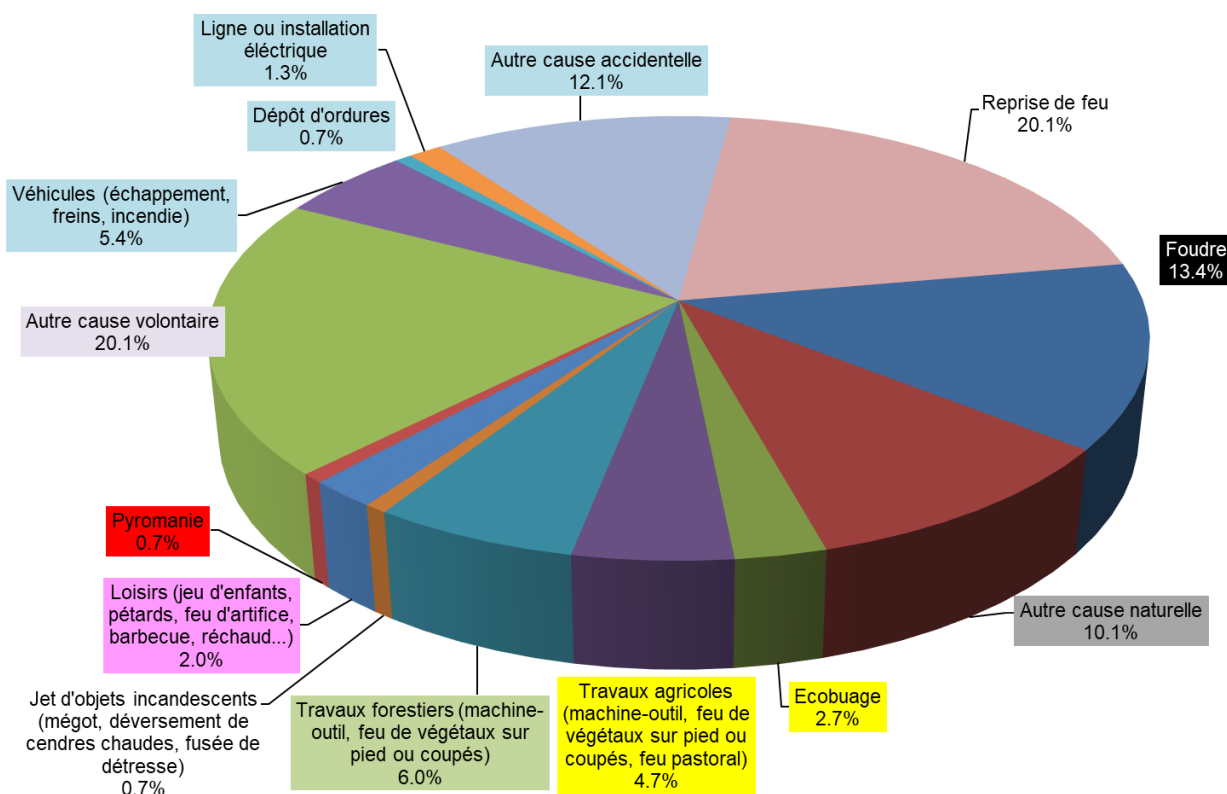


Figure 11 : Répartition des feux par cause (en % des feux de cause connue)

### 6.1.3 Modèle d'éclosion utilisé

L'historique des feux ci-dessus ne mentionne pas de départs de feux dus à la voie de chemin de fers. Cependant, le comité de pilotage a pris en compte le fait qu'une augmentation du trafic sur la ligne chemin de fer marchandise Lille-Hendaye était prévisible, et pourrait se traduire par une augmentation du risque de départ de feux aux abords de la voie.

La proportion de ces départs de feux a été fixée à 1,5 %. Les proportions des autres causes de feux calculé à partir de l'historique des feux ont été ajustées pour intégrer cette nouvelle cause.

D'autre part, le comité de pilotage a considéré que les feux dus aux dépôts d'ordures ne sont plus d'actualité. Les feux dus à cette cause n'ont donc pas été pris en compte dans le calcul du modèle d'éclosion.

Les reprises d'incendie devraient en théorie être modélisées à proximité des zones incendiées, mais cette localisation est impossible à connaître précisément et donc impossible à modéliser.

La méthode utilisée pour modéliser la probabilité d'éclosion est présentée dans le Tableau 5.

Le détail de la modélisation de chaque cause d'incendie est présenté en annexe 2.



Tableau 5 : Répartition des feux par cause pour la modélisation de la probabilité d'éclosion (2004-2013, feux de forêt)

Cause	% causes connues	Modélisation
Foudre et autres causes naturelles	23.29%	Totalité du massif
Causes volontaires	20.64%	Bordure des voies non goudronnées (chemins et routes empierrées de la BD topo) 80% sur les 25 premiers mètres, 20 % entre 25 et 50 m
Causes accidentelles	14.65%	Bordure des voies (toutes les voies de la BD topo sauf les sentiers) 80% sur les 25 premiers mètres, 20 % entre 25 et 50 m
Travaux forestiers (machine-outil, feu de végétaux sur pied ou coupés)	5.99%	Zones boisées + 1 voisinage de 50m autour de ces zones
Véhicules (échappement, freins, incendie)	5.32%	Un voisinage de 25 m aux abords des voies carrossables
Travaux agricoles (machine-outil, feu de végétaux sur pied ou coupés, feu pastoral)	4.66%	Dans les zones agricoles + 50 m autour en zone combustible
Ecobuage	2.66%	En périphérie (50m) des zones de jardins
Chemin de fer	1.49%	Voisinage immédiat (25 m sur l'axe de la voie) de la ligne de chemin de fer marchandise Lille- Hendaye. Une augmentation du trafic sur cette ligne est prévisible, avec une augmentation du risque de départ de feux.
Ligne ou installation électrique	1.33%	Un voisinage de 25 m des lignes électriques moyenne tension

#### 6.1.4 Résultats

La carte résultante est présentée ci-dessous (Figure 12)

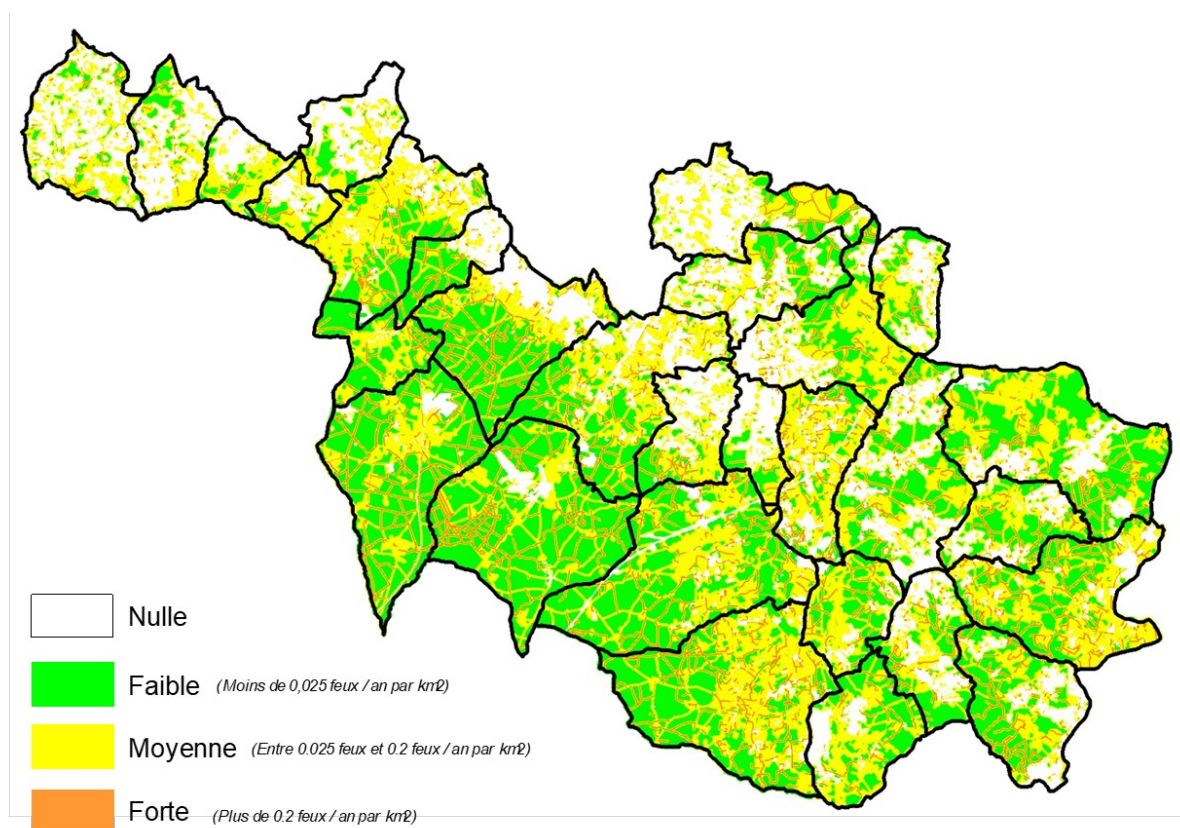


Figure 12 : carte de la probabilité d'éclosion

## 6.2 Probabilité d'incendie

### 6.2.1 Méthode de calcul de la probabilité d'incendie

La probabilité d'incendie résulte d'une combinaison entre la carte de probabilité d'éclosion, la carte des types de combustibles **par un modèle de propagation**. Les conditions de références sont les mêmes que celles utilisées pour l'établissement de la carte d'intensité.

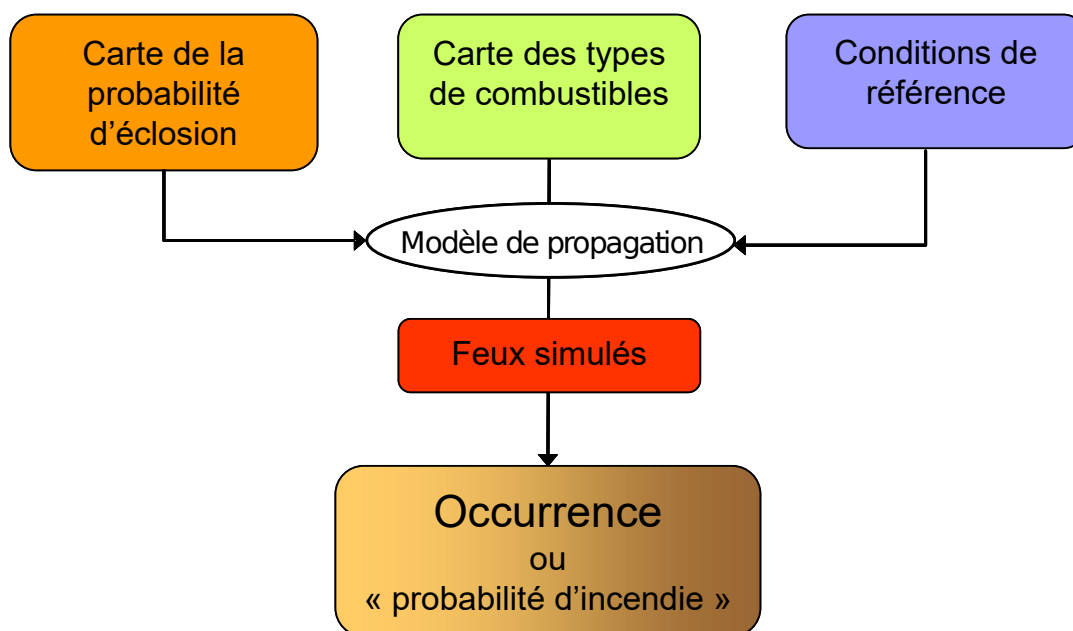


Figure 13 : Méthode d'élaboration de la probabilité d'incendie ou occurrence

Un modèle de propagation est utilisé. Il permet d'avoir une approche dynamique du feu, et non un simple croisement d'indices statiques.

La continuité des zones combustibles est automatiquement prise en compte au travers de la simulation de la propagation. Si des zones agricoles sont susceptibles de propager le feu, elles sont prises en compte dans la propagation.

La probabilité d'incendie est calculée à l'aide de la plateforme de calcul VESTA. **Vesta est le simulateur d'incendie à grande échelle** mis au point dans le cadre du projet Fire Paradox. Il est basé sur le modèle physique Firetec, utilisé pour établir des lois paramétriques. Il permet le lancement d'une série de simulations sur une superficie donnée pour calculer les cartes de risque.

Vesta permet de simuler la propagation d'un incendie sans intervention de lutte, avec une information précise sur la vitesse de propagation du sinistre et sur l'intensité du front de feu en un point donné.

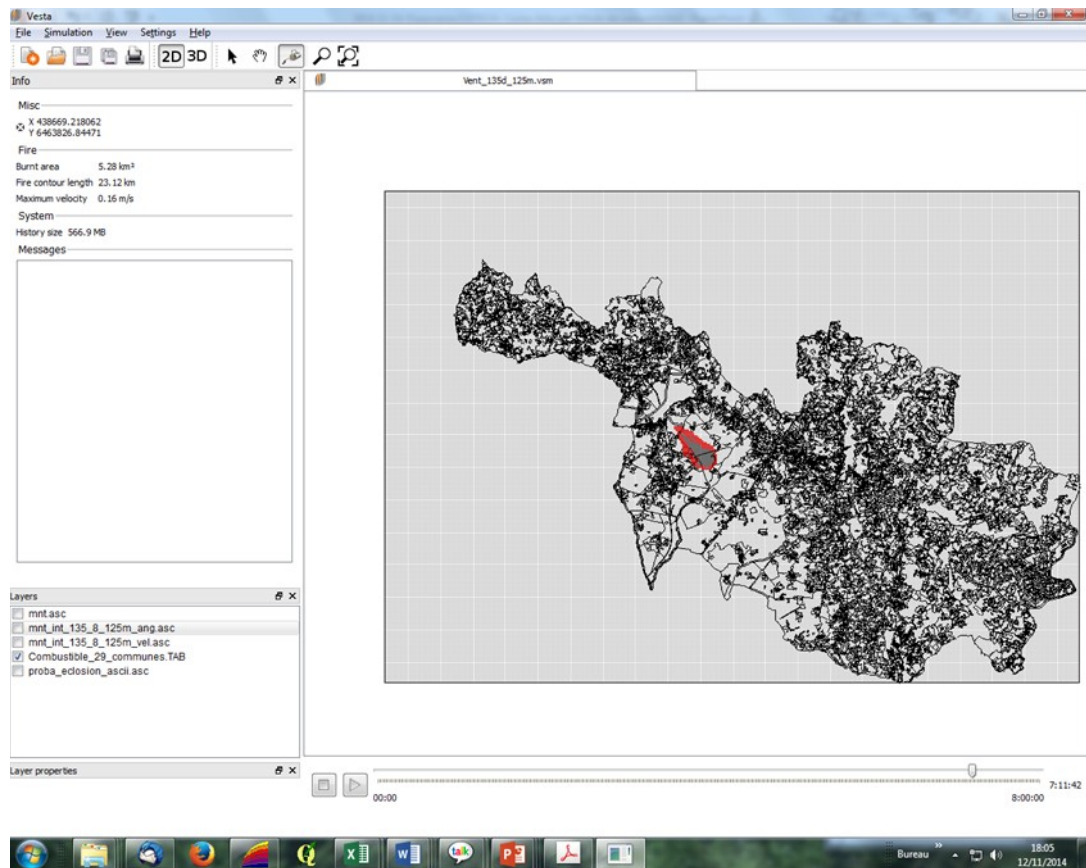


Figure 14 : Exemple de simulation avec la plateforme Vesta

Les simulations ont été réalisées dans les deux situations de vent retenues comme conditions de référence (voir paragraphe 3.1 page 9).

Un feu virtuel est allumé tous les 250 m. 7 832 simulations ont ainsi été réalisées, dans chacune des deux situations de vent.

La taille maximale de l'évènement de référence est déduite de l'historique des feux. Elle est utilisée pour définir la durée des simulations pour le calcul de l'occurrence. La taille du feu de référence a été fixée à **600 ha**, ce qui correspond au plus grand feu enregistré en 2003.

La durée de simulation est fixée pour atteindre la taille du feu de référence, soit 7 heures pour obtenir la surface du feu de référence en propagation libre (sans tenir compte des effets de la lutte).

Les contours de feu résultant des simulations sont ensuite superposés. La probabilité d'incendie est la probabilité en un point que le point soit atteint par un incendie.

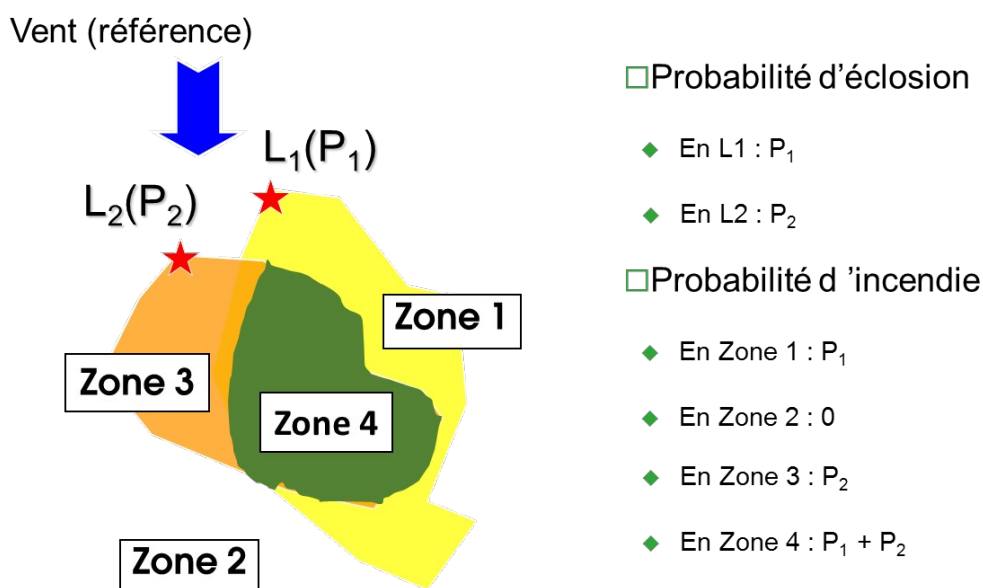


Figure 15 : Principe de calcul de la probabilité d'incendie

Pour tenir compte de l'occurrence réelle des feux sur le département, la probabilité d'incendie calculée par superposition des contours de feux simulés est ensuite pondérée par le Risque Moyen Annuel (RMA). Le RMA est calculé sur la période 2006-2015, sur l'ensemble du département, à l'aide des données statistiques de la BDIFF.

$$RMA = \frac{100 \times S}{N \times SC}$$

S est la surface détruite pendant les N années de référence (soit 10 ans),

SC est la surface combustible.

Le RMA (en %) est calculé sur la période 2004-2013 à l'aide des données statistiques sur les feux, avec :

- ☉ S (surface brûlée par les feux de forêt sur la période) = 434 ha
- ☉ SC (la surface combustible à l'intérieur de la zone d'étude) : 48 957 ha

Le RMA résultant est de 0.088 %.

### 6.2.2 Résultats



Pour hiérarchiser les espaces combustibles du département en fonction de leur probabilité d'incendie, les résultats sont regroupés en 3 classes : faible / moyenne / forte.

Les cartes résultantes (une carte pour chaque situation de vent) sont présentées en annexe 2 (carte 4 et carte 5).

## 7. L'aléa subi : résultat du croisement entre l'intensité et la probabilité d'incendie

### 7.1 Méthode de calcul

#### 7.1.1 Grille de croisement intensité X probabilité d'incendie

L'aléa subi est obtenu par croisement entre l'intensité et la probabilité d'incendie, selon le tableau suivant :

		Occurrence				
		1	2			
Intensité	1	1	1	Aléa	1	Très faible
	2	1	1		2	Faible
	3	2	2		3	Moyen
	4	3	4		4	Fort
	5	4	5		5	Très fort

#### 7.1.2 Prise en compte des deux directions de vent

L'aléa subi est calculé dans chaque situation de vent (carte 6 et carte 7 en annexe 2). L'aléa subi final est ensuite calculé comme le maximum de l'aléa obtenu dans chaque situation de vent. Cette méthode maximise l'aléa, en tenant compte des situations les plus à risque.

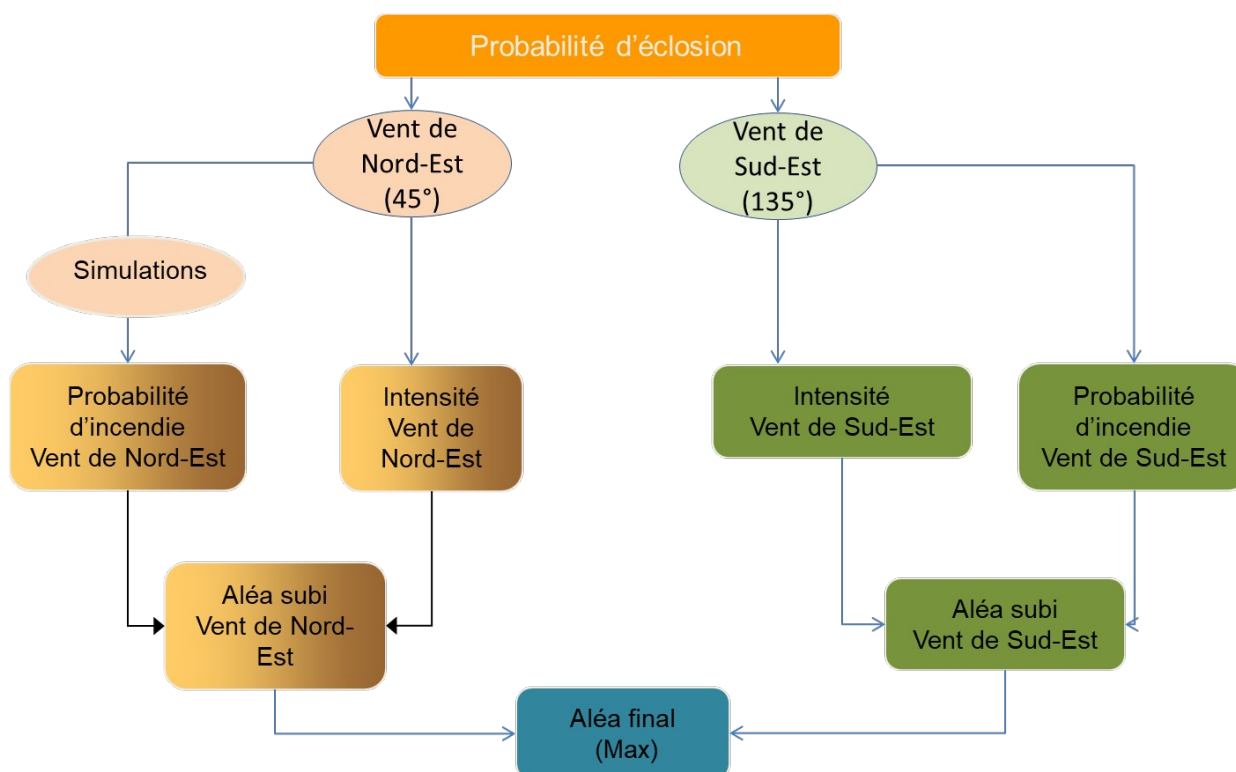
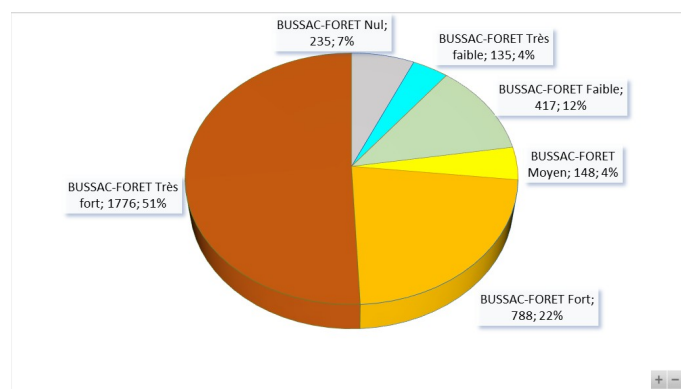
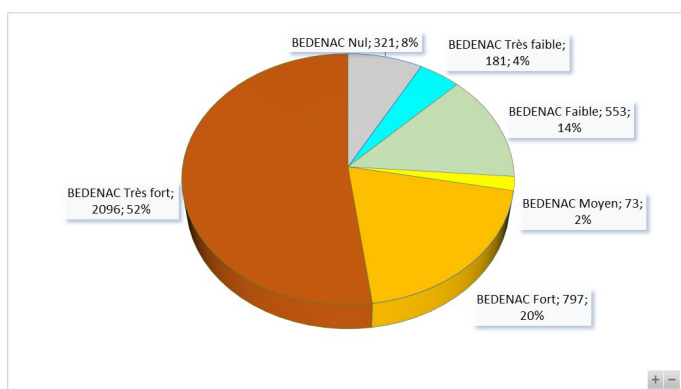


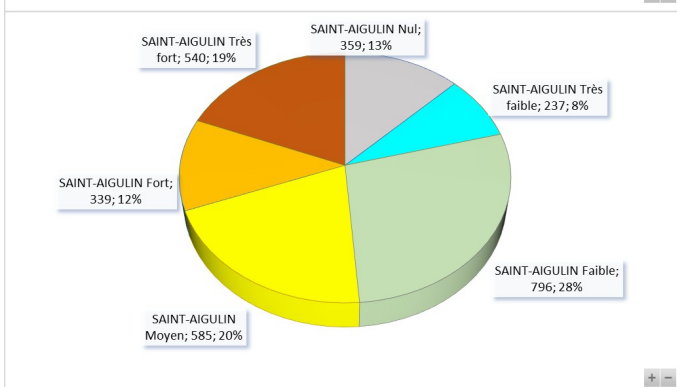
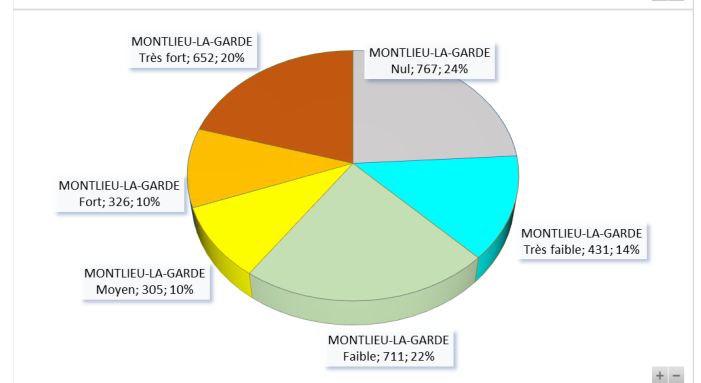
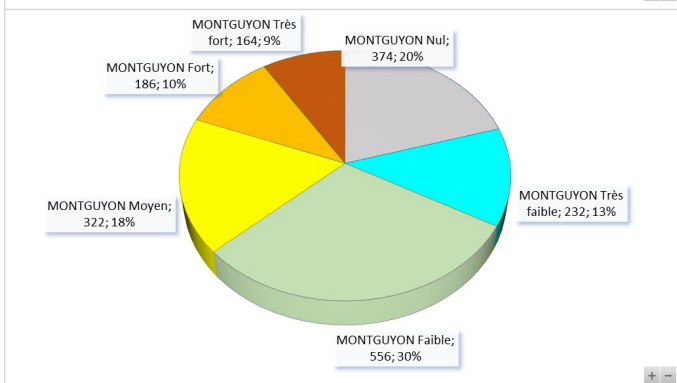
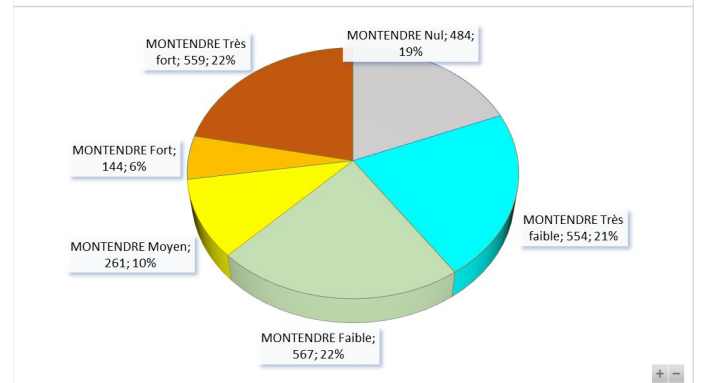
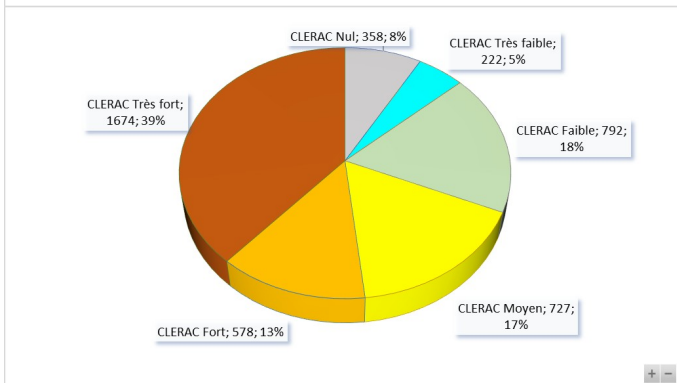
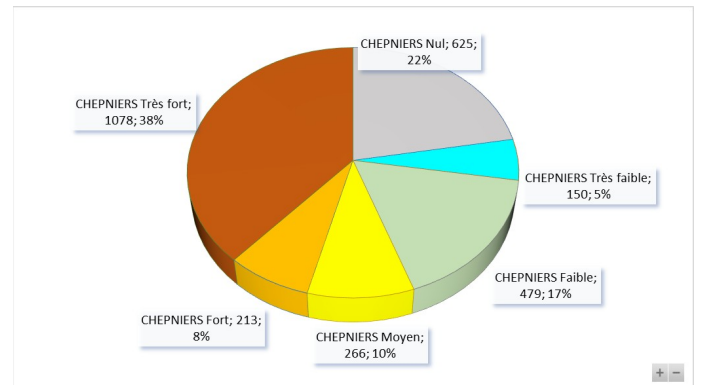
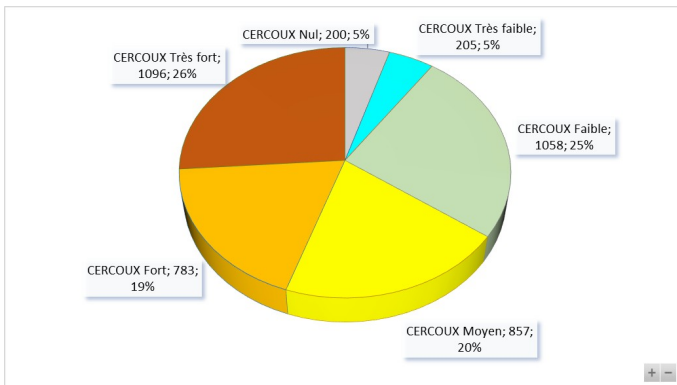
Figure 16 : Principe de calcul de l'aléa final

## 7.2 Résultats

La carte résultante est présentée en annexe 2 (carte 8).

Les surfaces des différents niveaux d'aléa par commune sont présentées ci-après.





## 8. Annexes

### 8.1 Annexe 1 : Note technique sur la caractérisation de l'intensité dans les peuplements de feuillus



DDTM de la Charente-Maritime

# Élaboration des Plans de Prévention du Risque Incendie de Forêt du Sud du département

Note technique sur la caractérisation de  
l'intensité dans les peuplements de feuillus

*Février 2023*



## Rappel de la méthode de modélisation utilisée pour le calcul de l'intensité

Des placettes de mesure représentatives de chaque type de peuplement sont réparties sur le terrain. Chaque placette mesure 6 m de rayon (environ 100 m<sup>2</sup>). Sur chaque placette la flore arborescente, arbustive et herbacée est décrite de manière exhaustive (toutes les espèces présentant un recouvrement supérieur à 0.25%, soit 0.25m<sup>2</sup> sur le terrain). Pour chaque espèce, on note le recouvrement et la hauteur, ainsi que la hauteur de la première branche s'il s'agit d'un arbre adulte.

Pour obtenir les données caractéristiques d'un type de peuplement, on utilise la moyenne des données de relevés sur toutes les placettes de mesure effectuées dans ce type de peuplement.

## Résultats obtenus pour les peuplements de feuillus

Le calcul de l'intensité selon la formule de Byram à l'aide des relevés effectués en 2014 et moyennés sur l'ensemble des relevés du type a conduit à une intensité de classe 2 (faible).

L'analyse détaillée des relevés montre des cas de figure sensiblement différents en termes de structure du sous-bois.

Si l'on scinde ces relevés en 2 catégories, on obtient :

- 🌀 dans les cas où le sous-bois est peu représenté, une intensité 2 (faible) ; c'était le cas le plus fréquent en 2014, ils est donc devenu prépondérant lors du calcul des moyennes
  - la strate arbustive présente 10 à 15 % de couvert (ronce, saule, lierre), la strate herbacée est présente
  - les résultats obtenus sont les suivants :

Type de combustible	Biomasse participant à la combustion (kg/m <sup>2</sup> )	Vitesse de propagation (m/s)	Intensité (kW/m)	Classe d'intensité
Peuplement de feuillus (futaie)	0.54	0.10	<b>963</b>	<b>2</b>

- 🌀 dans les cas où le sous-bois est plus développé, une intensité 3 (moyenne).
  - La strate arbustive représente plus de 50 % de couvert (ronce, lierre, châtaignier, tamaris, ...) ; la strate herbacée est peu représentée
  - la structure de la végétation et les espèces présentes sont différentes, générant une vitesse de propagation plus importante
  - les résultats obtenus sont les suivants :

Type de combustible	Biomasse participant à la combustion (kg/m <sup>2</sup> )	Vitesse de propagation (m/s)	Intensité (kW/m)	Classe d'intensité
<b>Peuplement de feuillus (futaie)</b>	<b>0.52</b>	<b>0.23</b>	<b>2 187</b>	<b>3</b>

Dans les deux cas, la strate arborée est haute, jusqu'à 10 m de haut, et présente un recouvrement de 30 à 50 %.

Dans les deux cas, l'hypothèse formulée sur la strate arborée est qu'elle ne participe pas à la combustion. La différence de résultat est due à la structure du sous-bois.

### Justification du choix retenu

L'évolution de la végétation et des conditions climatiques conduit à considérer comme plus représentatifs des peuplements de feuillus en 2022 le cas où le sous-bois est davantage développé et où l'intensité atteint la classe 3.

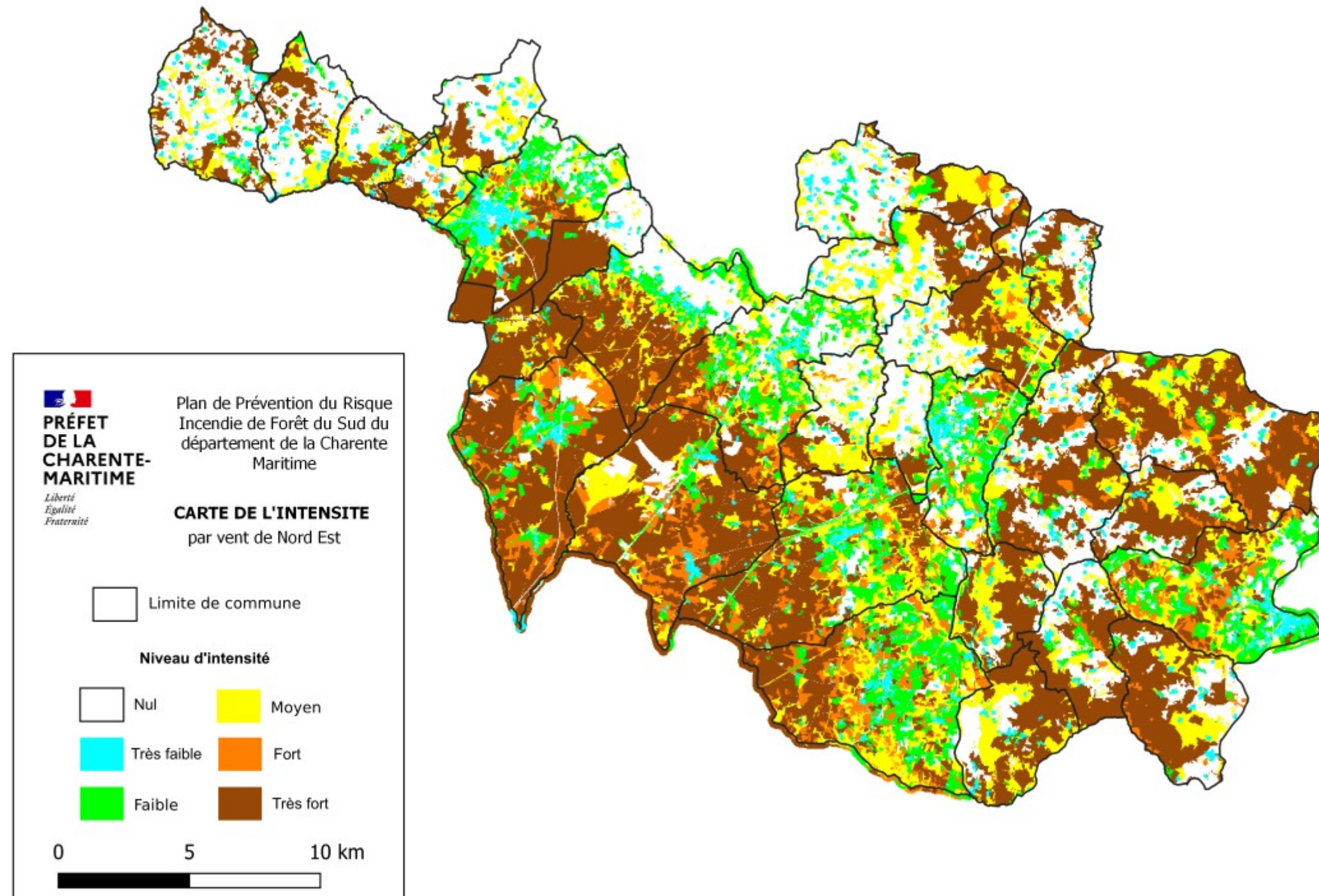
Plusieurs arguments plaident en faveur de cette hypothèse :

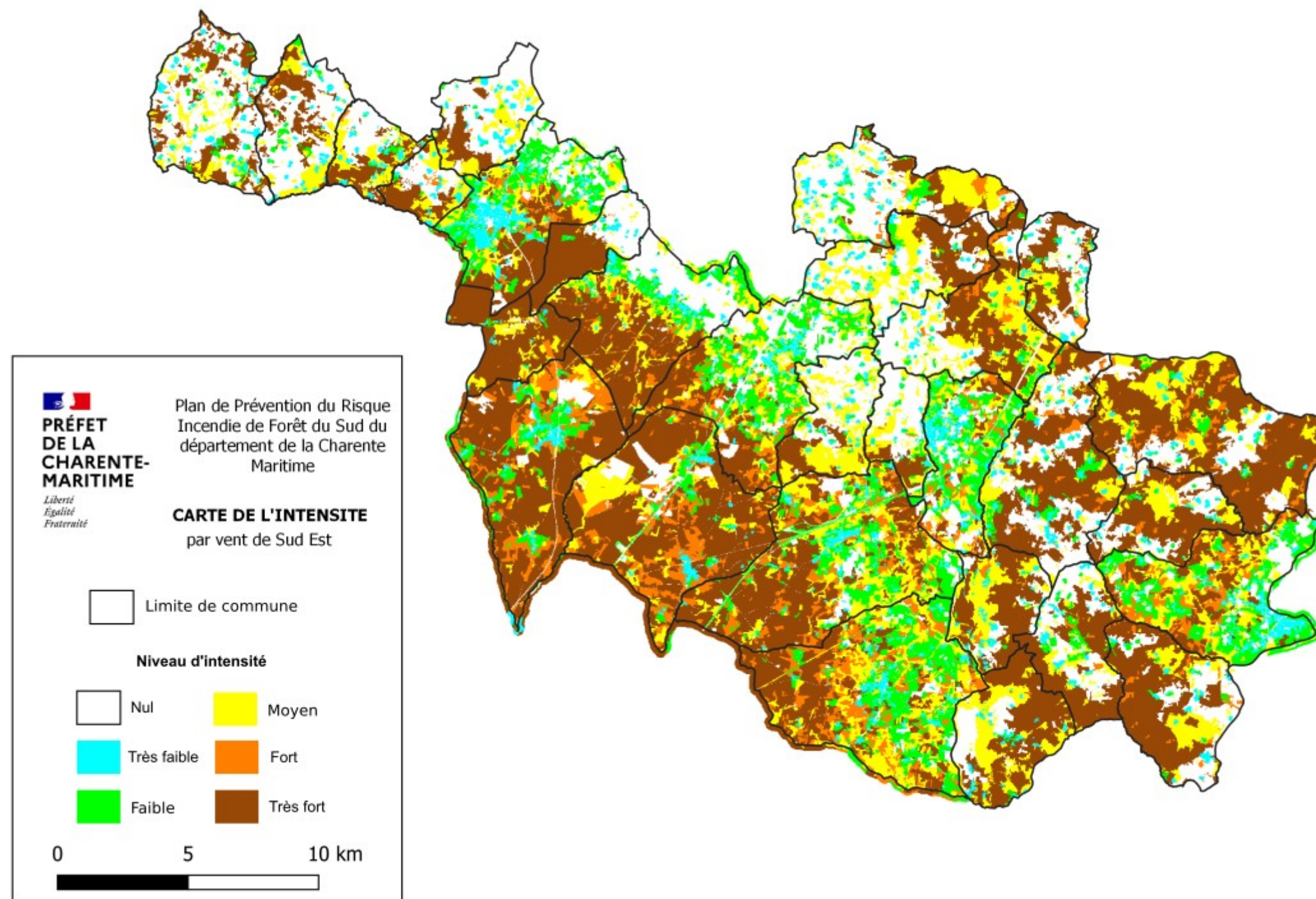
- 🕒 La végétation a évolué depuis 2014 et les sous-bois sont vraisemblablement plus développés. Si les peuplements sont nettoyés ou débroussaillés aux abords des constructions conformément à la réglementation, le sous-bois peut être moins développé. Cependant, malgré le caractère obligatoire du débroussaillage, on ne peut considérer qu'il est systématiquement réalisé. Cette position est d'ailleurs retenue dans les départements du sud-est qui réalisent des PPRIF (Var, Bouches-du-Rhône) : en l'absence de garantie du débroussaillage lorsqu'il doit être effectué par les privés, les peuplements sont considérés comme non débroussaillés.
- 🕒 L'évolution des conditions climatiques conduit à une augmentation du risque incendie. Notamment, la sécheresse et l'augmentation des températures ont pour conséquences la réduction de la teneur en eau des végétaux. Ce paramètre influe significativement sur l'intensité potentielle du feu. Les services incendie de la Charente-Maritime confirment que l'intensité du feu peut être importante, d'ores et déjà, dans les peuplements de feuillus. C'est donc bien l'intensité potentielle des feux qui va augmenter, et non pas seulement le risque de départ de feux.
- 🕒 Dans le cadre d'un PPRIF, le principe de précaution impose de se placer dans le cas de figure le plus contraignant, en tenant compte du contexte actuel d'augmentation du risque incendie. Compte tenu de son expérience sur l'évolution du comportement des feux de végétation, le SDIS est également favorable à une position prudente pour un plan de prévention qui s'inscrit dans la durée, en tenant compte des situations les plus pessimistes.
- 🕒 Le modèle retenu, qui classe les peuplements feuillus en classe 3, fait l'hypothèse que la strate arborée ne brûle pas. Cela reste une hypothèse raisonnable à l'échelle de la durée du PPRIF. Il est possible que, dans quelques décennies, les arbres brûlent dans les peuplements de feuillus si les conditions s'aggravent encore. L'option retenue (classe d'intensité 3) n'est donc pas une option extrême.

## 8.2 Annexe 2 : cartes

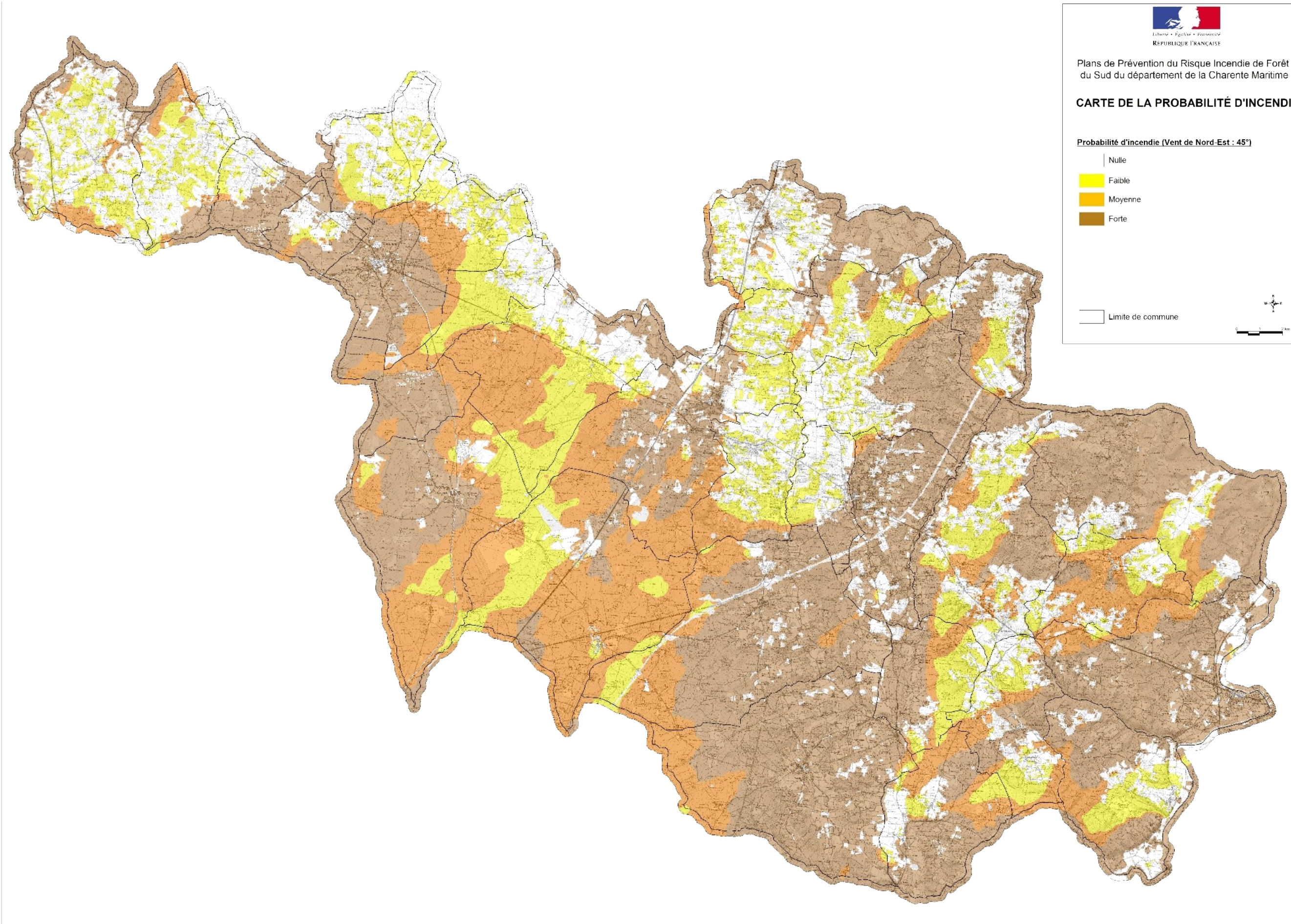
### 8.2.1 Carte 1 : Occupation du sol

Voir cartes de végétation par communes - Annexe 3 de la note de présentation

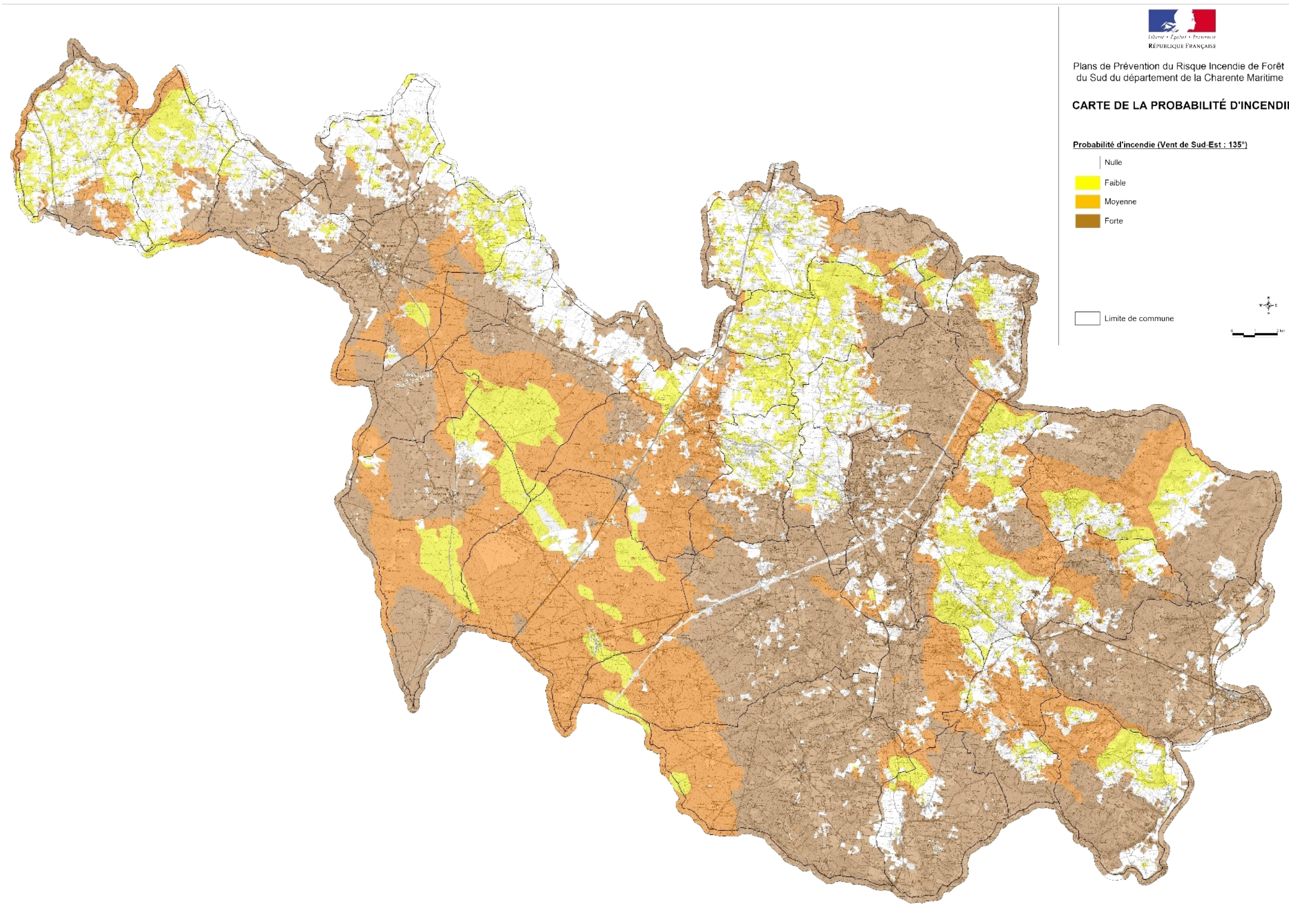




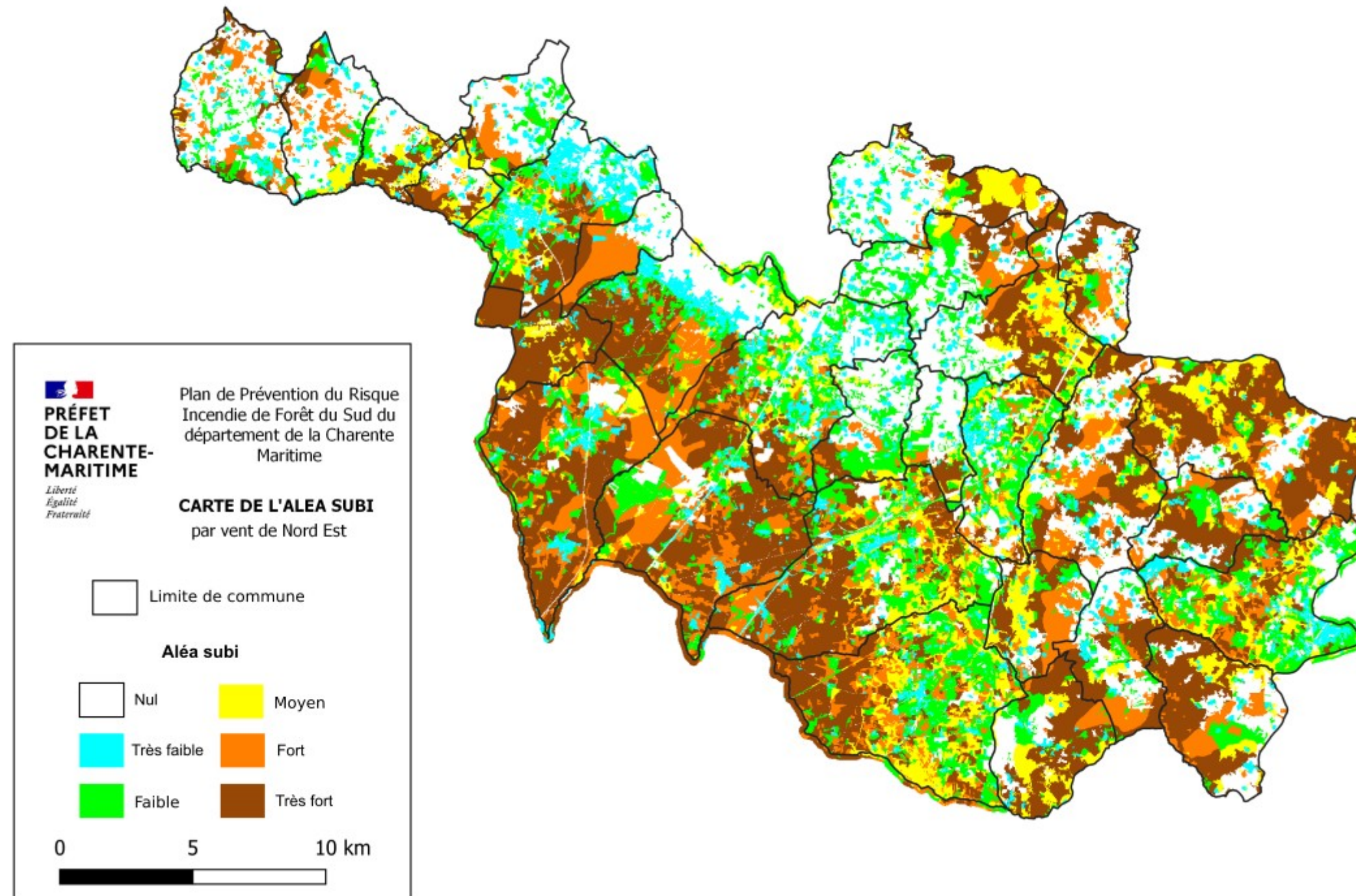
8.2.4 Carte 4 : Probabilité d'incendie par vent de Nord-Est

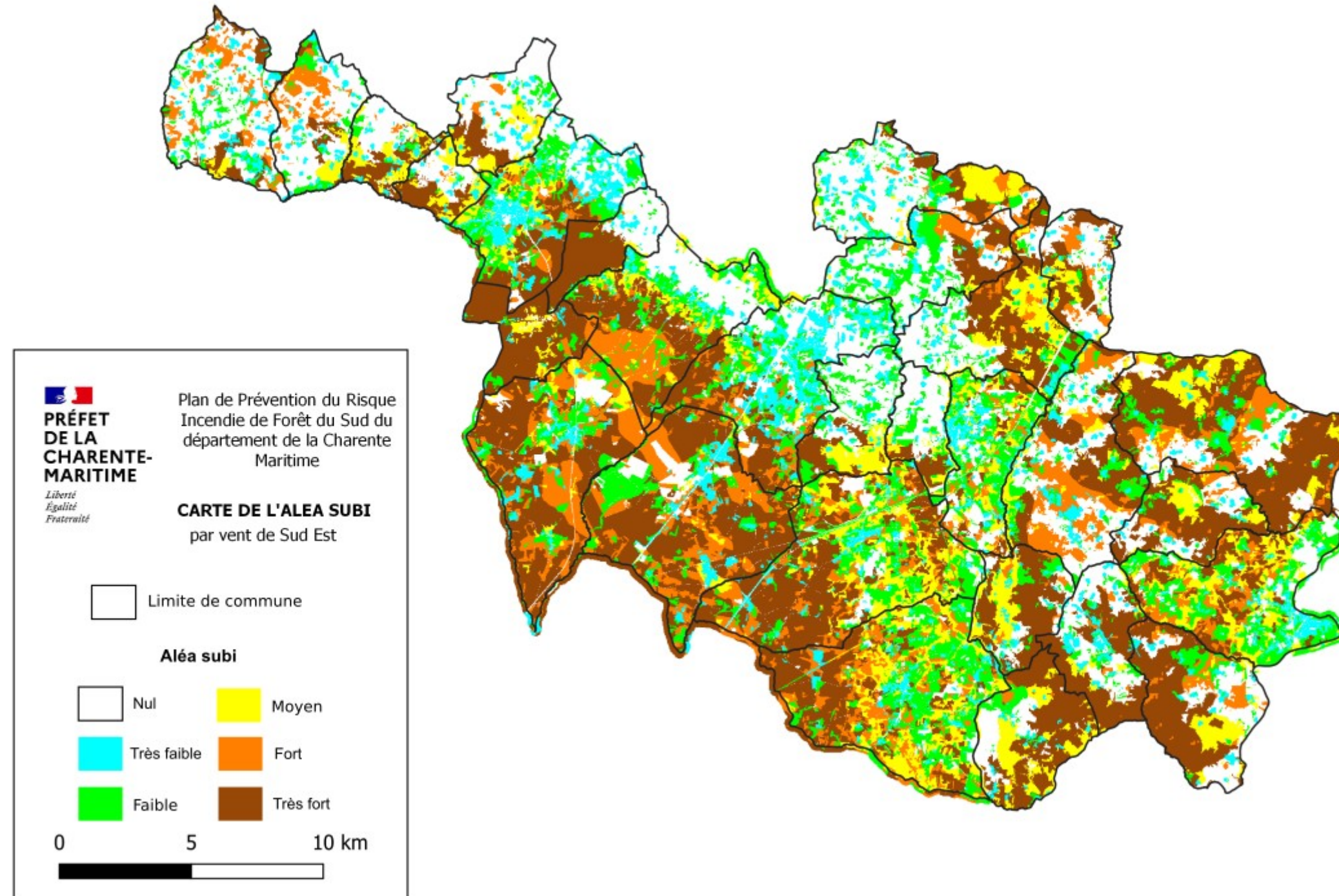


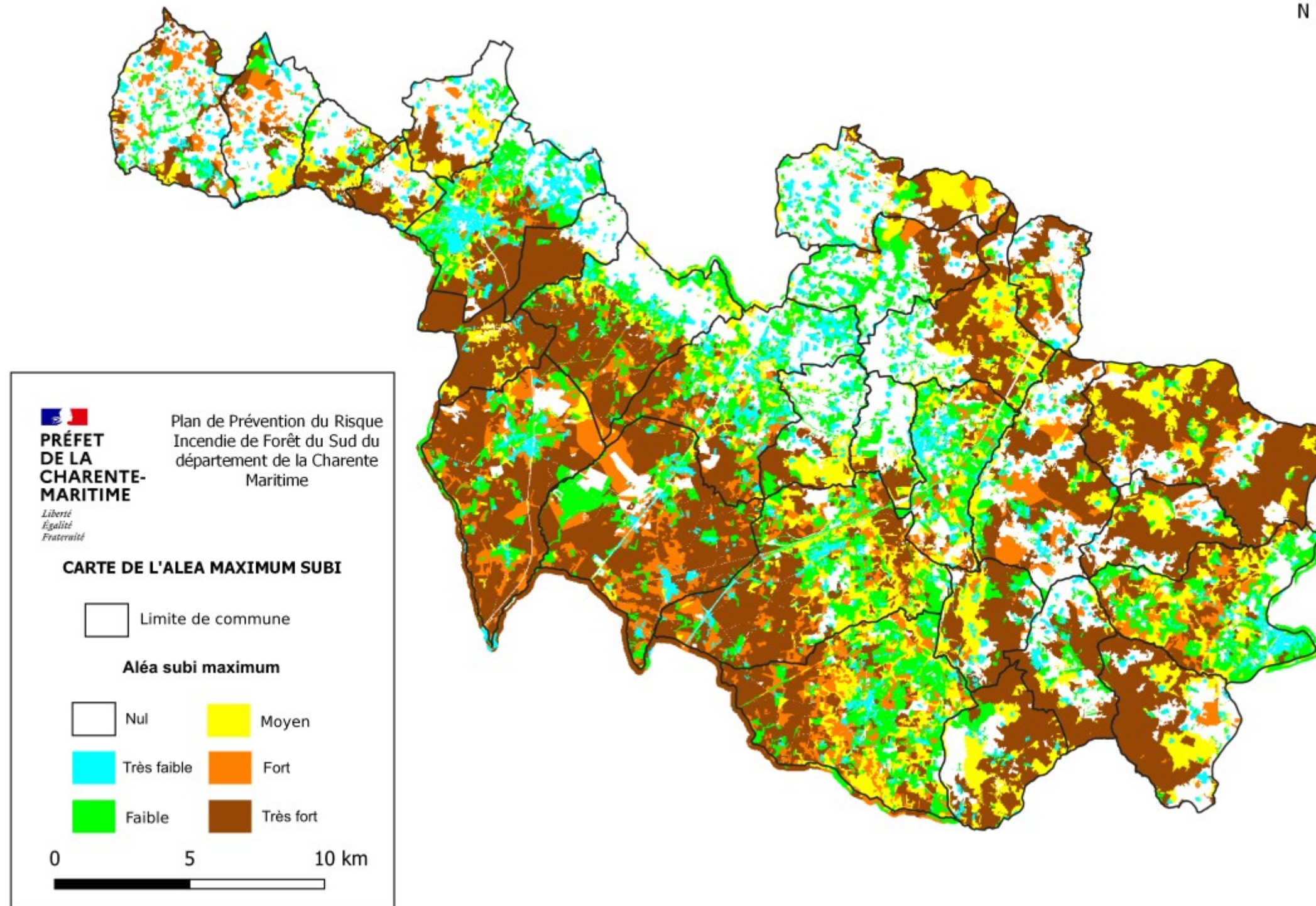
8.2.5 Carte 5 : Probabilité d'incendie par vent de Sud-Est



8.2.6 Carte 6 : Aléa subi par vent de Nord









### 8.3 Annexe 3 : Modélisation spatiale de chaque cause d'incendie

Cette annexe détaille les calculs effectués dans le SIG pour créer la carte de probabilité d'éclosion selon le modèle d'éclosion défini.

#### 8.3.1 Opérations spatiales préparatoires

La taille du pixel retenue est de 25 m x 25, correspondant à la taille du pixel du MNT utilisé, soit une surface de 0,0625 ha.

Les surfaces sont exprimées en hectares.

Toutes les surfaces s'entendent « en zone combustible ».

Nom du fichier	Définition et méthode d'obtention	Surface (Code)	Surface (ha)
Massif	Totalité des zones combustibles de la zone d'étude.	S	48922
Tampon_elec	Zone tampon de 25m autour des voies lignes électriques basse aériennes	S1	634
Tampon_fer	Zone tampon de 25m autour des voies ferrées	S2	23
Tampon_jardins	Zones de jardins et tampon de 50 m autour de ces zones	S3	6275
Tampon_foret	Zones boisées tampon de 50 m autour de ces zones	S4	41012
Agricole	Zones tampon de 50 autour des zones agricoles et à l'intérieur des zones combustibles	S5	19688
Tampon_Toute_voie_sauf_sentier_25	Zone tampon de 25m autour de toutes les voies (sentiers exceptés)	S6	9236
Tampon_Toute_voie_sauf_sentier_25_50	Zone tampon située entre 25m et 50m autour de toutes les voies (sentiers exceptés)	S7	7993
Tampon_Routes_non_goudronnees_25	Zone tampon de 25m autour des routes non goudronnées	S8	4615
Tampon_Routes_non_goudronnees_25_50	Zone tampon située entre 25m et 50m autour des routes non goudronnées	S9	4687
Tampon_Toute_voie_sauf_sentier_sauf_cyclé	Zone tampon de 25 m sur l'axe des voies (hors sentiers et pistes cyclables)	S10	4489



### 8.3.2 Cause n°1 : foudre

#### 8.3.2.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : naturelle

Mécanisme de mise à feu : foudre

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: « foudre » et « autres causes naturelles » 23,29 %

#### 8.3.2.2 Données utilisées

Zones combustibles : cartographie de l'occupation du sol et des zones combustibles.

#### 8.3.2.3 Modèle spatial

Zone d'extension : totalité des massifs forestiers. Modèle uniforme, en l'absence de connaissance suffisante sur les zones préférentielles d'impact de foudre.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Massif	$\frac{23.29}{(16 \times S)}$

### 8.3.3 Cause n°2 : lignes électriques

#### 8.3.3.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : accidentelle

Mécanisme de mise à feu : rupture ou amorçage

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 1.33 %

#### 8.3.3.2 Données utilisées

Fichier SIG des lignes électriques aérienne fourni par ERDF.

#### 8.3.3.3 Modèle spatial

Zone d'extension théorique : voisinage immédiat (25m) sur l'axe des lignes électriques. Les feux d'origine électrique ne peuvent physiquement avoir lieu qu'à proximité immédiate des ouvrages.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous



Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_elec	1.33 ----- ( 16 x S1 )



### 8.3.4 Cause n°3 : chemin de fer

#### 8.3.4.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : accidentelle

Mécanisme de mise à feu : freins

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 1,49 %. Pourcentage estimé en l'absence de feux dus à cette cause sur la période de référence.

#### 8.3.4.2 Données utilisées

Fichier SIG des voies de chemin de fer de la BD topo, restreint à la ligne marchandise sur la ligne Lille-Hendaye. Une augmentation du trafic sur cette ligne est prévisible, avec une augmentation du risque de départ de feux.

#### 8.3.4.3 Modèle spatial

Zone d'extension : voisinage simple autour des voies ferrées : 25 m sur l'axe de la voie. Les feux d'origine ferroviaire (freins serrés ou autre) ne peuvent avoir lieu qu'à proximité immédiate des voies (sauf cas extrême de déraillement).

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous.

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_fer	1.49 ----- ( 16 x S2 )

### 8.3.5 Cause n°4 : « Ecobuages »

#### 8.3.5.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : involontaire, travaux des particuliers

Mécanisme de mise à feu : feu de végétaux sur pied et feu de végétaux coupés

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 2,66%

#### 8.3.5.2 Données utilisées

Zones de jardins (avec ou sans habitations) identifiées dans le fichier d'occupation du sol réalisé dans le cadre du PPRIF.

#### 8.3.5.3 Modèle spatial

Zone d'extension : zones de jardins + 1 voisinage simple (0-50m) autour de ces zones.



Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_jardins	2.66 ----- ( 16 x S3 )

### 8.3.6 Cause n°5 : travaux forestiers

#### 8.3.6.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : involontaire

Mécanisme de mise à feu : machine-outil, feu de végétaux sur pied ou coupés

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 5.99%

#### 8.3.6.2 Données utilisées

Zones boisées du fichier de l'occupation du sol réalisé dans le cadre du PPRIF

#### 8.3.6.3 Modèle spatial

Zone d'extension : zones boisées + 1 voisinage simple (0-50m) autour de ces zones.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_foret	5.99 ----- ( 16 x S4 )

### 8.3.7 Cause n°6 : travaux agricoles

#### 8.3.7.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : involontaire

Mécanisme de mise à feu : machine-outil, feu de végétaux sur pied, feu de végétaux coupés, feu pastoral:

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 4.66%

#### 8.3.7.2 Données utilisées

Zones agricoles du fichier de l'occupation du sol réalisé dans le cadre du PPRIF



### 8.3.7.3 Modèle spatial

Zone d'extension : zones agricoles combustibles + 1 voisinage simple (0-50) autour des zones agricoles.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous.

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Agricole	4.66 ----- ( 16 x S5 )

## 8.3.8 Cause n°7 : Autres causes accidentelles

### 8.3.8.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : involontaire

Mécanisme de mise à feu : loisirs (jeu d'enfants, pétards, feu d'artifice, barbecue, réchaud...), jet d'objets incandescents (mégot, déversement de cendres chaudes, fusée de détresse) et autres causes accidentelles ...

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 14.65%

### 8.3.8.2 Données utilisées

Fichier SIG des voies de la BD topo (toutes voies excepté les sentiers), complété par :

- Les rétablissements routiers liés à l'arrivée de la LGV,
- Les voies identifiées par le SDIS.

### 8.3.8.3 Modèle spatial

Zone d'extension : voisinages (0-25 et 25-50 m) autour de toutes les voies :

- 80 % des départs liés à cette cause ont lieu à moins de 25 m des voies,
- 20 % des départs de feux ont lieu entre 25 et 50 m des voies.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous.

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_Toute_voie _sauf_sentier_25	0.8 x 14.65 ----- ( 16 x S6 )



Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_Toute_voie _sauf_sentier_25_ 50	0.2 x 14.65 ----- ( 16 x S7 )

### 8.3.9 Cause n°8 : malveillance

#### 8.3.9.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : volontaire.

Mécanisme de mise à feu : Pyromanie et « autres causes volontaires »

Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 20.64%

#### 8.3.9.2 Données utilisées

Fichier SIG des voies non goudronnées de la BD topo, complété par :

- Les rétablissements routiers liés à l'arrivée de la LGV,
- les voies identifiées par le SDIS.

#### 8.3.9.3 Modèle spatial

Zone d'extension : voisinages (0-25 et 25-50 m) autour des voies non goudronnées :

- 80 % des départs liés à cette cause ont lieu à moins de 25 m des voies,
- 20 % des départs de feux ont lieu entre 25 et 50 m des voies.

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_Routes_non _goudronnees_25	0.8 x 20.64 ----- ( 16 x S8 )
Tampon_Routes_non _goudronnees_25_5 0	0.2 x 20.64 ----- ( 16 x S9 )

### 8.3.10 Cause n°9 : véhicules

#### 8.3.10.1 Description et pourcentage des éclosions

Nature de la cause : accidentelle

Mécanisme de mise à feu : échappement, freins ou incendie



Pourcentage des éclosions de cause connue sur le secteur d'étude: 5.32%

### 8.3.10.2 Données utilisées

Fichier SIG des voies de la BD topo (hors sentier et pistes cyclables), complété par :

- Les rétablissements routiers liés à l'arrivée de la LGV,
- les voies identifiées par le SDIS.

### 8.3.10.3 Modèle spatial

Zone d'extension : 25 m sur l'axe des voies.

Méthode de calcul de la probabilité d'éclosion : voir tableau ci-dessous

Zone d'extension	Probabilité d'éclosion de chaque pixel
Tampon_Toute_voie _sauf_sentier_sau f_cycle	5.32 ----- ( 16 x S10 )