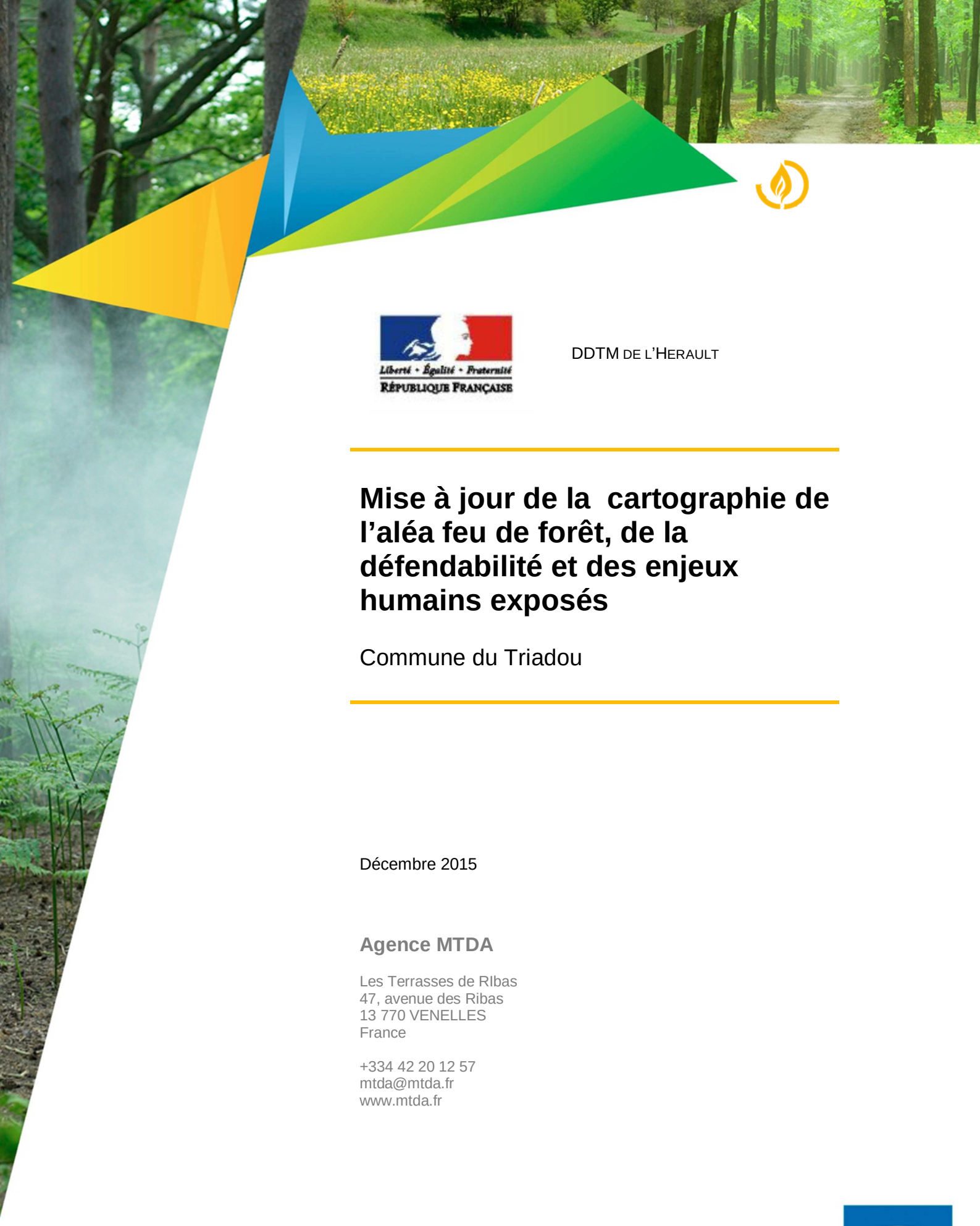


DDTM DE L'HERAULT

Mise à jour de la cartographie de l'aléa feu de forêt, de la défendabilité et des enjeux humains exposés

Commune du Triadou

Décembre 2015

Agence MTDA

Les Terrasses de RIbas
47, avenue des Ribas
13 770 VENELLES
France

+334 42 20 12 57
mtda@mtda.fr
www.mtda.fr

Sommaire

1. Contexte et objectifs de la mission 3

2. Cartographie de l'intensité 5

2.1 Principes généraux 6
1.1.1. Rappel des définitions 6
2.1.2 Principe du calcul de l'aléa (intensité) 7
2.1.3 Modèles utilisés 7

2.2 Définition des conditions de référence 8
2.2.1 Vitesse et direction du vent 8
2.2.2 Teneur en eau du combustible 8

2.3 Cartographie de l'occupation du sol 10
2.3.1 Méthode utilisée 10
2.3.2 Résultats 11

2.4 Modélisation du combustible 12
2.4.1 Types combustibles 12
2.4.2 Description des types combustibles : relevés de terrain 12
2.4.3 Détermination de la biomasse participant à la combustion 13
2.4.4 Calcul de la vitesse de propagation : 14

2.5 Calcul et cartographie de l'intensité 15

3. Cartographie des enjeux humains 18

4. Cartographie des équipements de défense existants 20
4.1.1 Voirie 21
4.1.2 Hydrants 21

5. Annexes 22

5.1 Annexe 1 : Description des types de combustible 23
5.1.1 Typologie 24
5.1.2 Synthèse des relevés par types 28
5.1.3 Paramètres utilisés pour la modélisation du combustible 30

5.2 Annexe 2 : cartes 31
5.2.1 Carte 1 : Occupation du sol 32
5.2.2 Carte 2 : Intensité brute 33
5.2.3 Carte3 : Intensité lissée 34
5.2.4 Carte 4 : Classes d'intensité 35
5.2.5 Carte 5 : Enjeux humains 36
5.2.6 Carte 6 : Equipements existants 37

1.Contexte et objectifs de la mission

Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

L'objectif de l'étude est de mettre à jour les cartographies réalisées en 2009 qui ont servi de base à l'élaboration du PPRIF du Triadou, pour tenir compte des évolutions récentes de la végétation, des enjeux et des moyens de défendabilité.

Les méthodes de calcul de l'intensité (aléa) ont évolué depuis 2009 et cette mise à jour de la cartographie a été réalisée en utilisant les les dernières avancées des outils de modélisation dans le domaine des incendies de forêt.

2.Cartographie de l'intensité

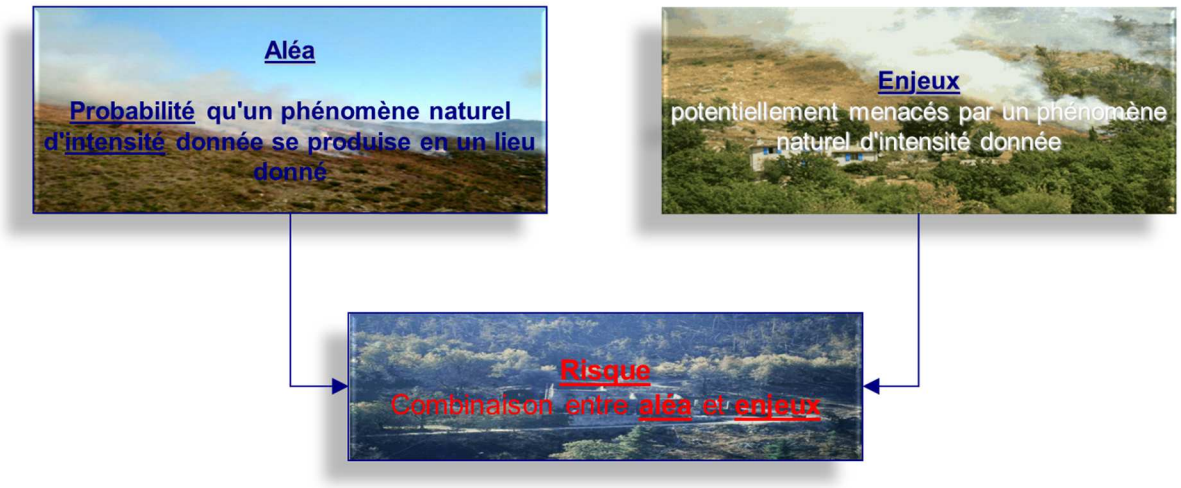
Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

2.1 Principes généraux

1.1.1. Rappel des définitions

2.1.1.1 Composantes du risque

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



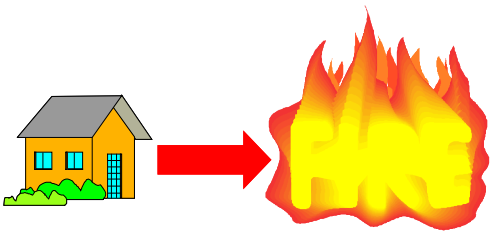
2.1.1.2 Deux types d'aléa

L'aléa est la probabilité d'occurrence d'un phénomène naturel d'intensité donnée

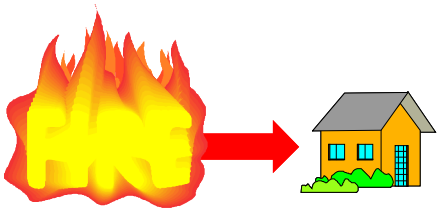
Deux utilisations différentes de l'aléa peuvent être définies, selon l'objectif visé.

- 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". Il est calculé par combinaison entre une probabilité d'éclosion et une surface menacée.



L'aléa subi est l'aléa auquel sont exposés les enjeux (actuels ou futurs). Il est comparable à la composante d'un "risque naturel". On l'appréhende en combinant la probabilité d'incendie et l'intensité de l'incendie.



L'aléa induit permet de mettre en évidence les orientations DFCI en matière de prévention et de lutte contre les feux naissants.

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. Nous traiterons dans cette étude l'aléa subi.

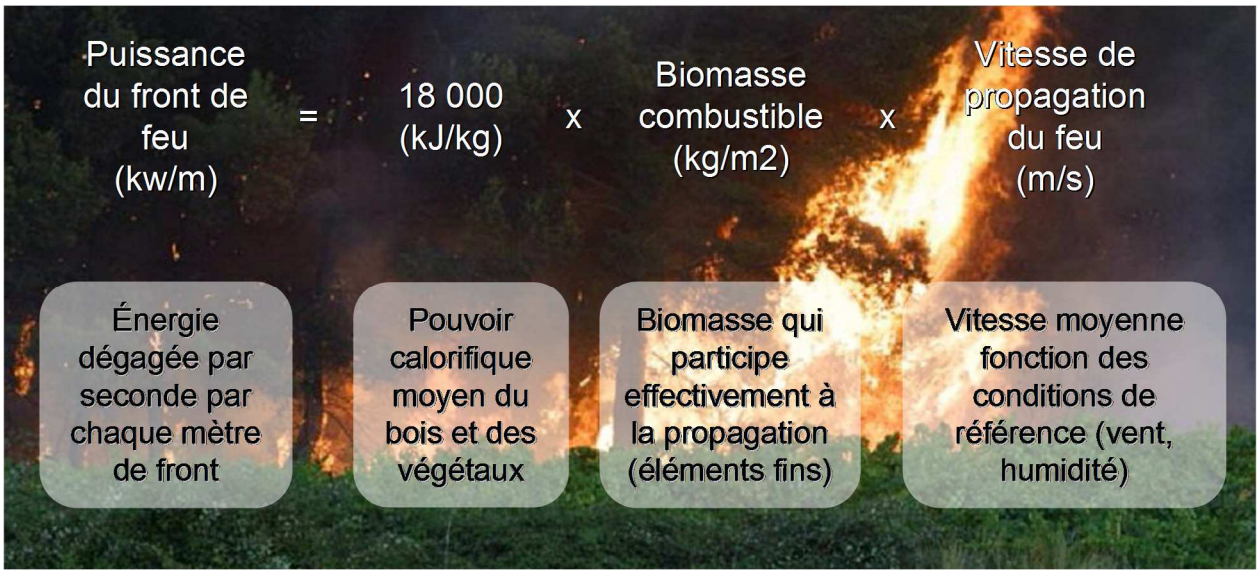
Cette étude cartographie l'aléa subi, car l'objectif est la protection des biens et des personnes. L'aléa subi sera appréhendé au travers de l'intensité du phénomène.

2.1.2 Principe du calcul de l'aléa (intensité)

Le calcul de l'intensité nécessite 5 étapes :

- Détermination des conditions de référence (contions de vent et teneur en eau du combustible).
- Cartographie de l'occupation du sol
- Modélisation du combustible : transformation des types d'occupation du sol en type de combustible, à l'aide du modèle physique de propagation du feu Firetec (voir ci-dessous). La biomasse participant à la combustion est estimée à dire d'expert en appui de valeurs observées sur le terrain, de la bibliographie en la matière et de la consultation des organismes experts en la matière (IRSTEA, INRA, …)
- Utilisation de la formule de Byram. Elle présente l'avantage de fournir un résultat dimensionné (s'exprimant en kW/m).
- Regroupement des puissances calculées en classes. Pour ce faire nous utilisons l'échelle d'intensité de l'IRSETA, utilisée pour définir les seuils dangereux.

La formule de Byram est la suivante :



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 pour des « conditions de référence » données.

2.1.3 Modèles utilisés

Le calcul de l'intensité s'appuie sur le modèle Firetec, développé dans le cadre de projets de recherche européens. 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.

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 Montecarlo.

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, Firetec permet d'établir des lois liant l'intensité avec les différents paramètres de propagation (pente, vent, teneur en eau,…).

2.2 Définition des conditions de référence

2.2.1 Vitesse et direction du vent

Les conditions de vent utilisées ici sont identiques à celles utilisées pour la cartographie départementale du risque.

La commune du Triadou appartient à la zone météo 34-4.

De même que dans la cartographie départementale du risque, deux types de conditions de référence sont utilisées :

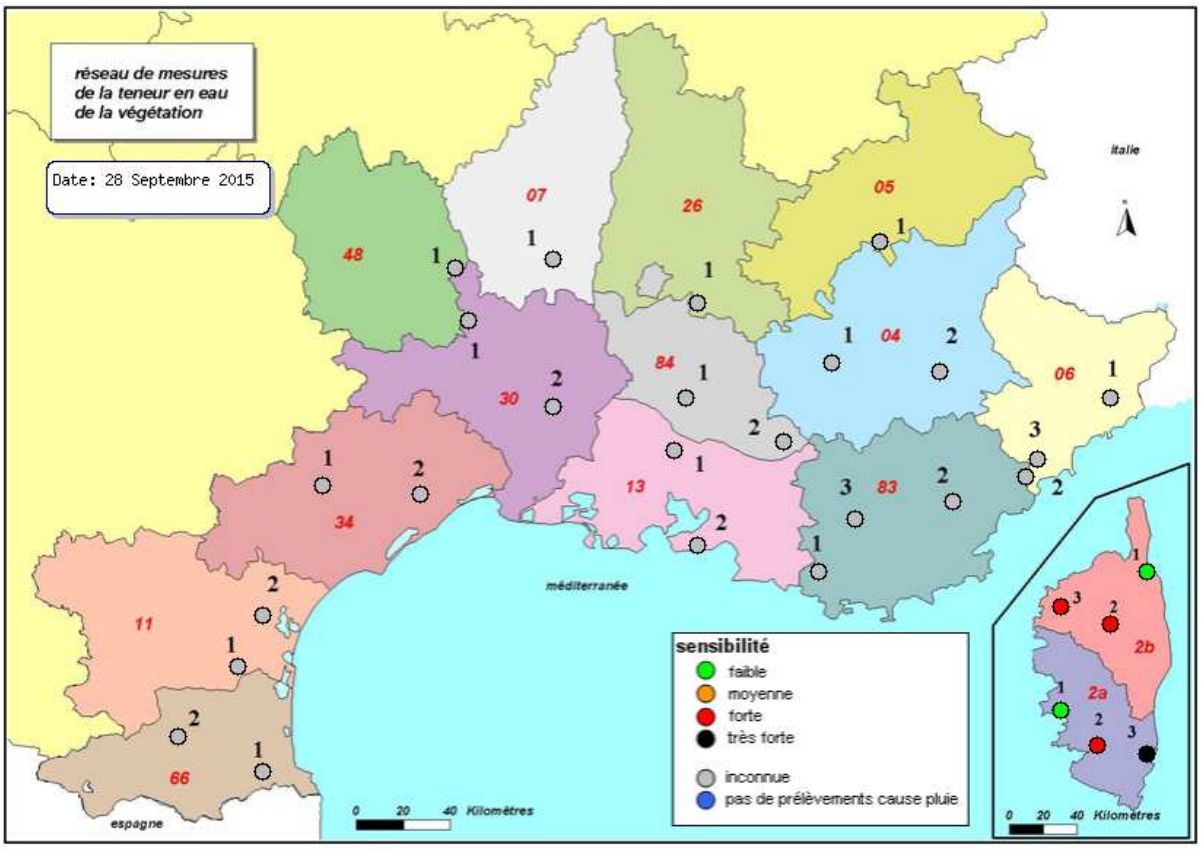
- En situation de Tramontane
  - Direction du vent : Nord-Ouest (**340°)**
  - Vitesse : **10 m / s** (36 km / heure)
- En situation de vent du sud
  - Direction du vent : Sud-Ouest (**225 °**)
  - Vitesse du vent **7 m/s** (soit 25 km/h)

2.2.2 Teneur en eau du combustible

Ce paramètre, très influent sur l'intensité, est évalué pour chaque espèce à partir des archives 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 (figure 1) 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. On utilise comme valeur de référence, la valeur la plus basse obtenue sur la période de mesure.

Pour les espèces non disponibles dans les mesures du réseau hydrique, on utilise les valeurs disponibles dans la bibliographie et des estimations à dire d'expert.

Figure 1 : Carte du réseau de mesures de la teneur en eau de la végétation



La teneur en eau utilisée pour les principales espèces est la suivante (en % du poids sec) :

Espèces	MC %	Source de donnée
Arbousier	89	Réseau hydrique
Brachyopode rameux	15	IRSTEA
Chêne kermès	67	Réseau hydrique
Eglantier	80	Dire d'expert
Filaire à feuille étroite	60	Dire d'expert
Genévrier cade	64	Réseau hydrique
Graminées	15	Dire d'expert
Lentisque	60	Dire d'expert
Pin d'alep	100	Dire d'expert
Romarin	47	Réseau hydrique
Ronce	80	Dire d'expert
Salsepareille	60	Dire d'expert
Stéhéline douteuse	80	Dire d'expert
Viorne Tin	60	Dire d'expert
Chêne vert	61	Réseau hydrique

Dans le cas particulier du type « ripisylve », des teneurs en eau plus importantes sont utilisées, pour tenir compte du fait que cette végétation de bordure de rivière est plus humide. Les valeurs retenues pour les espèces présentes dans ce type sont multipliées par deux par rapport aux valeurs habituelles :

Espèces	MC %	Source de donnée
Alisier blanc	200	Dire d'expert
Buis	104	Réseau hydrique x2
Chêne pubescent	158	Réseau hydrique x2
Graminées	30	Dire d'expert
Lierre	300	Dire d'expert
Ronce	160	Dire d'expert
Chêne vert	122	Réseau hydrique x 2
Lentisque	120	Dire d'expert
Filaire à feuille étroite	120	Dire d'expert
Eglantier	200	Dire d'expert
Frêne oxyphille	300	Dire d'expert

2.3 Cartographie de l'occupation du sol

La cartographie de la végétation combustible est la première étape de la définition de l'aléa. Pour cela, une carte de l'ensemble des types d'occupation du sol est réalisée. Les types de végétation combustibles font ensuite l'objet de relevés de terrain pour décrire leurs caractéristiques et modéliser leur comportement au feu.

2.3.1 Méthode utilisée

2.3.1.1 Données utilisées

La première cartographie de l'occupation du sol avait été numérisée sur la photographie aérienne (BD ORTHO) de 2007. L'ancienneté des données et la difficulté d'être exhaustif dans tous les changements d'affectation du sol nous a conduit à reconstruire entièrement le zonage en s'appuyant sur :

- l'inventaire floristique réalisé par l'association des Écologistes de l'Euzière pour la commune. Celui-ci a permis de dessiner une cartographie plus fine de l'occupation du sol;
- la BD ORTHO de 2012, fournie par la DDTM,
- l'imagerie satellite Google Maps data 2015 et Google Street View.

2.3.1.2 Photo-interprétation

Les types d'occupation du sol ont été numérisés sur la photographie aérienne (BD ORTHO) de 2012 fournie par la DDTM affinées avec l'imagerie Google. L'ensemble de la commune a été traité, ainsi qu'une bande de 200 m en périphérie de la commune. Grâce à la cartographie naturaliste, le seuil de numérisation (taille du plus petit polygone distingué), initialement de 0,25 ha à proximité des enjeux humains et de 1 ha en plein massif, a pu être réduit sur toute la commune.

2.3.1.3 Vérifications de terrain

La carte d'occupation du sol a été vérifiée par des contrôles de terrain, les 24 novembre et 10 décembre 2015. Ces vérifications ont visé à :

- confirmer le type de végétation reconnu à l'orthophoto
- apprécier des éléments non perceptibles à l'orthophoto (présence de sous-étage)

De plus, des contrôles visuels rapides sans évaluation de biomasse sont systématiques dans les interfaces forêt / habitat à proximité des zones urbaines. En effet, c'est au niveau de ces interfaces que se présentent l'essentiel des enjeux d'un PPRIF. L'expérience montre qu'au niveau de ces interfaces, le combustible est généralement très hétérogène et varie rapidement. Ce sont en outre des zones d'enjeux importants où la précision doit être renforcée.

2.3.1.4 Validation de la carte de d'occupation du sol par la commune

D'autre part, la carte d'occupation du sol a été soumise à la commune pour validation ou corrections éventuelle. Elle n'a pas fait l'objet de modifications.

2.3.2 Résultats

16 types d'occupation du sol ont été identifiés sur les 632 ha du territoire de la commune. La bande de 300 m autour de la commune représente 450 ha supplémentaires.

Tableau 1 : Types d'occupation du sol sur la commune

Groupe	Type d'occupation du sol	Surface totale (hectares)	Pourcentage de la surface totale	Combustible
Agricole	Blé, autres cultures inflammables	78,2	7,4%	*Oui*
	Prairie ou jachère	30,7	2,9%	*Oui*
	Vignes et oliviers cultivés	153,6	14,5%	*Oui*
	Sous-total	*262,6*	*24,7%*	-
"Naturel"	Feuillus (ripisylve)	9,1	0,9%	*Oui*
	Futaie adulte de pin d'Alep	254,2	23,9%	*Oui*
	Futaie jeune de pin d'Alep	60,3	5,7%	*Oui*
	Garrigue boisée de chêne vert	51,3	4,8%	*Oui*
	Garrigue boisée de pin d'Alep	76,6	7,2%	*Oui*
	Inculte ou friche ou vigne/olivier non entretenues	100,3	9,4%	*Oui*
	Pinède mature claire sans sous-étage	47,5	4,5%	*Oui*
	Reboisement	33,2	3,1%	*Oui*
	Taillis de chêne vert	58,2	5,5%	*Oui*
	Taillis vieilli de chêne vert avec pins d'Alep épars	47,4	4,5%	*Oui*
	Sous-total	*738,2*	*69,5%*	-
Artificialisé	Pelouse arborée (Parc)	5,6	0,5%	*Oui*
	Zone incombustible - eau	24,3	2,3%	*Non*
	Zone urbaine	31,3	2,9%	*Non*
	Sous-total	*61,1*	*5,7%*	-
	Total général	**1061,9**	**100%**	-

Le détail de la composition des types d'occupation du sol est présenté en annexe 2, carte 1. La définition des types est présentée en annexe 2.

Les futaies pures de pin d'Alep (hors reboisements) occupent 315 ha, soit 29,5% du territoire. Elles sont principalement réparties au Sud et à l'Est de la commune, mais sont aussi présentes à proximité du bourg, à proximité des Mazes et des Garbieides. À cela s'ajoute une surface importante de reboisements résineux (33,2 ha). Les taillis occupent 106 hectares, soient près de 10% de la surface également, répartis à l'Est et dans la partie centrale de la commune.

Quelques ripisylves, plus souvent composées de feuillus, sont recensées aux abords du Liriou et du Terrieu.

Les garrigues boisées (de pin d'Alep ou chêne vert) occupent également une place importante, 128 ha, soient 12%.

25 % du territoire sont des espaces cultivés : les vignes sont prédominantes et occupent environ 150 ha. Elles sont le plus fortement concentrées dans les parties Nord, Ouest (plaine de Montalet) et Sud de la commune (vers la Devèse aux abords du Terrieu).

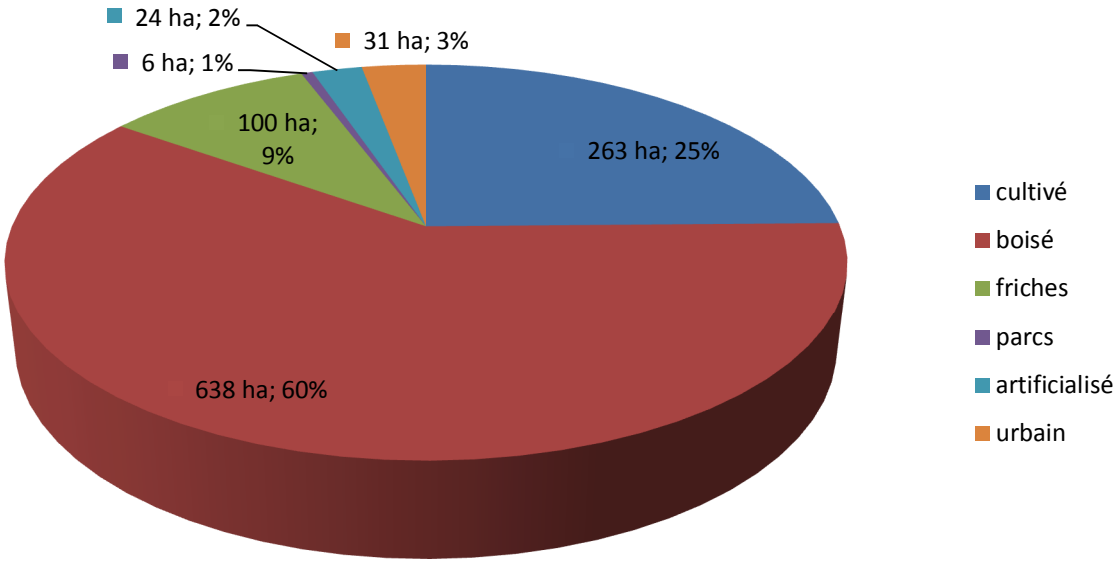


Figure 2 : Répartition des grands types d'occupation du sol sur la commune

2.4 Modélisation du combustible

2.4.1 Types combustibles

Tous les types d'occupation du sol ne sont pas combustibles.

Les vignes et les vergers, même entretenus, ne peuvent pas être considérés comme totalement incombustibles. Par hypothèse, ils sont considérés comme présentant une intensité très faible. En effet, lorsqu'ils sont entretenus, la strate herbacées est peu représentée et ne permet pas au feu de prendre de l'ampleur.

Les « autres cultures », qui sont en majorité des céréales, sont également considérées comme combustibles, en raison de la présence chaumes pouvant conduire le feu.

Il est donc proposé la ventilation suivante des types d'occupation du sol en types combustibles / non combustibles (voir la dernière colonne du Tableau 1.) :

- Tous les types d'espaces « naturels » sont combustibles
- Les zones agricoles sont combustibles
- Les zones urbanisées ne sont pas combustibles.

2.4.2 Description des types combustibles : relevés de terrain

L'objectif est de décrire avec minutie la composition floristique de chaque type de "formation végétale", afin de les transformer en type de "combustible".

Un ensemble de placettes de mesure représentatives de chaque type de végétation a donc été réparti sur le terrain. Chaque placette fait 6 m de rayon (environ 113 m²). 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 environ 0,30 m² 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.

26 relevés ont ainsi été réalisés. Ces relevés permettent de calculer de manière précise la biomasse qui participe activement à la propagation (éléments fins de diamètre inférieur à 2mm) et alimentent 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 (18000 x biomasse consommée x vitesse de propagation).

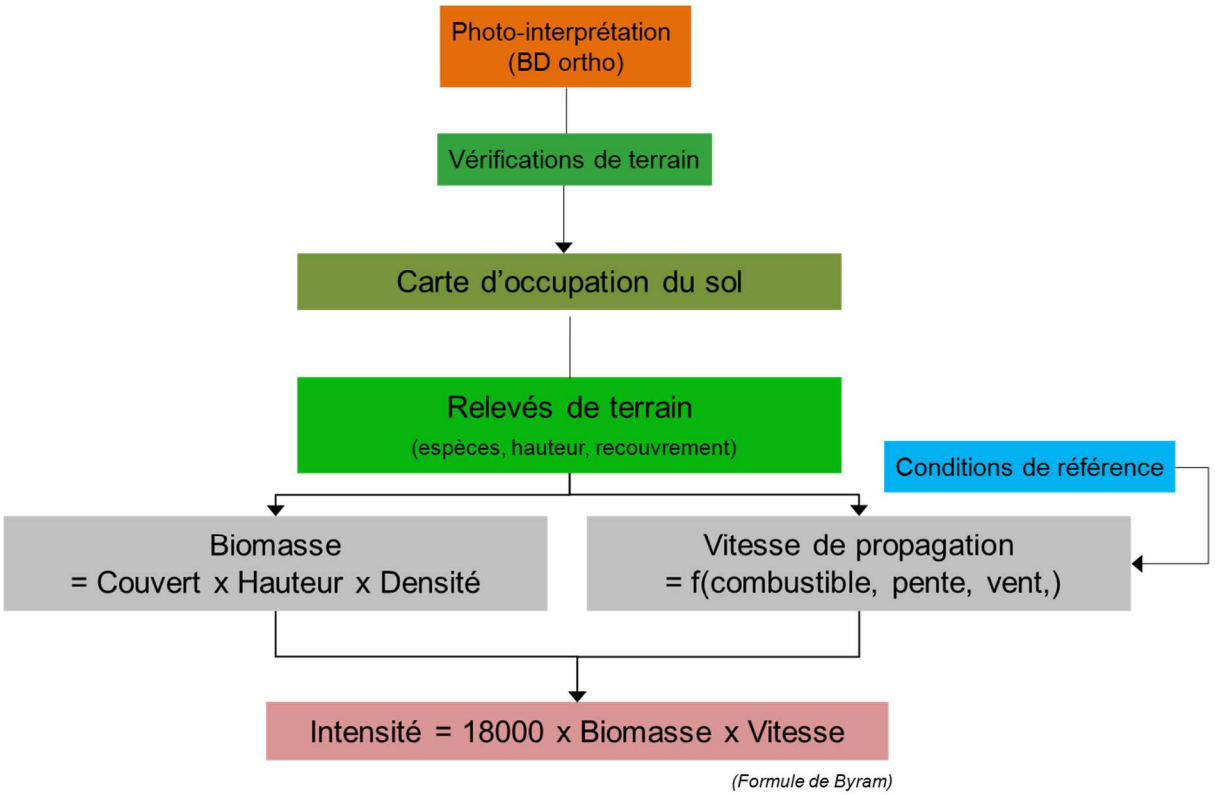


Figure 3 : Étapes du calcul de l'intensité

2.4.3 Détermination de la biomasse participant à la combustion

Une fois les types d'occupation du sol cartographiés, ils sont transformés en types de combustibles caractérisés par leur biomasse, qui est le premier paramètre nécessaire pour utiliser la formule de Byram.

La biomasse combustible est définie comme suit :

Biomasse combustible (kg/m2)	=	Phytovolume combustible (m3/m2)	x	Densité d'encombrement (kg/m3)	x	Phytomasse consommable (%)

Avec :

Phytovolume *(m3/m2)*	=	hauteur *(m)*	x	% de couvert *(%)*

- la première étape est le calcul du phytovolume, produit de la hauteur par le pourcentage de couvert de l'espèce.
- le phytovolume est ensuite transformé en biomasse, par application d'un coefficient de densité d'encombrement (tiré de la bibliographie)
- Un dernier coefficient est appliqué, pour ne prendre en compte que la biomasse combustible qui participe activement à la propagation du feu (éléments fins de diamètre inférieur à 2mm). Ce coefficient de phytomasse consommable est tiré de la bibliographie.

Les données permettant de calculer le phytovolume sont relevées sur le terrain pour chaque espèce présente, ce qui permet de calculer la biomasse de chaque espèce. La biomasse totale du type de combustible considéré est la somme des biomasses des différentes espèces :

Biomasse combustible du relevé	=	Biomasse combustible de l'espèce 1	+	Biomasse combustible de l'espèce 2	+	Biomasse combustible de l'espèce 3	+	…

Les valeurs de biomasse obtenues pour chaque type de combustible sont présentées dans le tableau 3 page 16.

2.4.4 Calcul de la vitesse de propagation :

2.4.4.1 Prise en compte du vent et de la pente

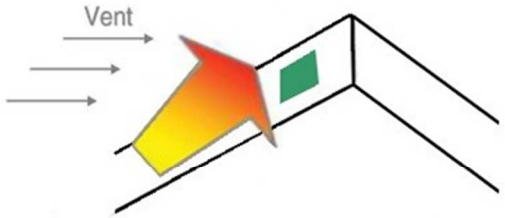
La vitesse de propagation est calculée dans les conditions de référence fixées : vitesse et direction du vent définies au paragraphe **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** page 8).

En chaque point du territoire, la vitesse et la direction du vent utilisées tiennent compte de l'effet du relief sur le vent.

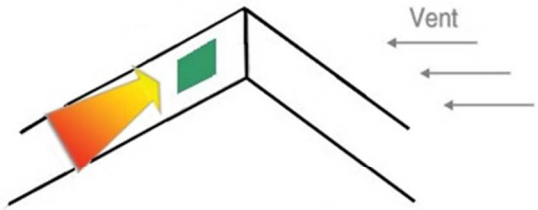
D'autre part, l'effet de la combinaison du vent et de la pente est calculé.

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.

La combinaison du vent, de la pente et de l'exposition permet d'identifier les secteurs où les facteurs se combinent, aggravant la situation. La BD ALTI de l'IGN, à la résolution de 25 m, a été utilisée pour calculer, d'abord la pente et l'exposition, puis effectuer les combinaisons vectorielles pente x vent pour le calcul de l'intensité.



Effet « positif » sur la vitesse de propagation, lorsque l'exposition « fait face » au vent



Effet « négatif » sur la vitesse de propagation, lorsque l'exposition « est opposée » au vent

2.4.4.2 Lois paramétriques utilisées pour le calcul de la vitesse de propagation.

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.

Les équations paramétriques établies par le code de calcul Firetec tiennent compte de l'effet combiné du vent et de la pente.

Pour les types de combustibles « arbustifs » (où la végétation arborée ne brûle pas), la vitesse de propagation se calcule par une équation du type :

Vitesse_arbustes = Constante
x Effet combiné de la densité d'encombrement et de la hauteur
x Effet de la teneur en eau
x Effet combiné du vent et de pente

Pour les types de combustibles avec une strate arborée participant la combustion, l'équation est du type :

Vitesse_arbres = Constante
x Vitesse_arbustes
x Effet de la vitesse du vent
x Effet du couvert des arbres
x Effet de la densité d'encombrement

Les vitesses de propagation obtenues sans pente mais avec un vent de référence de 10 m/s sont présentées dans le tableau 3 page 16.

Les équations paramétriques établies par le code de calcul Firetec font intervenir ces différents paramètres. Le croisement cartographique pour chaque type de combustible entre l'intensité "brute", la carte de vent (vitesse et direction) et la carte de pente (issue du MNT) permettent d'obtenir une valeur d'intensité finale.

2.5 Calcul et cartographie de l'intensité

2.5.1.1 Type de combustible et intensité "brute"

A chaque type d'occupation du sol correspond un type de combustible, issu d'une moyenne entre les relevés de terrain.

A chaque type de combustible correspond une équation paramétrique qui permet de calculer la biomasse participant à la combustion et la vitesse de propagation du feu dans le type considéré. La pente est nulle et le vent à une vitesse moyenne correspondant à celle définie dans les conditions de référence.

On obtient ainsi une intensité "brute", c'est-à-dire sans effet de la pente, et de la combinaison entre la pente et le vent (voir tableau 3 page 16).

2.5.1.2 Effet du vent, de la pente et de leur combinaison et intensité finale

Le croisement cartographique pour chaque type de combustible entre l'intensité "brute", la carte de vent (vitesse et direction) et la carte de pente (issue du MNT) permettent d'obtenir une valeur d'intensité finale.

2.5.1.3 Identification de classes d'intensité (échelle IRSTEA)

L'IRSTEA a établi une échelle permettant de convertir une puissance de front de flamme en dégâts matériels observés. Cette échelle sera utilisée.

Tableau 2 : Classes d'intensité, établie par l'IRSTEA

Niveau 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	Entre 7 000 et 10 000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés
6-Exceptionnelle	Plus de 10 000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés

2.5.1.4 Résultats

Les valeurs de biomasse, de vitesse de propagation et d'intensité brute sont présentées dans le tableau 3 et la 4, qui présentent l'intensité brute pour un vent de 10 m/s.

On fait l'hypothèse que l'intensité dans les vignes est très faible.

Tableau 3 : Caractéristiques des types de combustible

Type de combustible	Type de modèle	Biomasse* (kg/m2)	Vitesse (km/h)	Intensité par vent de 10 m/s (kw/m)	Intensité (classes)
Futaie jeune de pin d'Alep	**Arbres**	**1.26**	**0.41**	**9292**	**5**
Taillis vieilli de chêne vert avec pins d'Alep épars	**Arbustes**	**1.46**	**0.27**	**7063**	**5**
Garrigue boisée de chêne vert	**Arbustes**	**1.23**	**0.36**	**8003**	**5**
Futaie adulte de pin d'Alep	Arbustes	1.13	0.19	3835	4
Reboisement	Arbustes	1.35	0.28	6770	4
Garrigue boisée de pin d'Alep	Arbustes	1.11	0.23	4644	4
Inculte ou friche ou vigne/olivier non entretenues	Herbacées	0.26	1.20	5617	4
Pinède mature claire sans sous-étage	Herbacées	0.19	1.17	3985	4
Taillis de chêne vert	Arbustes	0.62	0.28	3178	3
Prairie ou jachère	Herbacées	0.14	1.31	3304	3
Blé, autres cultures inflammables	Herbacées	0.09	1.54	2488	3
Feuillu (ripisylve)	Arbustes	0.44	0.11	868	2
Pelouse arborée (Parc)	Herbacées	0.04	1.67	1201	2
Vignes et oliviers cultivés	Intensité très faible				

L'intensité a été calculée pour les deux directions de vent : nord-ouest et sud-ouest. L'intensité maximale a été ensuite calculée.

Cette intensité maximale a ensuite fait l'objet d'un lissage et d'un regroupement en 6 classes (figure 4). Le lissage est réalisé en calculant ma moyenne des valeurs dans une fenêtre de 5 x 5 pixels.

Les résultats sont présentés en annexe 2, cartes 2, 3 et 4.

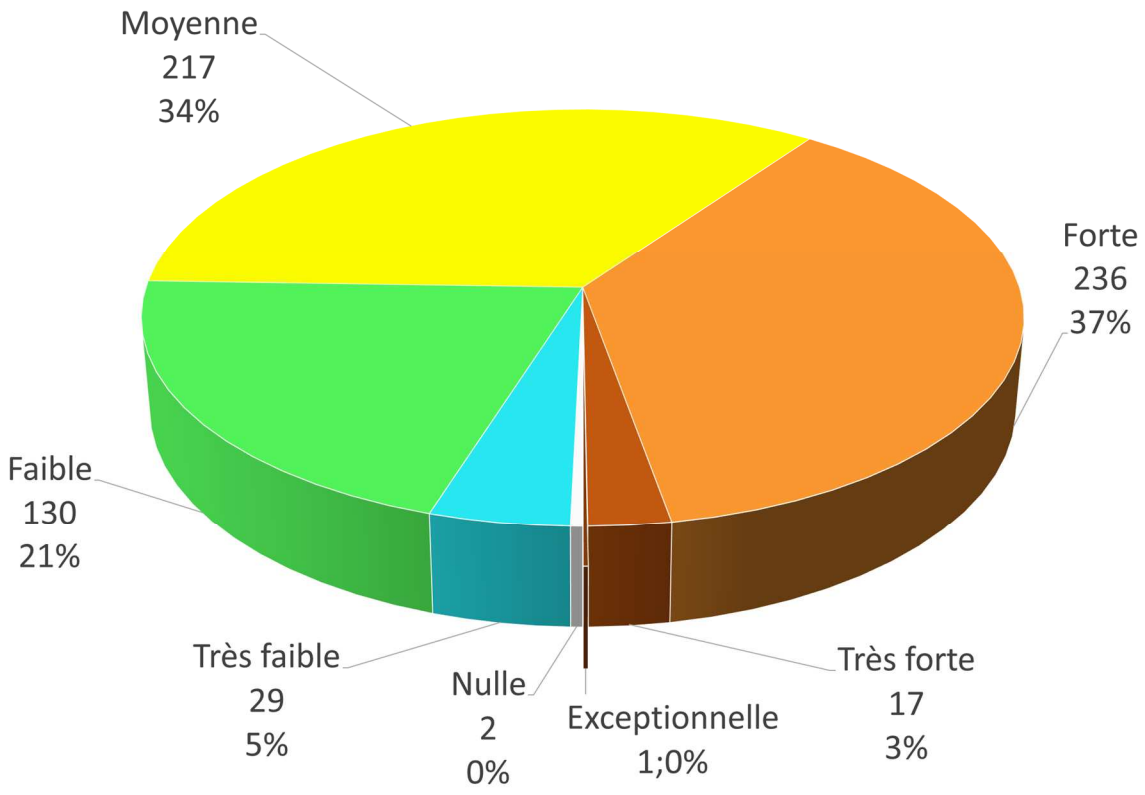
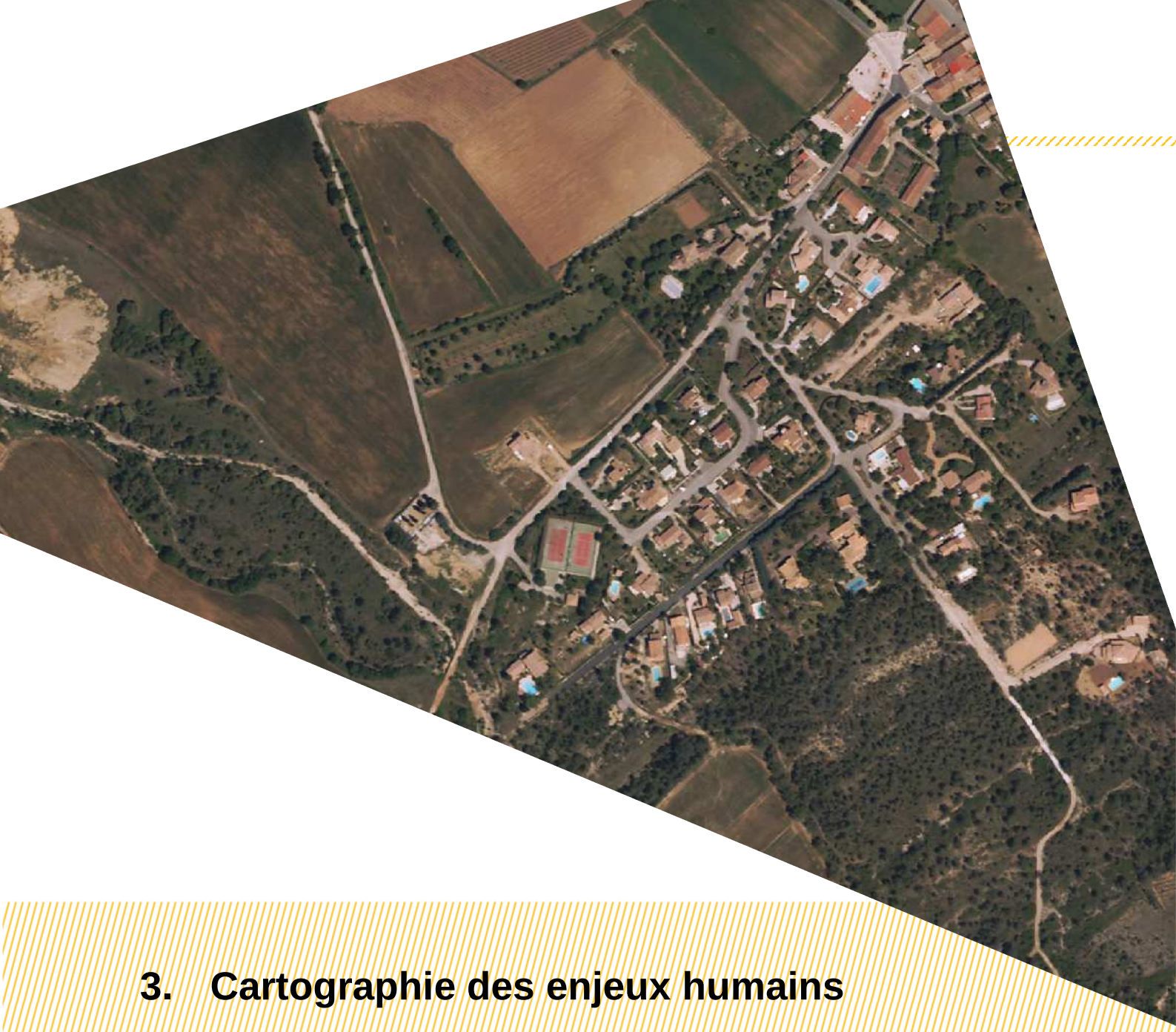


Figure 4 : Répartition des classes d'intensité (en hectares en pourcentage de la surface totale de la commune)



3. Cartographie des enjeux humains

Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

Les enjeux humains, actuels et futurs, sont établis à partir des données existantes (BDORTHO, BD TOPO, cadastre, PLU). Les données ont été mises à jour à la fois :

- sur le terrain, au cours de la campagne de contrôle de terrain nécessaire à la carte de végétation.
- d'une visite en commune, le 13 novembre 2015, permettant d'intégrer les permis de construire les plus récents et les projets de la commune.

Les zones d'habitat existant ont été identifiées sur la photo aérienne et confirmées par l'actuel PLU et la BD TOPO. La mise en place d'une Zone Artisanale et de nouveaux lotissements ont conduit à la construction de nouvelles voies, dont la voie dite « chemin des vignes ».

Une révision du PLU est prévue au 2ème semestre 2016. Le projet de PLU a permis de localiser les zones d'habitation futures. Elles ont été confirmées lors d'un entretien en mairie. Les projets d'urbanisation portent essentiellement sur la densification du centre bourg.

La commune comptait environ 366 habitants en 2006 (augmentation de 10,3 % par rapport au recensement de 1999) et compte 410 habitants en 2012 (augmentation de 10,7% par rapport à 2006). La pression foncière s'est donc légèrement accentuée, mais reste autour de 4 demandes de permis en moyenne par an. Les permis de construire accordés sont situés essentiellement dans les « dents creuses » et ont pour objectif la densification du centre.

La carte 5 fait également apparaître la nouvelle station d'épuration.

4.Cartographie des équipements de défense existants

Les informations cartographiques concernant les pistes et les hydrants ont été fournies par la Communauté de Communes du Grand Pic-Saint-Loup (CCGPSL). Sur le territoire strict de la commune, il n'y a aucune citerne ou retenue collinaire.

Les voies ouvertes à la circulation publique ainsi que les chemins proviennent de la BD Topo et de la CCGPSL.

Les poteaux incendies présents sur la commune sont tous aux normes.

4.1.1 Voirie

La cartographie des voies existantes a été réalisée à l'aide de la BD Topo de l'IGN et des données de la CCGPSL. Après comparaison avec l'ancienne carte, des vérifications ont été faites avec l'appui de la BD ORTHO. Le passage de la D68 au Sud de la commune a rompu de nombreux chemins, et certains chemins agricoles ont également été abandonnés par ailleurs sur la commune.

La carte résultante est présentée en annexe 1 (carte 6). Elle distingue les voies selon deux types:

- voies goudronnées
- chemins

4.1.2 Hydrants

Un fichier SIG des hydrants a été fourni par la CCGPSL.

15 poteaux incendies sont recensés sur la commune et 2 dans sa périphérie proche (300 m). Ils ne disposent pas d'information sur le débit dans la base de données. De nouveaux hydrants ont été mis en place depuis 2009 et certains d'entre eux ont augmenté leur débit et pression.

5. Annexes

5.1 Annexe 1 : Description des types de combustible

5.1.1 Typologie

Intitulé et photo	Description générale et description des 4 principales espèces en recouvrement des strates arborées et arbustives (recouvrement et hauteur)
Futaie adulte de pin d'Alep 	Ce type est majoritaire sur la commune. Dans la plupart des cas, un sous-étage de chêne vert est présent. On fait l'hypothèse que la strate arborée ne participe pas à la combustion Strate arbustive participant à la combustion : • Chêne kermès – 27 % - 0.65 m • Buis – 15% - 0.8 m • Viorne tin – 10 % - 1 m • Genévrier cade – 5%-1.43 m Strate arborée ne participant pas à la combustion : • Pin d'Alep – 48 % – 9.75 m • Chêne vert – 19 % - 3.88m
Pinède mature claire sans sous-étage 	Ce type a été distingué du précédent pour tenir compte des travaux d'éclaircie et de débroussaillement réalisés. La continuité verticale entre les végétaux du sous-étage et les houppiers des pins est interrompue. Ainsi, on considère que les pins ne participent pas à la combustion. Strate arbustive participant à la combustion : • Graminées- 75 % - 0.2 m • Chêne kermès – 13 % - 0.23 m Strate arborée ne participant pas à la combustion : • Pin d'Alep – 10 % - 10 m
Futaie jeune de pin d'Alep 	Dans le cadre de cette étude, on qualifie de futaie jeune les peuplements dont les pins d'Alep sont âgés de moins de 30 ans. Sur le terrain, on choisit arbitrairement de fixer une hauteur limite à 6 m, en dessous de laquelle le peuplement est considéré comme jeune. Dans le modèle de combustible, on considère que les arbres participent à la combustion. • Jeune pin d'Alep – 45% – 5.75 m • Graminées – 48 % - 0.09 m • Chêne kermès – 9 % - 0.7 m • Filaire à feuilles étroites – 21%-1,4 m

Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

Intitulé et photo	Description générale et description des 4 principales espèces en recouvrement des strates arborées et arbustives (recouvrement et hauteur)
Reboisement 	Les reboisements datent des années 1990, et sont présents dans le sud de la commune. Les essences replantées sont des pins d'Alep, des pins pignons, des cèdres et des cyprès. • Jeune pin d'Alep – 60 % - 4 m • Romarin – 30% - 0.5 m • Chêne kermès - 30 % - 1.1 m • Graminées – 20 % - 0.5 m
Taillis de chêne vert 	Ce type est présent uniquement dans le nord de la commune. Ce taillis est très dense. Strate arbustive participant à la combustion : • Buis – 18 % - 1.2 m • Brachypode rameux - 10 % - 0.2 m • Lentisque – 8% - 1.05 m Strate arborée ne participant pas à la combustion : • Chêne vert – 53 % - 3.5 m
Taillis vieilli de chênes verts avec pins d'Alep épars 	Ce type présente quelques pins d'Alep intercalés entre de vieilles cépées de chênes verts. • Chêne vert – 40 % - 3.25 m • Graminées - 20 % - 0.07 m • Chêne kermès – 7% - 0.95 m • Pin d'Alep – 5 % - 4.5 m

Intitulé et photo	Description générale et description des 4 principales espèces en recouvrement des strates arborées et arbustives (recouvrement et hauteur)
Garrigue boisée de pin d'Alep 	On rencontre deux types de garrigue sur la commune : elles sont boisées soit de chêne vert, soit de pin d'Alep. La garrigue boisée de pin d'Alep est une garrigue à romarin, sur sol pauvre ou marneux. • Chêne kermès – 41 % - 0.83 m • Pin d'Alep – 17 % - 4.5 m • Romarin – 16 % - 0.37 m • Graminées – 9 % - 0.09 m
Garrigue boisée de chêne vert 	La garrigue de chêne vert est une garrigue à buis et filaire. • Chêne kermès – 6 % - 0.75 m • Chêne vert – 33 % - 2 m • Graminées – 17% - 0. m • Romarin – 6 % - 0.4 m
Feuillus, ripisylve 	Ce type caractérise certains boisements situés le long des cours d'eau du Terrieu, du Lirou et de la Croye notamment. Ils sont composés de feuillus divers. Par hypothèse, dans le modèle de combustible, on considère que les arbres ne participent pas à la combustion. Strate arbustive participant à la combustion : • Graminées – 15 % - 0.1 m • Chêne pubescent – 6% - 2 m • Ronce – 6 % - 0.8 m • Buis- 4 % - 1.5 m Strate arborée ne participant pas à la combustion : • Frêne oxyphille – 45 % - 6 m • Chêne vert – 20 % - 5 m

Intitulé et photo	Description générale et description des 4 principales espèces en recouvrement des strates arborées et arbustives (recouvrement et hauteur)
Inculte ou friche 	Ce type permet de décrire les parcelles issues de l'évolution naturelle des zones abandonnées. Des ligneux sont présents. La végétation présente est essentiellement des graminées. • Graminées – 70 % - 0.53 m • Ciste à feuilles de sauge – 20 % - 0.45 m
Prairie ou jachère 	Ces zones ne sont pas encore enfrichées. • Graminées – 80 % - 0.15 m
Pelouse arborée (parc)	• Graminées – 80 % - 0.1 m
Cultures Photographie indisponible	Il s'agit essentiellement de blé dur. • Graminées – 80 % - 0.25 m

5.1.2 Synthèse des relevés par types

espèce	blé, autres cultures inflammables		feuillu (ripisylve)		futaie adulte de pin d'Alep		futaie jeune de pin d'Alep		garrigue boisée de chêne vert		garrigue boisée de pin d'Alep		inculte ou friche ou vigne/olivier non entretenues		Pelouse arborée (parc)		pinède mature claire sans sous-étage		prairie ou jachère		reboisement		taillis de chêne vert		taillis vieilli de chêne vert avec pins d'Alep épars	
	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H
ARBRE_Arbousier					6	2.3																				
ARBRE_Cèdre																									1	4
ARBRE_Chêne vert			20	5	19	3.88			7	4													53	3.5	40	3.25
ARBRE_Frêne oxyphille			45	6																						
ARBRE_Genévrier cade							2	2.2																		
ARBRE_Pin d'alep					48	9.75	45	5.75	1	3.2	17	4.5	1	4			10	10			60	4	5	5	5	4.5
Alisier blanc			2	2																						
Arbousier					1	1.5																	1	1	2	1.8
Brachyopode rameux									6	0.18													10	0.2	1	0.15
Buis			4	1.5	15	0.8	2	1.2			1	0.8					1	0.2					18	1.2		
Chêne kermès					27	0.65	9	0.7	6	0.75	41	0.83					13	0.23			30	1.1	6	0.8	7	0.95
Chêne pubescent			6	2																						
Chêne vert							2	2	33	2		1														
Ciste à feuilles de sauge													20	0.45												
Ciste cotoneux																									1	0.5
Ciste de montpellier																									1	0.6
Eglantier			1	1								0.6	1	0.6												
Filaire à feuille étroite			3	0.6	1	0.75	21	1.4	2	1.15							2	0.45					1	1	1	0.6
Genêt de Montpellier					1	0.2																				
Genêt scorpion																	1	0.25								
Genévrier cade					5	1.43	1	1.8	3	0.85	4	0.98	1	1											2	1
Graminées	80	0.25	15	0.1	6	0.05	48	0.09	17	0.05	9	0.09	70	0.53	80	0.1	75	0.2	80	0.15	20	0.5	2	0.05	20	0.07
Herbacées																					1	0.1				
Lentisque			5	1.8	1	0.9	2	0.8	2	0.8													8	1.05	2	0.8
Lierre			1	0.1																						
Pin d'alep					2	2	2	1.5		1.5	3	2														
Romarin					1	0.3	6	0.5	6	0.4	16	0.37	3	0.4			1	0.3			30	0.5	3	0.4	2	0.45

Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

espèce	blé, autres cultures inflammables		feuillu (ripisylve)		futaie adulte de pin d'Alep		futaie jeune de pin d'Alep		garrigue boisée de chêne vert		garrigue boisée de pin d'Alep		inculte ou friche ou vigne/olivier non entretenues		Pelouse arborée (parc)		pinède mature claire sans sous-étage		prairie ou jachère		reboisement		taillis de chêne vert		taillis vieilli de chêne vert avec pins d'Alep épars	
	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H	R	H
Ronce			6	0.8															30	0.12						
Salsepareille					1	0.05				0.05													1	0.05	3	0.05
Stéhéline douteuse						0.25						0.3														
Thym					1	0.1	3	0.15	2	0.22	2	0.23	1	0.1									1	0.15	1	0.1
Vigne																										
Viorne Tin					10	1																				

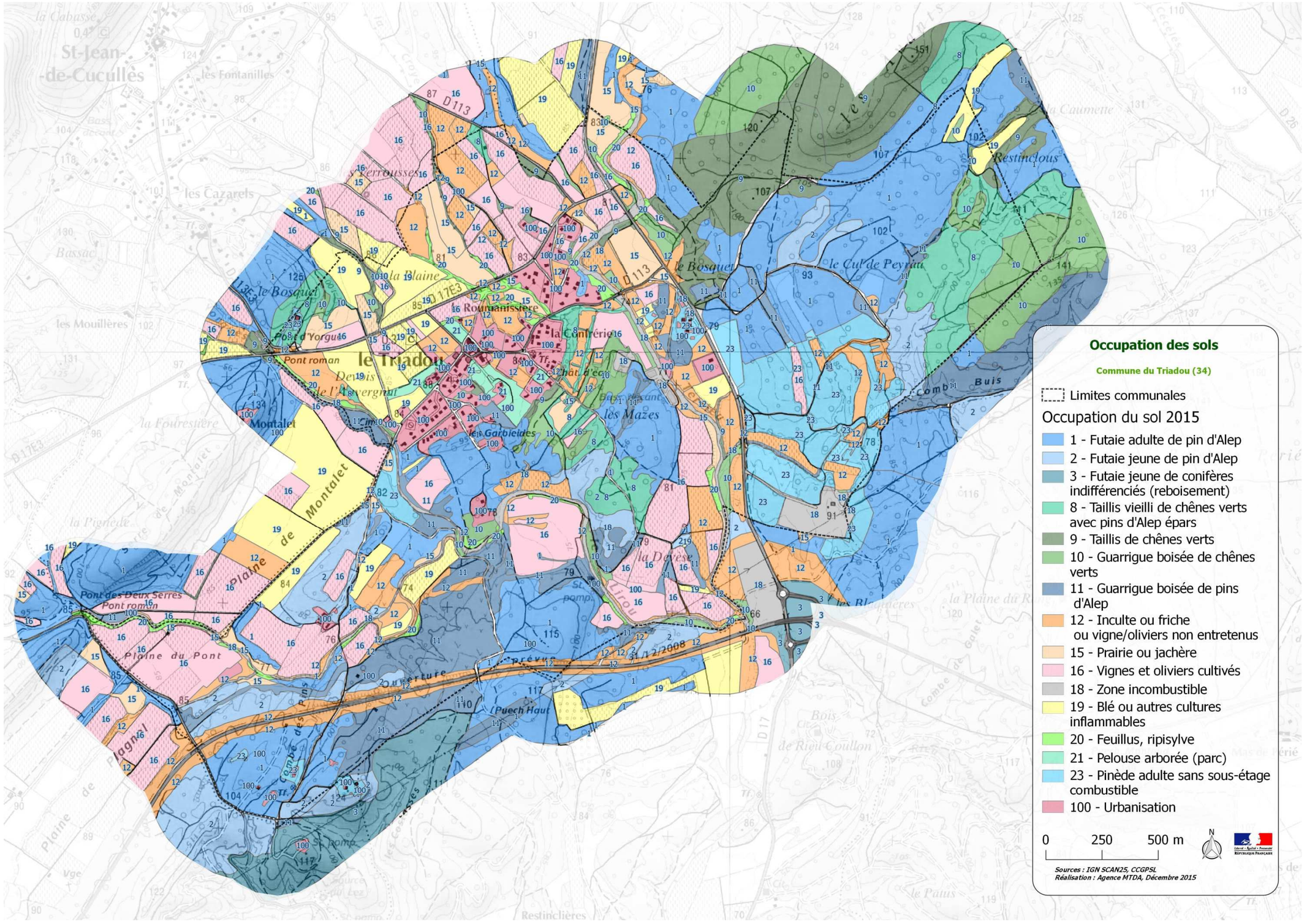
Agence MTDA, 47 avenue des Ribas – 13 770 VENELLES – France|+334 42 20 12 57|mtda@mtda.fr|www.mtda.fr

5.1.3 Paramètres utilisés pour la modélisation du combustible

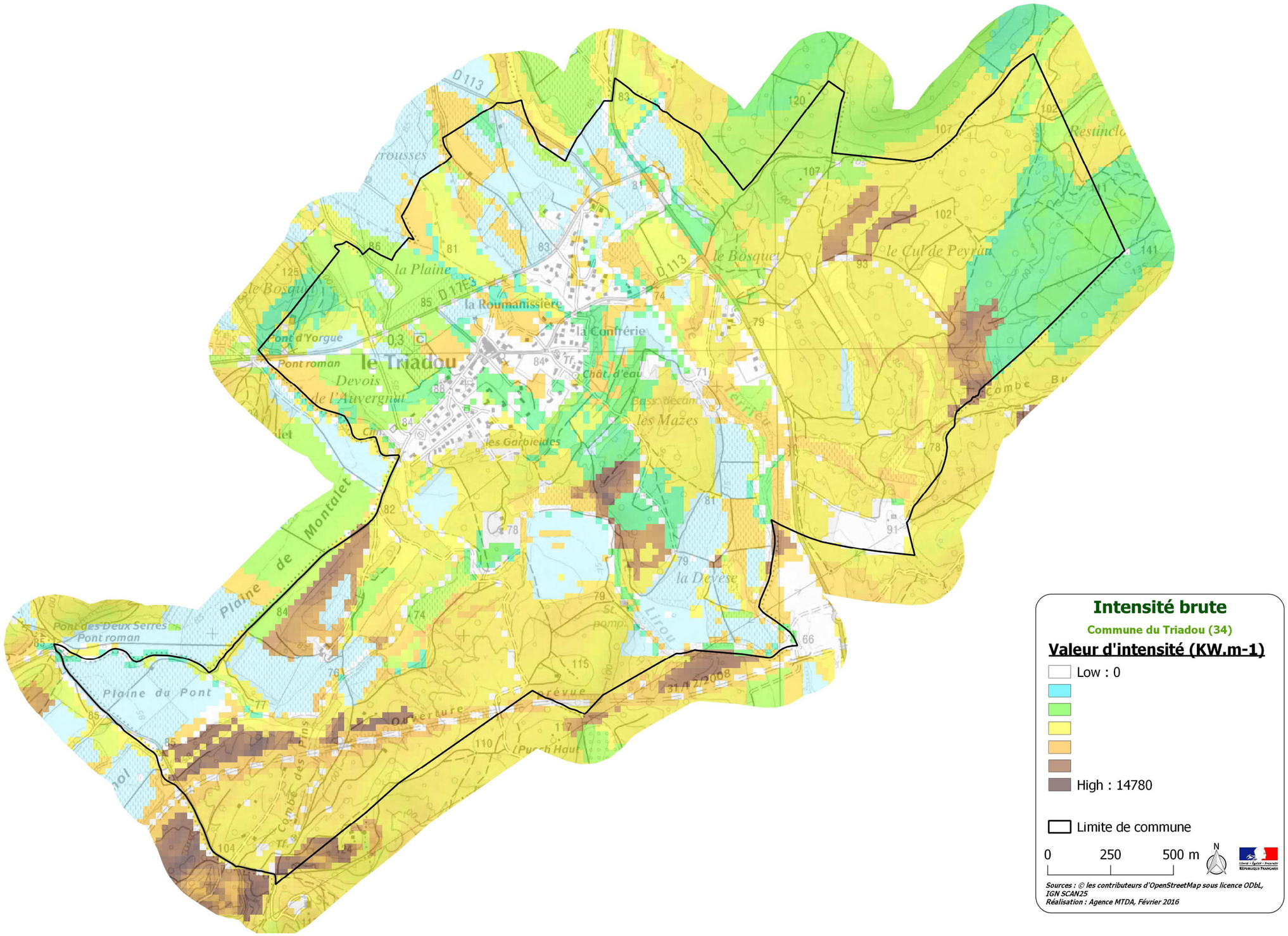
LIBELLE	Type de modèle	Biomasse totale arbuste ou herbes	H moy herbes ou arbustes	Rho moy herbes arbustes	Couvert moy	MC moy	Biomasse totale arbres	H moy arbres	Rho moy arbres	Couvert moy	MC moy	**Biomasse arbres + arbustes**
Futaie jeune de pin d'Alep	Arbres	0.6	1.24	1.07	1.43	0.63	0.66	5.5	0.34	0.47	0.98	**1.26**
Taillis vieilli de chêne vert avec pins d'Alep épars	Arbustes	0.25	0.96	1.37	0.89	0.65	1.21	3.31	0.91	0.46	0.63	**1.46**
Garrigue boisée de chêne vert	Arbustes	0.22	0.73	1.4	1.70	0.6	1.01	2.67	1.03	0.41	0.61	**1.23**
Futaie adulte de pin d'Alep	Arbustes	0.91	0.88	1.66	1.61	0.63	0.22	2.36	0.96	0.1	0.75	**1.13**
Reboisement	Arbustes	0.86	0.92	1.48	1.41	0.59	0.49	2.51	0.41	0.6	1	**1.35**
Garrigue boisée de pin d'Alep	Arbustes	0.91	0.85	1.75	1.85	0.66	0.2	4.55	0.34	0.17	1.01	**1.11**
Inculte ou friche ou vigne/olivier non entretenues	Herbacées	0.26	0.54	0.53	0.97	0.32	0	0	0	0	0	**0.26**
Pinède mature claire sans sous-étage	Herbacées	0.19	0.23	0.97	1.03	0.46	0	0	0	0	0	**0.19**
Taillis de chêne vert	Arbustes	0.62	1.07	1.54	1.09	0.56	0	0	0	0	0	**0.62**
Prairie ou jachère	Herbacées	0.14	0.13	0.98	1.00	0.55	0					0.14
Blé, autres cultures inflammables	Herbacées	0.09	0.24	0.45	1.60	0.15	0					0.09
Feuillu (ripisylve)	Arbustes	0.44	1.51	1.09	1.08	1.39	0	0	0	0	0	0.44
Pelouse arborée (Parc)	Herbacées	0.04	0.09	0.5	0.80	0.26	0					0.04

5.2 Annexe 2 : cartes

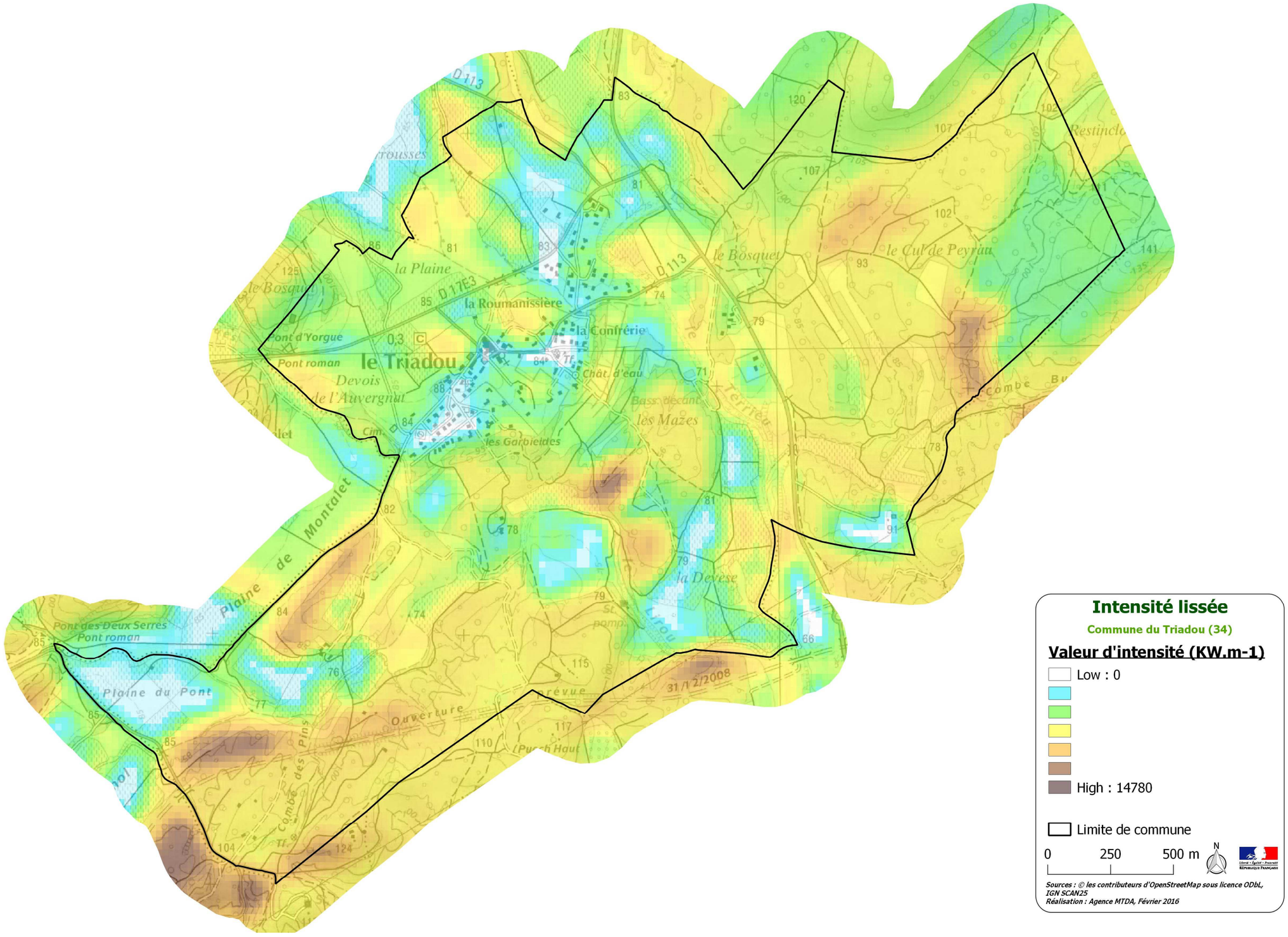
5.2.1 Carte 1 : Occupation du sol



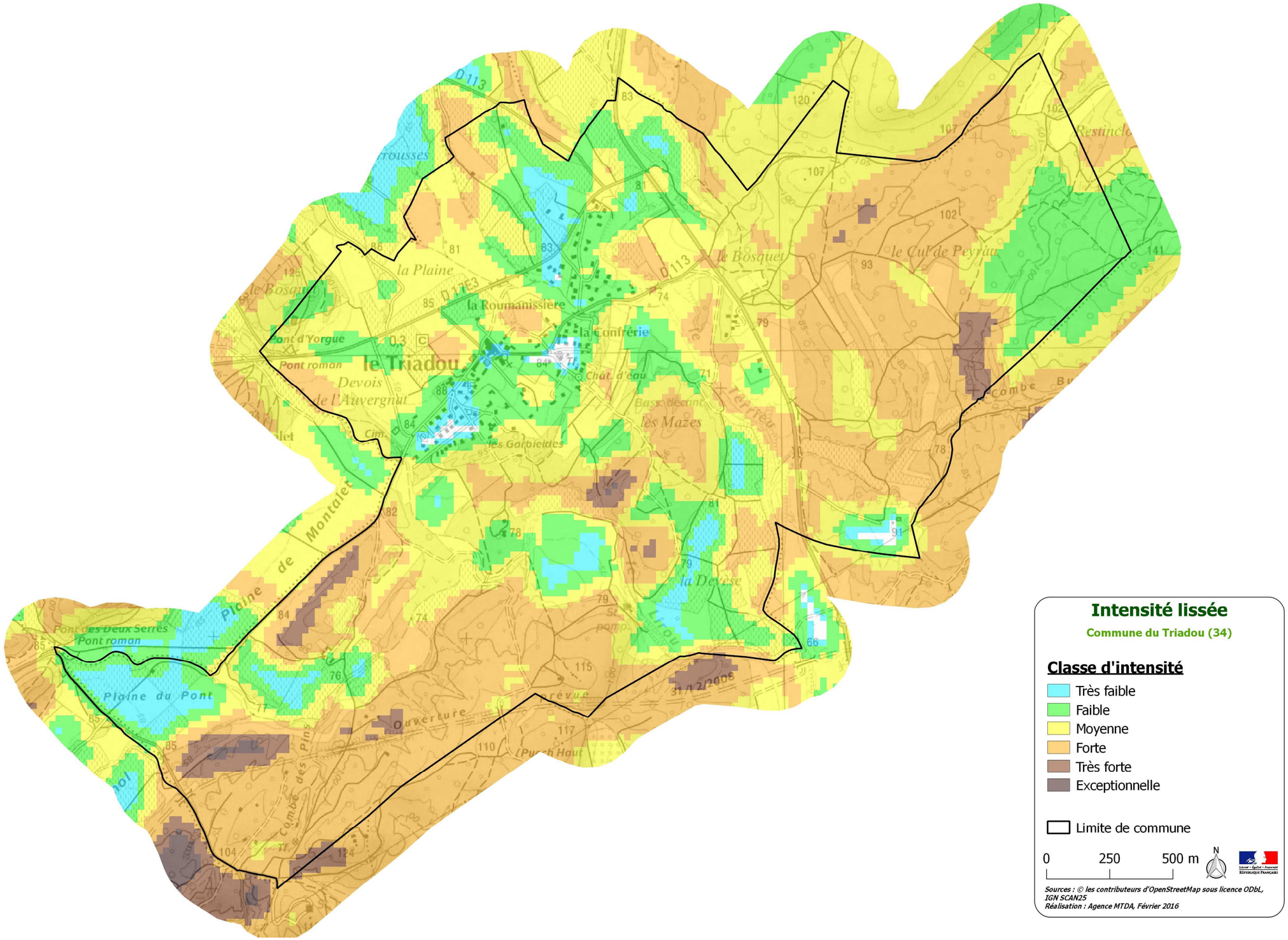
5.2.2 Carte 2 : Intensité brute



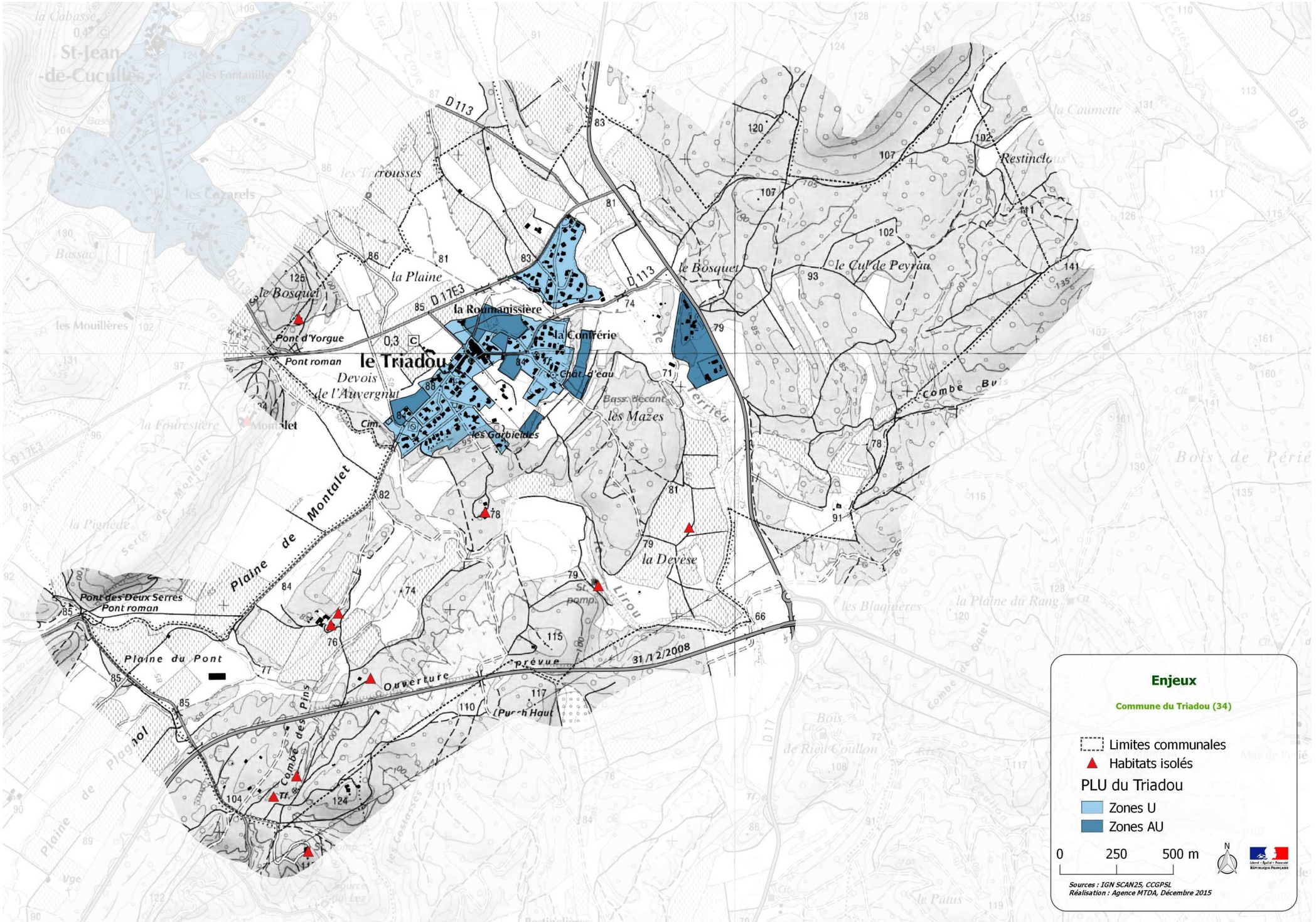
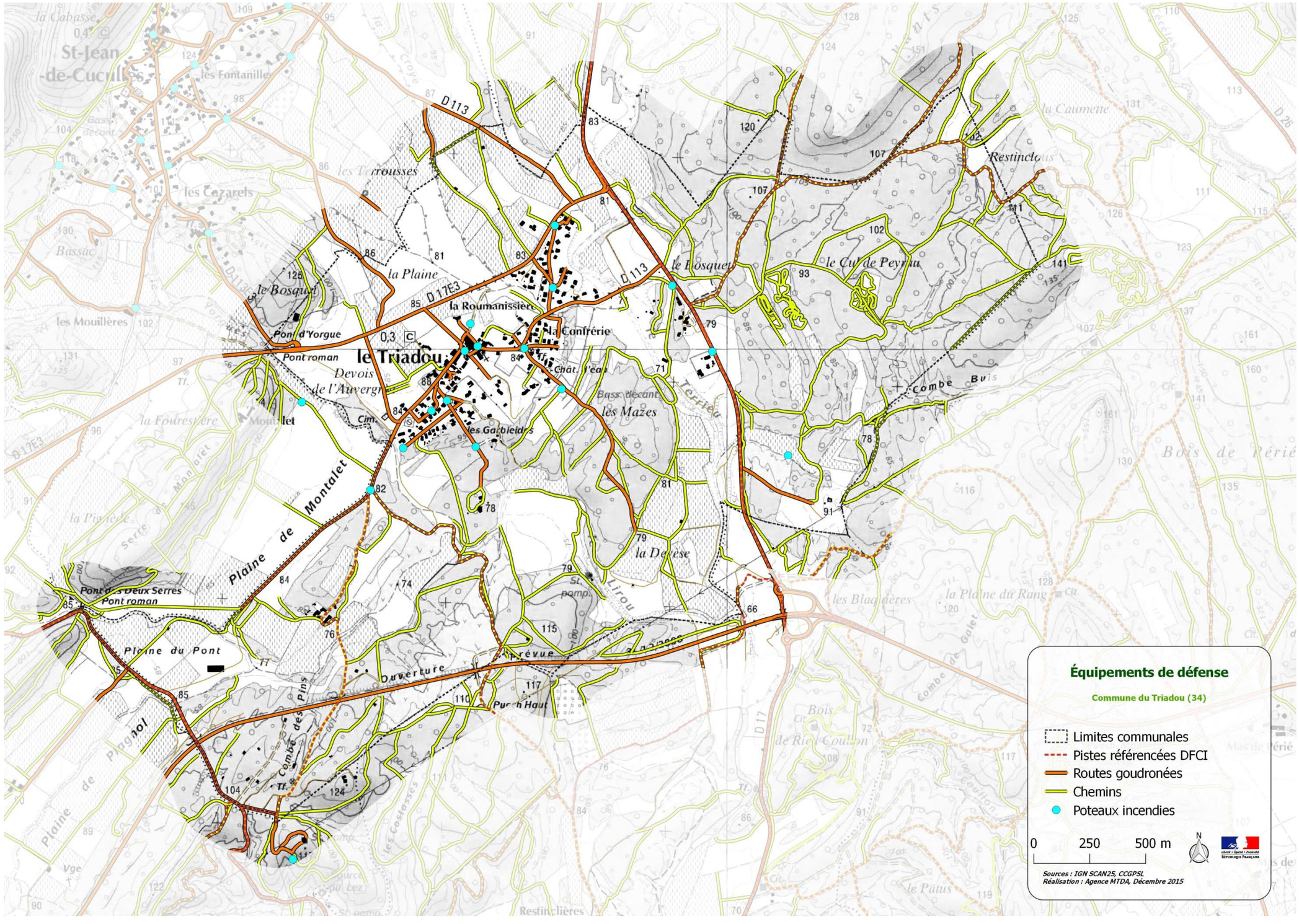
5.2.3 Carte3 : Intensité lissée



5.2.4 Carte 4 : Classes d'intensité



5.2.5 Carte 5 : Enjeux humains



5.2.6 Carte 6 : Equipements existants