



ETUDE DE RISQUE INCENDIE DE FORET

Centre National de Primatologie (CNP) –
Rousset, Bouches-du-Rhône

Destinataire : CNRS	Références : 2024 – 17V3
Origine : WARUCENE	Date de remise du rapport initial : 25/07/2024 Dernière version V3 (modifications en rouge) : 10/04/2025
Chargés d'étude : Raphaël SUPPLISSON et Sébastien LAHAYE	
Contact : sebastien.lahaye@warucene.com	

Table des matières

Table des matières.....	1
1. Introduction	1
1.1. Les objectifs de l'étude	1
1.2. Nos compétences	1
1.3. Déroulé de la mission	2
2. Contexte du projet.....	3
2.1. La zone d'étude	3
2.2. Prise en compte du risque d'incendie dans le secteur	6
2.3. Contexte réglementaire	6
3. Analyse d'aléa à l'échelle cadastrale	10
3.1. Aléa subi.....	10
3.1.1. Caractérisation de la végétation sur le site du projet.....	10
3.1.2. Modélisation	18
3.1.3. Résultats	19
3.1.4. Aléa après amélioration du débroussaillage :	20
3.2. Aléa induit	21
4. Étude de la vulnérabilité	23
4.1. Confinement du personnel	23
4.2. Protection des animaux.....	23
5. Étude de la défendabilité	29
5.1. Défense extérieure contre l'incendie (DECI).....	29
5.2. Accessibilité	30
5.2.1. Voirie et aires de croisement (réglementaire, PAC)	30
5.2.2. Aires de retournement (réglementaire, PAC)	31
5.2.3. Accès aux bâtiments et formes urbaines (réglementaire, PAC)	32
5.2.4. Accès au site	33
6. Préconisations.....	35
6.1. Gestion de la végétation et obligations légales de débroussaillage (réglementaire, AP2014316).....	35
6.2. Phase de travaux sur site (réglementaire, AP 13-2018).....	35
6.3. Préconisations concernant le bâti	36
6.3.1. Bâtiments à construire et extensions (réglementaire, PAC*)	36
6.3.2. Installations existantes	37
6.3.3. Enclos et animaleries	39

6.4. Matrice coût-bénéfices des mesures proposées39

Annexe : références..... 40

1. Introduction

1.1. Les objectifs de l'étude

Créée en 1991 par le CNRS, la Station de Primatologie localisée sur le site de Rousset est l'une des plus grandes installations d'Europe entièrement consacrée aux primates. Ce centre est destiné à l'élevage et à la production de « primates non humains » pour les besoins de la recherche dans les domaines de l'immunologie, des maladies infectieuses et des neurosciences.

Face à la crise d'approvisionnement en primates venant d'Asie et au besoin de souveraineté européenne, le CNRS porte ici un projet d'extension et de constructions nouvelles afin d'acquérir de nouvelles capacités d'élevage.

Le site étant soumis au risque incendie de forêt, les services de l'état ont demandé une étude de risque spécifique. C'est dans ce contexte que le bureau d'étude et de recherche WARUCENE est saisi.

1.2. Nos compétences

WARUCENE conseille et développe des solutions innovantes face au risque d'incendie de forêt. Nous apportons une expertise unique pour les interfaces bâties et la résilience des populations.

Notre offre de services comprend :

- L'accompagnement pour construire ou rénover en zone d'interface forestière ;
- La sensibilisation / formation des professionnels et collectivités pour faire face aux incendies ;
- La recherche et le développement de solutions innovantes.

Les experts de WARUCENE sont reconnus par les services de l'Etat pour leur compétence de haut niveau sur le risque incendie.

Cette mission a été réalisée par Raphaël SUPPLISSON, appuyé par Sébastien LAHAYE et Juan Felipe PATINO :

Sébastien LAHAYE Dirigeant	Officier sapeur-pompier pendant 20 ans dans le sud de la France, Sébastien LAHAYE est ingénieur en Prévention des Risques et titulaire d'une thèse sur les incendies de forêt . Co-fondateur de WARUCENE, il a également mis en place la formation des analystes du feu en France pour l'Entente Valabre et a contribué à la mise en place du Master 'feux de forêt' de l'EPHE. Il anime aujourd'hui des projets européens innovants sur la prévention et la gestion du risque incendie pour SAFE Cluster. Il entretient des partenariats nombreux en Europe, Australie et Amérique du Nord. Il est régulièrement sollicité par les médias pour son expertise.
Raphaël SUPPLISSON Chargé d'études	Ingénieur des Mines en gestion des risques et crises , Raphaël SUPPLISSON a développé une expertise dans les incendies de végétation et a participé à plusieurs projets européens.



	Il conduit les études de risque incendie pour les projets de construction. Il est également responsable d'une offre de formation pour les entreprises de débroussaillage.
Juan Felipe PATINO SIG / Modélisation	Juan Felipe PATINO est géographe et titulaire d'un master en gestion des risques naturels de l'Université de Nice. Il a effectué son parcours de formation dans un contexte international : Canada, Amérique du Sud et France. Spécialiste en modélisation de l'aléa et en Systèmes d'Information Géographique, il est chargé de réaliser la modélisation informatique de l'aléa, mettre en forme les données produites et les restituer sous forme graphique et cartographique.

1.3. *Déroulé de la mission*

L'étude a été conduite de la manière suivante :

- Intégration des éléments du projet fournis par le maître d'ouvrage et du contexte réglementaire ;
- 2 déplacements sur site, le 27 mai et le 18 juillet 2024, afin de relever précisément la nature de la végétation (typologie, continuité, dynamique) et de déterminer la vulnérabilité et la défendabilité des installations ;
- Modélisation de l'aléa fine échelle avant/après projet, à partir de nos relevés de terrain et en utilisant les données météo de référence ;
- Rédaction de l'étude de risque (juillet 2024).
- **Reprise de l'étude avec les nouveaux éléments communiqués par le CNRS (mars 2025)**



2. Contexte du projet

Cette étude intervient dans la phase amont du projet immobilier, alors que l'implantation précise et la nature des constructions à venir ne sont pas encore déterminées.

2.1. La zone d'étude

Le projet se situe sur la commune de Rousset dans un milieu arboré. Le site est bordé au nord par une route départementale et l'autoroute A8, au sud par le cours d'eau de l'Arc entouré d'une zone boisée classée, à l'Est par une déchetterie. L'accès au site se fait par la route départementale D56 (figure 1).

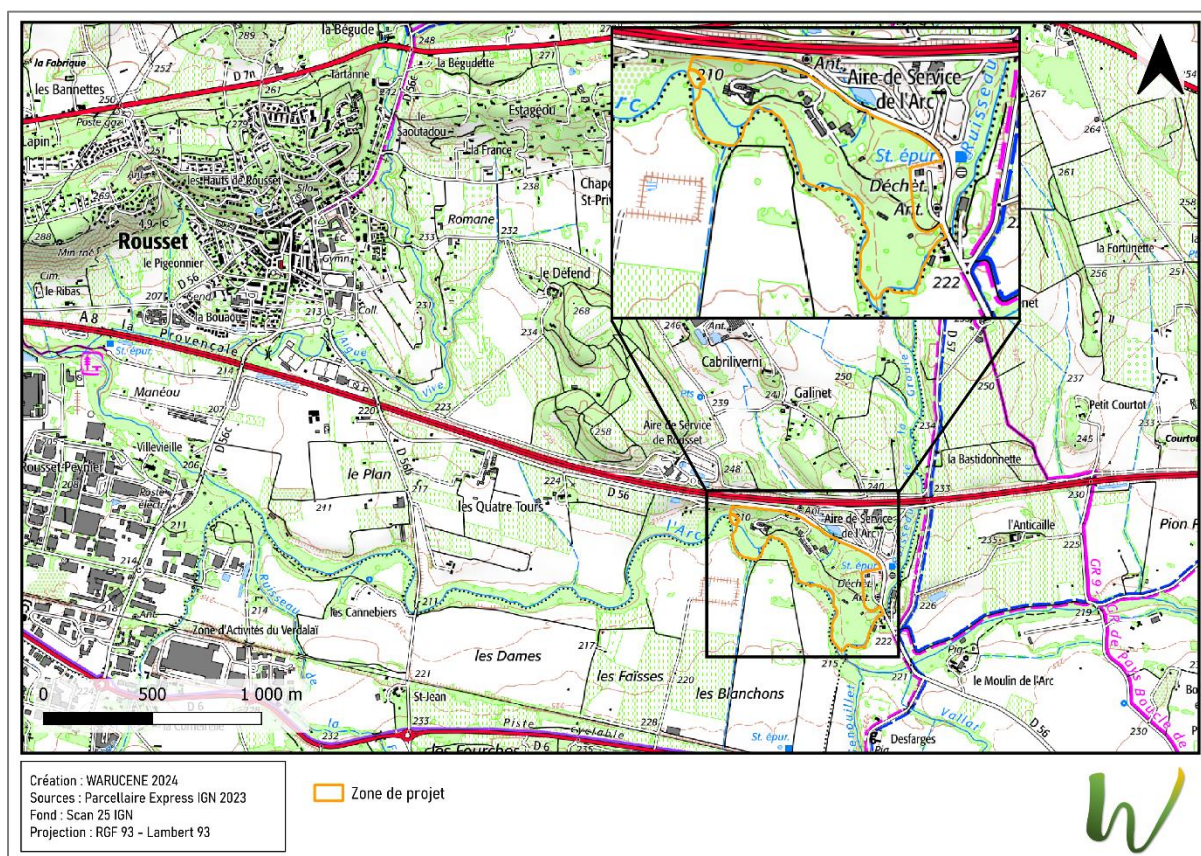


Figure 1 : Carte de localisation du projet

Ce site, propriété de l'Etat, a été mis à disposition du CNRS via une la convention d'utilisation n°013-2016-0340 (et un avenant) du 30/12/2016 pour une durée de 20 ans. Les 14 parcelles concernées (AR162-163-164-167-168-170-171-282-305-307-325-327-329-331) représentent une surface foncière de 169 619 m².

Noté en zone agricole (A) sur le PLUi (figure 2), le projet prévoit la rénovation et/ou la construction de plusieurs bâtiments dédiés à la production de macaques et à l'élevage d'autres primates notamment des marmousets et des singes vervet. Ainsi, le projet qui s'étend sur 16 ha, porte sur la réhabilitation et la construction de :

- locaux principalement dédiés à l'élevage et la recherche
- locaux type bureaux et accueil personnel
- salles de réunion et salle de conférence d'une capacité maximale de 120 personnes

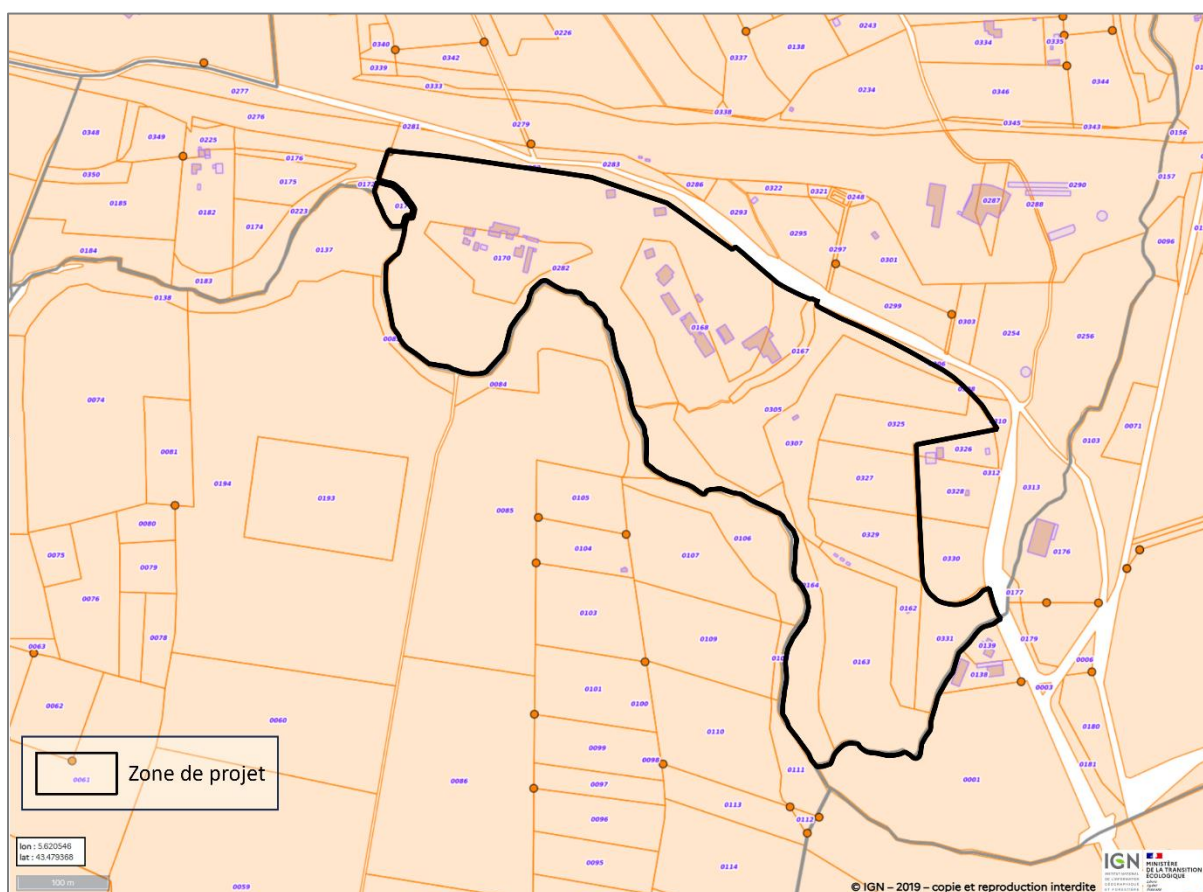


Figure 2 : Carte cadastrale avec PLUi sur la zone de projet

L'extension de l'emprise au sol devrait totaliser environ 6000 m² de station de primatologie (SDP) ainsi qu'une surface extérieure de 12 000 m². Ce sont notamment cinq bâtiments qui font état d'un projet de construction ou de rénovation (figure 3).

Le choix de la construction de nouveaux bâtiments ou de leur rénovation ou extension n'est pour l'heure pas encore arrêté. La figure 3 présente une hypothèse d'implantation des bâtiments.

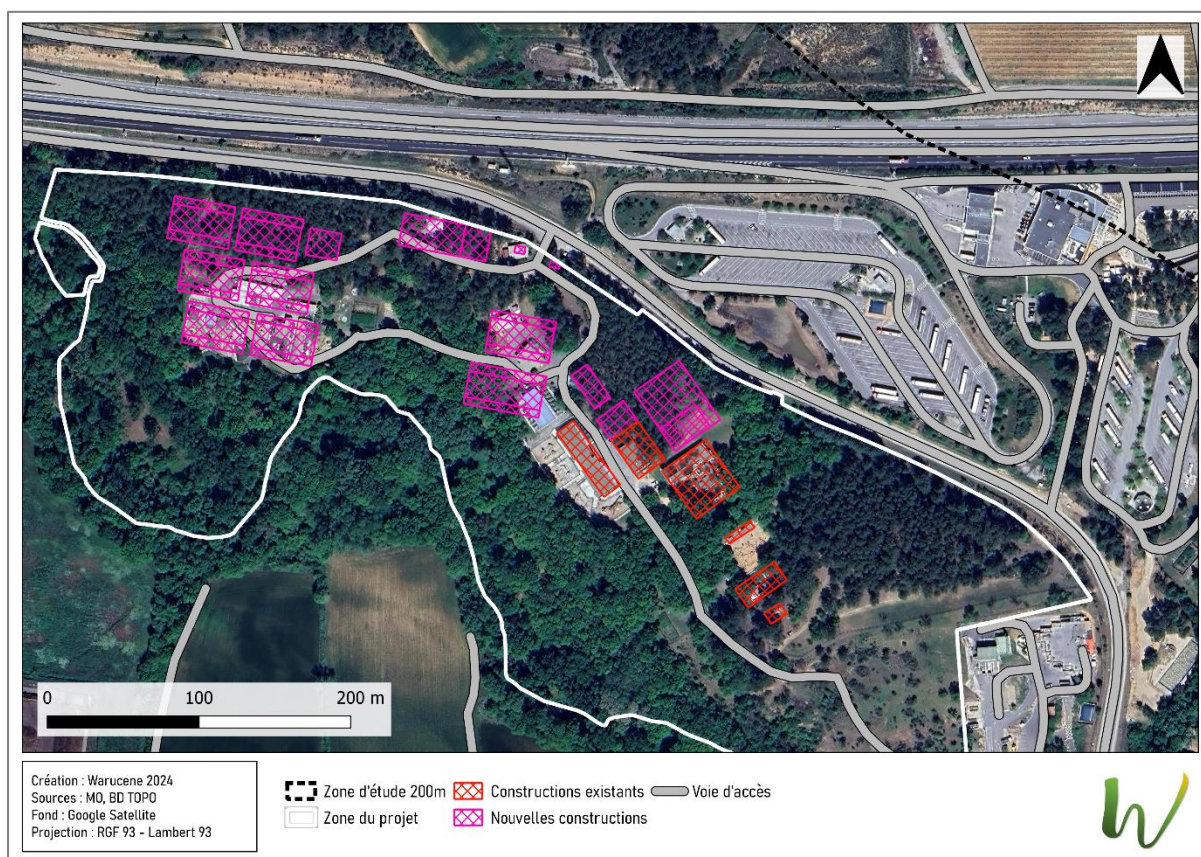


Figure 3 : Hypothèse de répartition des constructions

Le site est bordé par un espace boisé classé sur la partie Sud, le long de la ripisylve (figure 4).

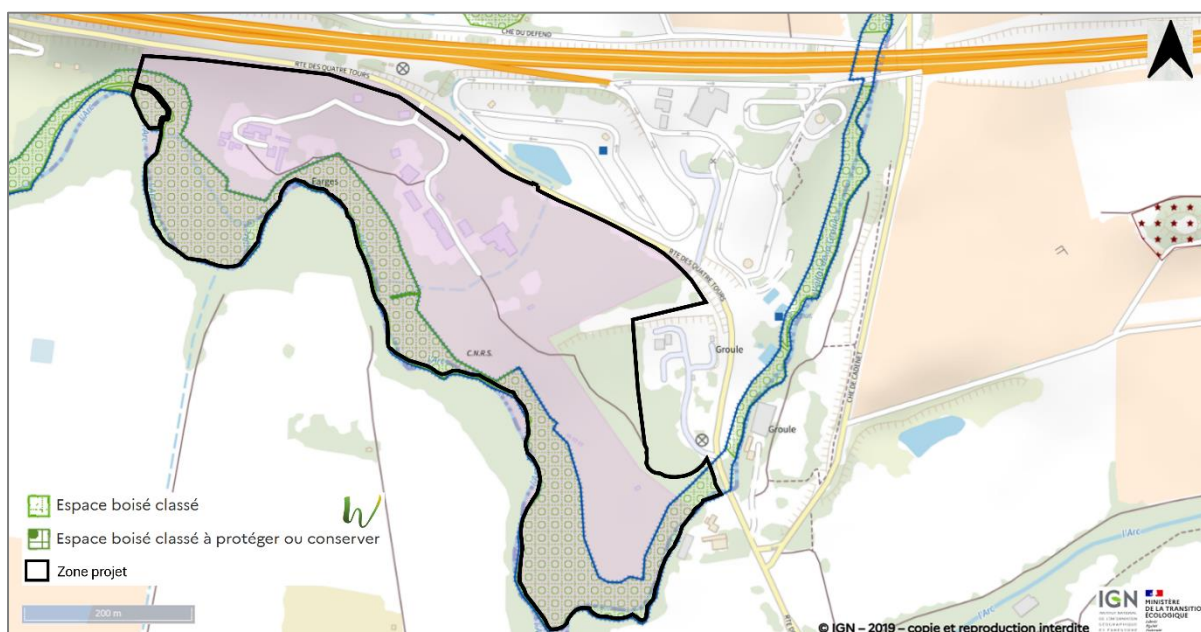


Figure 4 : Carte des espaces boisés classés sur la zone de projet

2.2. Prise en compte du risque d'incendie dans le secteur

Depuis l'année 2000, 40 incendies ont été recensés sur la commune de Rousset d'après les données issues de la Base de données des Incendies de Forêts en France (BDIFF) (cf. tableau 1).

Si l'on remonte jusqu'aux années 1980, propices aux grands incendies sur le département (Figure 5), seul un incendie est répertorié en 1989 à proximité du site.

Tableau 1 : Nombre d'incendies et superficie parcourue depuis les années 2000 sur la commune de Rousset

Commune	Nombre d'incendies entre 2000 et 2023	Surface parcourue la plus importante dans la période
Rousset	40	148 ha (2006)

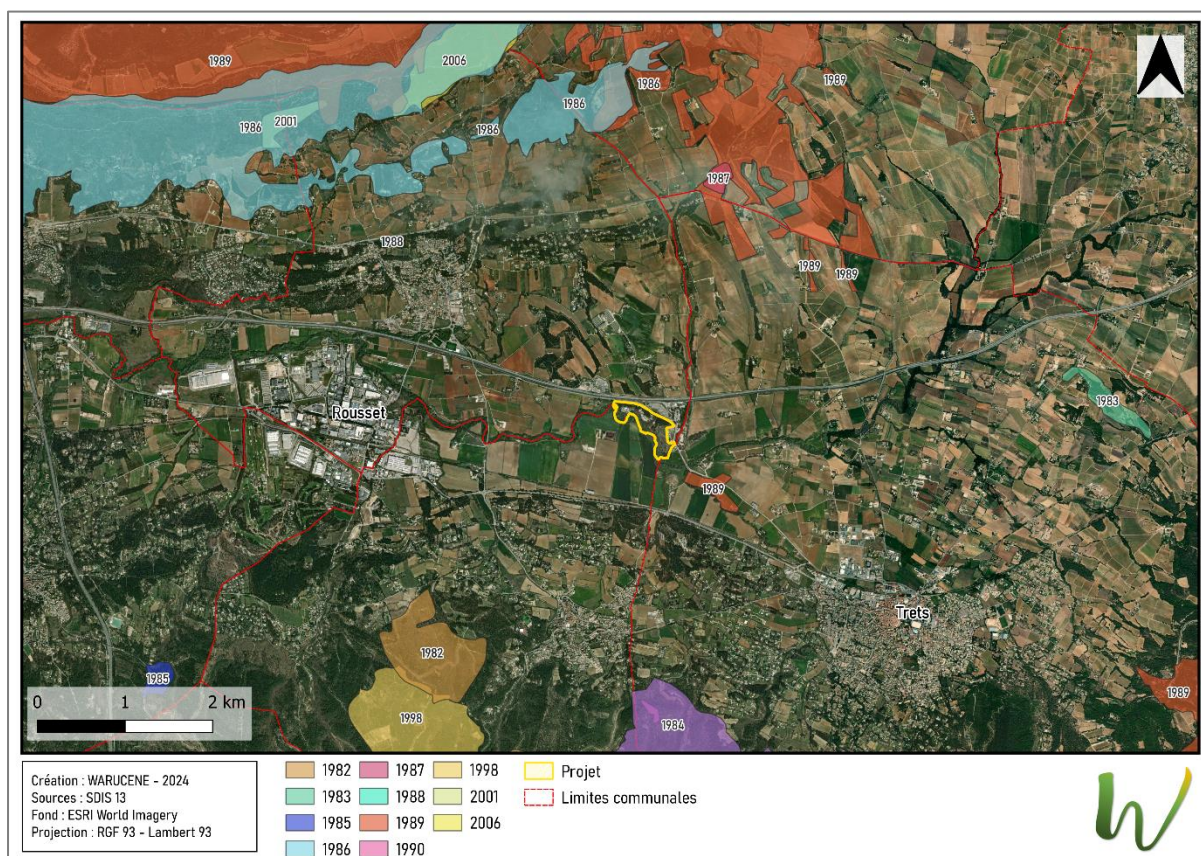


Figure 5 : Carte historique des passages de feu autour du projet

2.3. Contexte réglementaire

Concernant le risque incendie de forêt, le cadre réglementaire à considérer est constitué des éléments suivants :

- Arrêté préfectoral des Bouches-du-Rhône n°2014316-0054 du 12 novembre 2014 portant sur le débroussaillage (**AP2014316**)*;
- Porter à connaissance du risque d'incendie de forêt des Bouches-du-Rhône de 2017 (**PAC**);



- Prescriptions du PLUi du pays d'Aix dans les zones à risque feu de forêt (**PLUi**).

*Les références en rouge seront celles reprises dans la suite du texte.

L'arrêté préfectoral n°2014316-0054 du 12 novembre 2014¹ portant sur le débroussaillage et le maintien en état débroussaillé des espaces exposés aux risques incendies de forêt s'applique dans les zones situées à moins de 200 m des forêts, maquis, garrigues, landes. Extrait de l'article 8 de l'arrêté : « le débroussaillage et le maintien en état débroussaillé sont obligatoires aux abords des constructions, chantiers et installations de toute nature sur une profondeur de cinquante mètres à mesurer à partir de la construction, le maire pouvant par arrêté municipal porter à 100 mètres cette obligation, [...] » les travaux étant à la charge du propriétaire ou des gestionnaires des terrains.

Le site du projet, situé en zone à risque incendie, est par conséquent soumis aux obligations légales de débroussaillage sur une profondeur de 50 mètres à partir des installations. La zone de débroussaillage s'étend notamment au sud du projet sur une partie de la ripisylve et du site boisé classé. Conformément à l'arrêté portant sur la dispense de déclaration de coupe d'arbres en Espace Boisé Classé du 30 septembre 2015, cet espace, en zone à risque incendie n'est pas soumis à autorisation de coupe de bois. Le débroussaillage et l'élagage peuvent donc s'effectuer. Toutefois, le PLUi indique que les travaux et aménagements au sein des ripisylves ne doivent pas compromettre le caractère arboré ou arbustif du linéaire, sauf ceux nécessaires :

- A l'entretien et la gestion de la végétation
- A la gestion des risques phytosanitaires et de sécurité
- A l'aménagement d'un chemin nécessaire aux exploitations agricoles ou lié à la gestion de la fréquentation des berges des cours d'eau

Dans ces cas, les travaux ne peuvent concerner qu'une partie peu significative, inférieure à 15% de la ripisylve et à condition que cette partie soit reconstituée dans les mêmes proportions.

En mai 2014, le préfet des Bouches-du-Rhône a porté à connaissance² de la commune de Rousset, le risque d'incendie de forêt et sa prise en compte dans les documents d'urbanisme. Ce porté à connaissance (PAC) a été renforcé en 2017 par des mesures de prévention et de protection applicables aux projets de construction dans les zones soumises au risque incendie.

Les cartes annexées au PAC indiquent un niveau d'aléa variant de très faible à exceptionnel, selon les pixels, dans l'emprise du projet (figure 6). Par conséquent, la zone a été classée en Rouge (figure 7), le plus haut niveau de prescription réglementaire³. Néanmoins, le site étant situé le long d'une ripisylve entourée de zones agricoles et partiellement débroussaillé, le

¹ Arrêté préfectoral portant sur le débroussaillage et maintien en état débroussaillé des Bouches-du-Rhône https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/content/download/28181/167602/file/141112_AP_OLDsigne_NetB.pdf

² Porté à connaissance du risque incendie de forêt par le préfet des Bouches-du-Rhône, <https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-Connaissance-du-risque-incendie-de-foret>

³ Prescription PLUi en zone à risque feu de forêt, https://plui.ampmetropole.fr/assets/documents/PLUi_CT1_L_Reglement.pdf



niveau réel d'aléa à l'échelle de la parcelle diffère de celui indiqué sur la carte. Il sera discuté plus loin dans ce rapport.

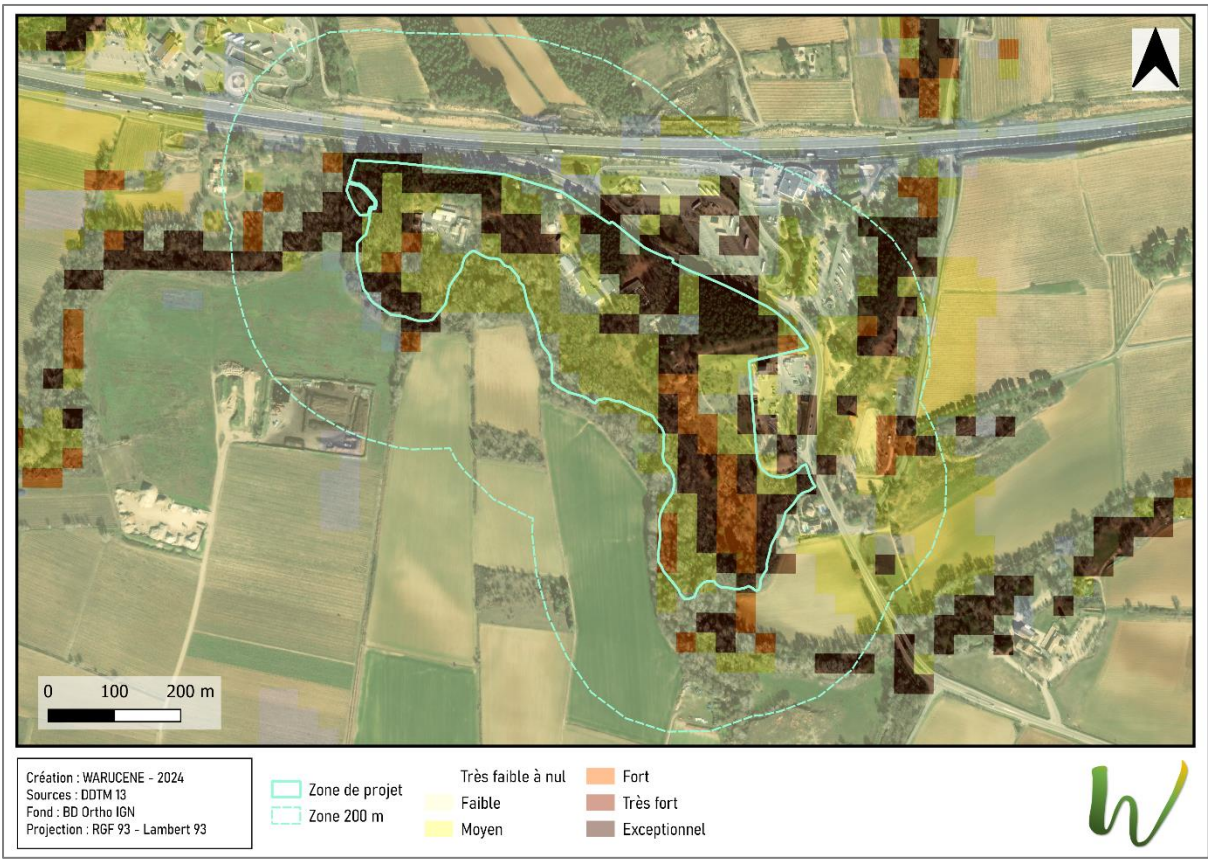


Figure 6 : Carte de l'aléa subi sur la zone de projet (PAC)

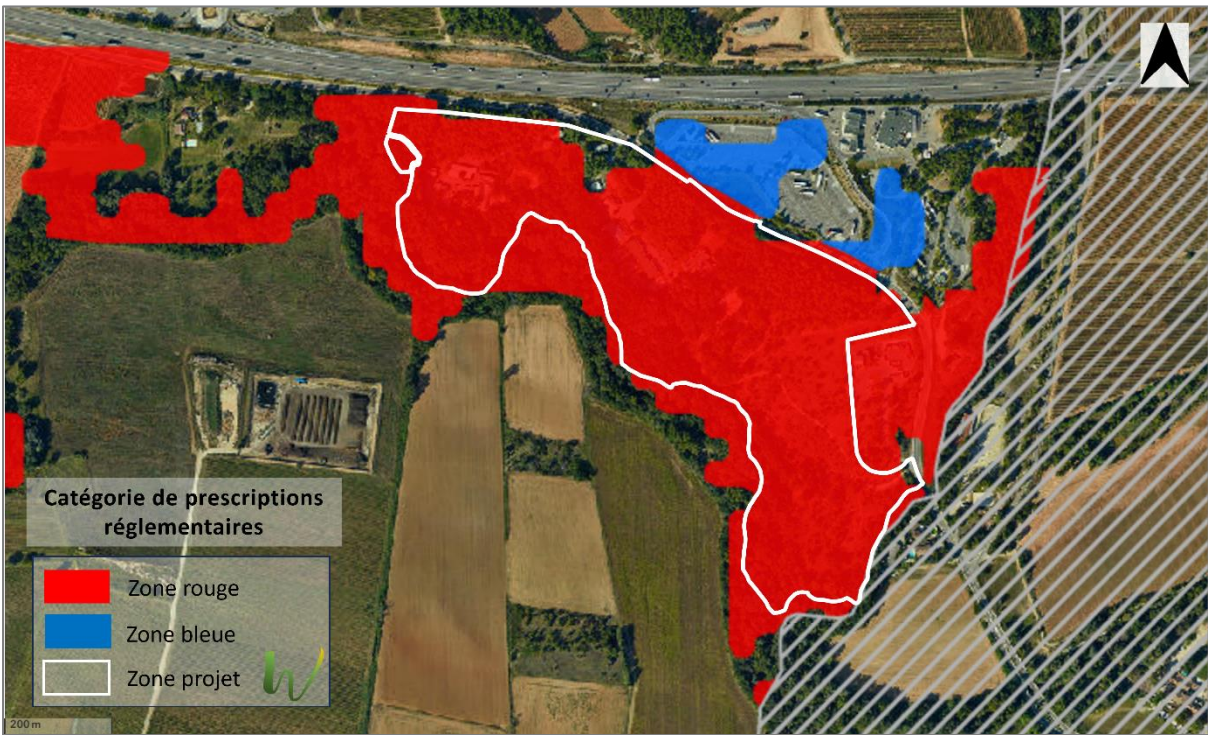


Figure 7 : Catégorie de prescriptions réglementaires PLUi sur la zone du projet (PLUi)

Quoiqu'il en soit, les constructions ou extensions de nature agricole sont admises en zone rouge à condition d'être nécessaires à l'activité, ce qui est le cas ici, et à l'exclusion de la création de logements supplémentaires.

Situé en zone à risque, le projet doit se conformer aux mesures de défendabilité telles qu'énoncées dans l'annexe A du porté à connaissance. Ces mesures de défendabilité⁴ doivent prendre en compte :

- la présence de voiries et de leurs dimensions
- la disponibilité des points d'eau d'incendie (DECI)
- le débroussaillage

De plus, les constructions dans les espaces boisés lorsqu'il y a nécessité de les admettre, devront respecter deux caractéristiques fondamentales :

- faire l'objet d'une organisation spatiale cohérente (limitation du périmètre à défendre en cas d'incendie) tenant compte du niveau de l'aléa et de la nécessité de limiter le nombre de personnes exposées au risque d'incendie de forêt,
- bénéficier d'équipements publics (voirie, eau) dimensionnés de manière appropriée et réalisés sous maîtrise publique ou dont la pérennité de l'entretien est garantie, à défaut par la personne publique. Ces éléments seront détaillés dans le chapitre 5.

Enfin, conformément à l'annexe C⁵ du porté à connaissance, un certain nombre de mesures s'appliquent à l'ensemble des bâtiments du projet pour en limiter la vulnérabilité. Ces mesures seront détaillées dans le chapitre 6 de ce rapport.

Synthèse :

Le site est soumis à l'Obligation Légale de Débroussaillage jusqu'à 50m autour des installations (**AP2014316**).

L'aléa indiqué dans le Porter à Connaissance ne correspond pas à la réalité ; il doit être précisé par une étude à l'échelle de la parcelle.

Quoiqu'il en soit, des mesures de défendabilité et de réduction de la vulnérabilité doivent être prises (**PAC**).

⁴Annexe A, PAC feu de forêt Bouches-du-Rhône, mesures relatives aux infrastructures et équipements de lutte contre les incendies de forêt.

⁵ Annexe C, PAC feu de forêt Bouches-du-Rhône, dispositions destinées à améliorer l'auto protection des bâtiments

3. Analyse d'aléa à l'échelle cadastrale

3.1. Aléa subi

Cette analyse, sur la base de la visite sur site, suivie de modélisation, permet de définir le niveau d'aléa subi, à l'échelle cadastrale.

Les éléments pris en compte sont les suivants :

- Relevé de la composition végétale sur le site et sur une profondeur de 200 mètres,
- Cartographie des "combustibles" issue des relevés de végétation,
- Topographie du lieu,
- Types de vents,
- Conditions météorologiques et réserves hydrique des végétaux de référence.

3.1.1. Caractérisation de la végétation sur le site du projet

La végétation dans et aux alentours du site varie spatialement.

A l'intérieur du site, la végétation est majoritairement composée d'herbe de 40 cm sous des pins d'alep d'un diamètre d'environ 40 cm et d'une hauteur de 15 à 20 mètres.

Sur la bordure sud et ouest, une végétation majoritairement composée de feuillus, de type ripisylve, humide, est présente autour du cours d'eau de l'Arc. Elle se caractérise par la présence de chênes pubescents avec un sous-bois dense composé en majeure partie d'herbe de 30 – 40 cm, de phillyrea augustifolia et de lierre rampant. La litière et l'humus constituent une couche d'environ 10 cm de profondeur.

Ailleurs, la végétation est de type méditerranéen, sensible au feu. Une zone agricole de champ de blé est présente au sud, au-delà de la ripisylve, et à l'Est une zone de friche borde une déchetterie. L'autoroute et la route départementale séparent le site d'une zone agricole entrecoupée par des pinèdes denses et très inflammables pouvant être caractérisées comme des mèches (au nord du site).

Afin de pouvoir modéliser l'aléa à fine échelle, la première étape consiste à attribuer une classe de comportement au feu à chaque unité végétale uniforme, selon la classification de Scott and Burgan⁶. Cette classification, développée pour l'écosystème nord-américain, est aujourd'hui utilisée dans le bassin méditerranéen avec certaines mises au point.

Les types de végétations suivants ont été relevés sur le site du projet :


- Modèles de type de combustible "herbe" (GR)


Le principal vecteur d'incendie dans les modèles de combustible GR est l'herbe. Les combustibles d'herbe peuvent varier d'un chaume d'herbe fortement pâturé ou herbe naturelle clairsemée à l'herbe dense de plus de 2,5 mètres de haut. Le comportement du feu varie d'une vitesse de propagation modérée et d'une faible longueur de flamme dans l'herbe clairsemée à une vitesse de propagation et une longueur de flamme extrêmes dans les modèles d'herbe haute.


⁶ Standard Fire Behavior Fuel Models: A Comprehensive Set for Use with Rothermel's Surface Fire Spread Model, Scott & Burgan (2005)

Tous les modèles de combustible GR sont dynamiques, ce qui signifie que leur charge de combustible change en fonction de la teneur en eau des herbes vivantes. L'effet de la teneur en eau des herbacées vivantes sur la vitesse de propagation et l'intensité est important.

Les intervalles de données concernant la hauteur de flamme et vitesse de propagation sont paramétrés en fonction de l'humidité relative des végétaux et la vitesse du vent à hauteur de la flamme.


Modèle GR1	
Modèle de combustible herbacé bas	Illustration Modèle GR1 :
<p>Description :</p> <p>Le principal vecteur d'incendie dans le GR1 est l'herbe clairsemée ou discontinue, bien que de petites quantités de combustible mort fin puissent être présentes.</p> <p>L'herbe est généralement courte, soit naturellement, soit par pâturage.</p> <p>Hauteur de flamme 30 à 60 cm</p> <p>Vitesse de propagation 100 à 400 m/h</p>	 <p><i>Figure 8 : Surface herbacée dans le site</i></p>

Modèle GR2	
Modèle de combustible herbacé	Illustration Modèle GR2 :
<p>Description :</p> <p>Le principal vecteur de feu dans le GR2 est l'herbe, bien que de petites quantités de combustible mort fin puissent être présentes.</p> <p>La charge est plus importante que dans le GR1 et le lit de combustible peut être plus continu. Les arbustes (<30% d'occupation), s'ils sont présents, n'affectent pas le comportement du feu.</p> <p>Ces feux de surface se déplacent rapidement à travers l'herbe séchée et le matériel associé</p> <p>Hauteur de flamme 1 à 3 m</p> <p>Vitesse de propagation de 1000 à 3000 m/h</p>	 <p><i>Figure 9 : surface herbacée aux extrémités de la zone d'étude</i></p>

Modèle GR3	
Modèle de combustible herbacé	Illustration Modèle GR3 :
<p>Description :</p> <p>Le principal vecteur de l'incendie dans le GR3 est l'herbe continue de climat sec.</p> <p>La charge et la hauteur sont plus importantes que dans le GR2 ; la profondeur du lit de combustible est d'environ 60 cm.</p> <p>Les arbustes ne sont pas présents en quantité suffisante pour affecter le comportement du feu.</p> <p>Hauteur de flamme modérée : 2 à 3 m</p> <p>Propagation rapide : 2000 à 5000 m/h</p>	 <p><i>Figure 10 : Champs de blé cultivés au sud de la ripisylve</i></p>

- Modèles de type de combustible "herbe-arbustif" (GS)


Le principal vecteur du feu dans les modèles de combustible GS est l'herbe et les arbustes combinés. Tous les modèles de combustible GS sont dynamiques, ce qui signifie que leur charge de combustible change en fonction de la teneur en eau des herbes vivantes. L'effet de la teneur en eau des herbacées vivantes sur la vitesse de propagation et l'intensité est important. Elle dépend de la quantité relative d'herbes et d'arbustes dans le modèle de combustible.

Modèle GS2	
Modèle de combustible herbe et arbuste	Illustration Modèle GS2 :
<p>Description :</p> <p>Les principaux vecteurs de propagation du feu dans le modèle de combustible GS2 sont les herbes avec les rameaux et le feuillage vivant et morts des arbustes. La hauteur moyenne de la végétation est de 30 cm. Les arbustes ne sont pas majoritaires mais influence grandement l'intensité du feu. L'influence de l'humidité des végétaux est forte sur ce modèle de propagation.</p> <p>La longueur de la flamme varie selon l'humidité des végétaux : de 0.5 à 3 m.</p>	 <p><i>Figure 11 : Mélange d'herbes et arbustes à l'Est du site à proximité de la déchetterie</i></p>


La vitesse de propagation : de 200 m/h à 1 800 m/h. Elle peut aller jusqu'à plus de 2 km/h.	
---	--


- Modèles de type de combustible arbustif (SH)

Dans les modèles de combustible SH, le principal vecteur du feu est constitué par les rameaux et le feuillage vivants et morts des arbustes, en combinaison avec la litière morte des arbustes. Une petite quantité de combustible herbacé peut être présente, en particulier dans les modèles SH1 et SH9, qui sont des modèles dynamiques (leur charge de combustible herbacé vivant passe de vivant à mort en fonction de la teneur en eau de l'herbacé vivant). L'effet de la teneur en eau des herbacées vivantes sur la vitesse de propagation et la longueur de la flamme peut être important dans ces modèles dynamiques SH.

Modèle SH3	
Modèle de combustible arbustes	Illustration Modèle SH3 :
<p>Description :</p> <p>Les principaux vecteurs de propagation du feu dans le modèle de combustible SH sont les rameaux et le feuillage vivant et mort des arbustes en combinaison avec la litière vivante et morte. L'influence de l'humidité des végétaux est forte sur ce modèle de propagation.</p> <p>Charge combustible modérée dans le modèle SH3.</p> <p>Hauteur de flamme : inférieure ou égale à 3 m</p> <p>Vitesse de propagation : modérée jusqu'à 500 m/h.</p>	 <p><i>Figure 12 : Arbustes sous pins d'Alep au nord du site</i></p>

Modèle SH5	
Modèle de combustible arbustes	Illustration Modèle SH5 :


<p>Description :</p> <p>Les principaux vecteurs de propagation du feu dans le modèle de combustible SH5 sont les rameaux et le feuillage vivant et mort des arbustes en combinaison avec la litière vivante et morte.</p> <p>Charge combustible très élevée d'une hauteur de 2 à 3 mètres.</p> <p>Hauteur de flamme : très haute jusqu'à 10 m.</p> <p>Vitesse de propagation : très élevée jusqu'à 5000 m/h voire plus.</p>	 <p><i>Figure 13 : îlot d'arbustes avec continuité verticale sur la bordure Nord Est du site</i></p>
---	--

Modèle SH7	
Modèle de combustible arbustes	Illustration Modèle SH7 :
<p>Description :</p> <p>Les principaux vecteurs de propagation du feu dans le modèle de combustible SH7 sont les rameaux et le feuillage vivant et mort des arbustes en combinaison avec la litière vivante et morte. L'intensité du feu est plus élevée que dans le SH5</p> <p>Charge combustible très élevée d'une hauteur de 2 à 3 mètres.</p> <p>Hauteur de flamme : très haute jusqu'à 10 m.</p> <p>Vitesse de propagation : très élevée jusqu'à 5000 m/h voire plus.</p>	 <p><i>Figure 14 : Pinède au sous-bois dense au nord de l'autoroute</i></p>

- Modèles de type de combustible "arbres et sous-bois" (TU)

Dans les modèles de combustible TU, la litière forestière combinée à des combustibles herbacés ou arbustifs constitue le principal vecteur d'incendie. Les modèles TU1 et TU3 contiennent une charge herbacée vivante et sont dynamiques. En effet, leur charge de combustible herbacé vivant passe de vivant à mort en fonction de la teneur en eau de

l'herbacé vivant). L'effet de la teneur en eau des herbacées vivantes sur la vitesse et l'intensité de la propagation est important et dépend de la quantité relative d'herbes et d'arbustes dans le modèle de combustible.

Modèle TU1	
Modèle de combustible Arbres et sous-bois	Illustration Modèle TU1 :
<p>Description :</p> <p>Le principal vecteur d'incendie dans le modèle TU1 est constitué par une faible charge de graminées et/ou d'arbustes en combinaison avec la litière.</p> <p>Hauteur des flammes faible : 0.15 à 1m.</p> <p>Vitesse de propagation faible : 50 à 300 m/h.</p>	 <p><i>Figure 15 : Pins d'Alep avec sous-bois très ras</i></p>

Modèle TU2	
Modèle de combustible Arbres et sous-bois	Illustration Modèle TU2 :

Description :

Le principal vecteur d'incendie dans le modèle TU2 est constitué par une charge modérée de graminées et/ou d'arbustes en combinaison avec la litière.

Hauteur des flammes modérée : 1,5 à 3 m.

Vitesse de propagation modérée : 1000 à 2000 m/h.



Figure 16 : Forêt de chênes pubescents et autres feuillus au sous-bois modérément dense, ripisylve

Modèle TU3

Modèle de combustible Arbres et sous-bois

Illustration Modèle TU3 :

Description :

Le principal vecteur de propagation du feu dans ce modèle de combustible est la litière en combinaison avec les herbacées et les arbustes. Charge combustible modérée, induisant une propagation très rapide (2400 à 4000 m/h max) et une hauteur de flamme modérée à élevée de 3 à 8 m max.




Figure 17 : Sous-bois de charge modérée sous conifères

- Modèles de type de combustible "litière"(TL)

Le principal vecteur d'incendie dans les modèles de combustible TL est le combustible ligneux mort et couché. Le combustible vivant, s'il est présent, a peu d'effet sur le comportement du feu.

Modèle TL3

Modèle de combustible litière	Illustration Modèle TL3 :
<p>Description :</p> <p>Le principal vecteur de feu dans la TL3 est la litière de conifères avec une charge modérée, et une faible charge de combustibles grossiers.</p> <p>Hauteur des flammes faible : 0,3 à 0,6 m.</p> <p>Vitesse de propagation très faible : 40 à 100 m/h.</p>	 <p>Figure 18 : Pins d'Alep surplombant une litière importante</p>

A partir des relevés de terrain, une carte représentant la répartition de la végétation actuelle qualifiée par son comportement au feu est constituée (Figure 19). Elle sert de support de modélisation de l'aléa à l'échelle fine.

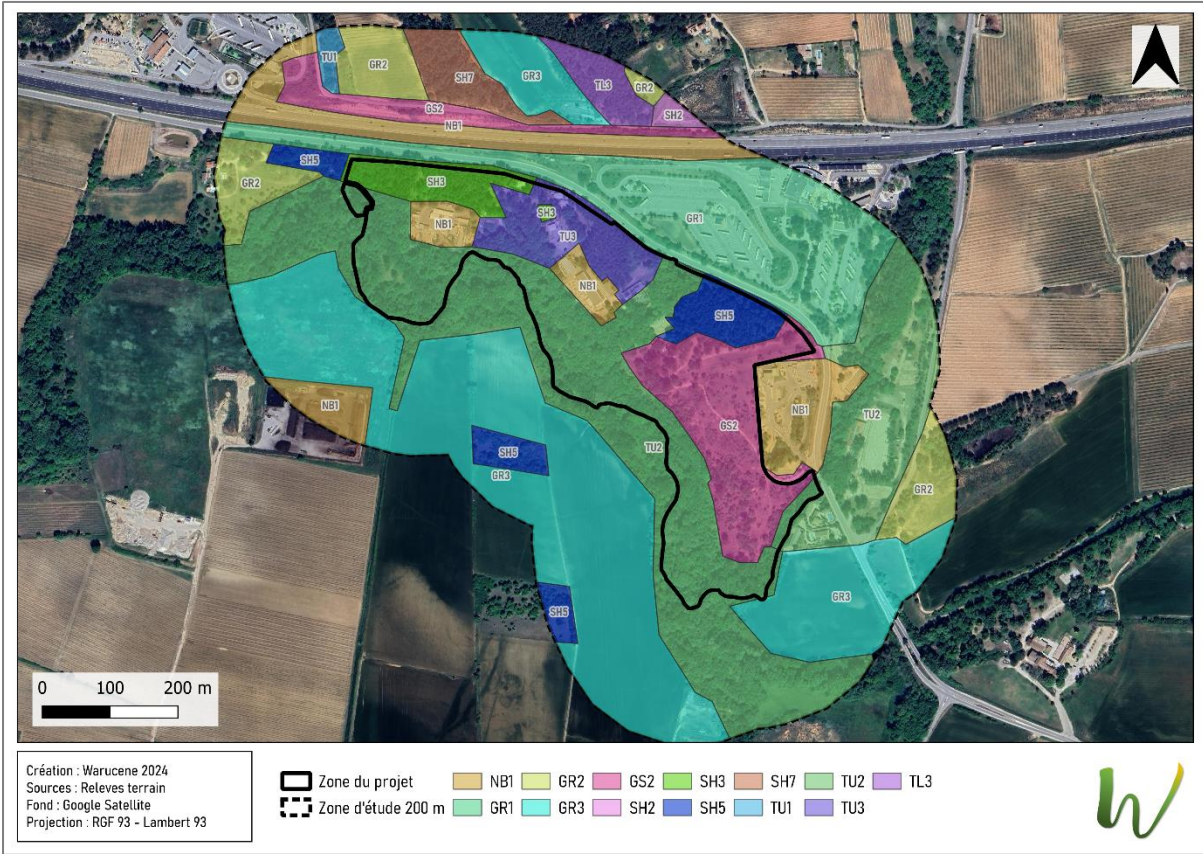


Figure 19 : Carte des combustibles qualifiés selon la méthode de Scott & Burgan

Synthèse : La végétation sur site est hétérogène, notamment en raison de :

- l'application des obligations légales de débroussaillage au sein du site ;
- la présence d'une zone plus humide le long de la ripisylve.

3.1.2. Modélisation

La modélisation s'effectue à partir de la carte de la végétation et en utilisant les données de références utilisées par les services de l'Etat. Afin de percevoir l'aléa autour du site, la modélisation s'étend sur une profondeur de 200 m depuis la zone projet avec une résolution de 5 mètres. Les classes d'aléa utilisées sont conformes à celles préconisées par l'INRAE, et reprises par la Circulaire interministérielle DEVP1515741N du 29 juillet 2015 (Tableau 2).

Tableau 2 : Classes d'intensité à utiliser pour la cartographie de l'aléa (INRAE)

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 1700 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions	Tous les buissons brûlés ainsi que les branches basses
3) Moyenne	Entre 1700 et 3500 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions (mais volets en bois brûlés)	Troncs et cimes endommagés
4) Forte	Entre 3500 et 7000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Cimes toutes brûlées
5) Très forte	Entre 7000 et 10000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés
6) Exceptionnelle	Plus de 10000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect des prescriptions	Arbres calcinés

L'intensité du front de flamme I est estimée en chaque point du domaine en utilisant la formulation de Byram :

$$I = HwR$$

ou H (J/kg) est le pouvoir calorifique de la végétation, w (kg/m²) est la densité surfacique de la végétation, et R le taux de propagation du front de flamme.

La variabilité de I est essentiellement comprise dans ce dernier terme R , qui est calculé en utilisant la formulation de Rothermel,

$$R = \frac{IR\xi(1 + \phi w + \phi s)}{\rho b \varepsilon Q_{ig}}$$

ou IR est le taux d'énergie émis par unité de surface de front de flamme, ξ est le ratio de IR qui participe à l'allumage de la végétation ambiante, ϕw et ϕs sont des facteurs non dimensionnels qui prennent en compte l'effet du vent et de la pente du terrain, ρb est la densité de la végétation par unité de volume, ε est la proportion de végétation amenée à température d'allumage au temps d'arrivée du front, et finalement Q_{ig} est la quantité d'énergie nécessaire pour démarrer la combustion d'une unité de poids de la végétation.

Toutes ces quantités sont exprimables en fonction de quantités liées aux propriétés intrinsèques de la végétation, de sa répartition spatiale, du terrain, et des conditions atmosphériques.

Nous avons utilisé le modèle numérique de terrain RGE ALTI 5M établi par l'IGN et nous avons appliqué les conditions atmosphériques de référence à partir de la rose de vents établie pour Rousset : un scénario avec un vent du sud-est (135°, 8 m/s) et un autre avec un vent du nord-ouest (320°, 13 m/s). Le champ de vent pour chaque scénario est alors calculé sur le domaine en utilisant le modèle WindNinja. Ce dernier calcule le champ de vent en régime permanent associé au terrain respectant un vent moyen imposé par le scénario. Nous avons



appliqué des teneurs en eau de la végétation évaluée à partir des archives du Réseau Hydrique et de la bibliographie.

Finalement, un lissage de l'intensité est appliqué et des buffers créés pour intégrer les effets radiatifs du feu. Les zones de petite taille, inférieures à 500 m² sont supprimées si les pixels voisins sont d'un niveau d'aléa supérieur. Les buffers sont appliqués dans la direction dominante du vent, en utilisant des vecteurs du vent modélisé sur WindNinja, à une distance moyenne de 30 à 60 m.

3.1.3. Résultats

Des cartes d'intensité de feu ont été calculées pour les 2 scénarios de vent à partir de la classification de la végétation de la figure 19. La carte du niveau d'aléa actuel (figure 20) a été établie en utilisant la stratégie du pire scénario.

Afin de faciliter la compréhension, l'échelle de couleur reprend celle utilisée pour réaliser la carte départementale d'aléa.

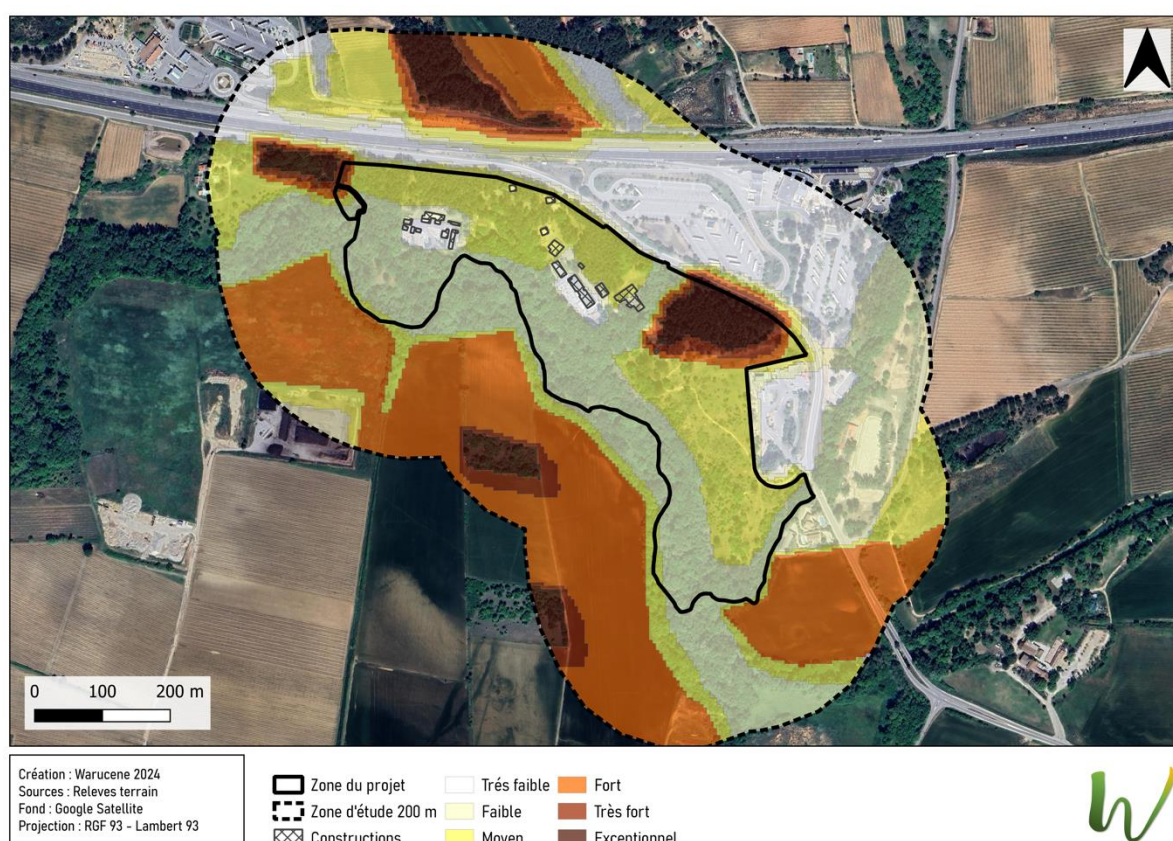


Figure 20 : Carte du niveau d'aléa actuel

En l'état actuel, la modélisation fait apparaître un aléa faible à moyen à l'intérieur du site. Des zones de pinède non entretenues maintiennent un aléa exceptionnel sur les extrémités nord du site.

Dans les zones à aléa moyen à faible, l'incendie se propagera essentiellement au sol avec une intensité faible à modérée. Dans les zones à aléa exceptionnel, l'incendie se développera avec une intensité plus importante. En conditions météorologiques défavorables de sécheresse et de vent, la propagation en cime est probable.

La zone en friche au sud de la déchetterie apparaît en aléa modéré. Un incendie se déclarant dans cette zone se propagera essentiellement via les herbes hautes et gagnera ponctuellement en intensité, dans les arbustes épars.

Les champs de blés et les mèches de pinède au nord de l'autoroute constituent un danger pour le site : un incendie y est susceptible de générer des sautes de feu qui menaceront l'environnement proche des installations du site.

Dans la ripisylve, l'aléa est faible du fait de l'humidité relative des végétaux. Il est toutefois important de noter que l'augmentation de la variabilité des précipitations, avec des alternances de périodes de sécheresse et de fortes pluies, perturbe l'équilibre hydrique des ripisylves⁷. Avec le changement climatique, ces milieux seront davantage sensibles au stress hydrique impactant l'état phytosanitaire des végétaux. Un rétrécissement de la zone humide est probable, avec une augmentation de la mortalité des arbres favorisée par des attaques de parasites.

Par conséquent, le risque incendie pourrait y évoluer défavorablement ; il sera donc nécessaire de reconsidérer cette analyse à l'horizon 2030.

Au regard des conditions de référence et de la structure de la végétation alentours au projet, les scénarios de propagation de feu retenus sont les suivants.

- Un incendie provenant du nord conduisant à une pluie de brandons – particules enflammées – sur le site. L'incendie se propagera alors à l'herbe et au sous-bois présent à l'intérieur du site avec une intensité faible à modéré.
- Un incendie provenant du sud, par les champs de blés, pouvant atteindre la ripisylve. Son intensité sera alors nettement réduite. Le feu, même s'il traverse la rivière de l'Arc, va se propager plus lentement et avec une intensité limitée.

Dans les 2 cas (feu venant du Nord ou du Sud), 2 effets majeurs sont néanmoins à prévoir sur le site :

1. La propagation du feu aux zones boisées où l'aléa est fort à exceptionnel ; l'incendie y sera violent et pourra menacer les bâtiments les plus proches ;
2. La présence très importante de fumée toxique, susceptible de stagner dans le vallon.

3.1.4. Aléa après amélioration du débroussaillage :

Lors des visites sur site, il a été constaté que le débroussaillage, bien que globalement réalisé, comporte des points de faiblesse, conduisant à la cartographie de végétation de la Figure 19 et à l'aléa subi de la Figure 20.

La carte suivante (Figure 21) montre l'état de l'aléa résiduel si les obligations légales de débroussaillage sont effectuées en totalité autour des bâtiments existants sur site. On constate que le niveau sera alors très faible à faible. Pour obtenir ce résultat, il sera nécessaire d'appliquer rigoureusement et pragmatiquement les règles de débroussaillage.

Un accompagnement particulier pourra être nécessaire pour bien réaliser ces OLD dans l'environnement complexe du site.

⁷ Étude de l'USDA sur les effets potentiels du changement climatique sur les zones de ripisylve dans l'Oregon, USA, 2017. https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_journals/2018/rmrs_2018_dwire_k001.pdf

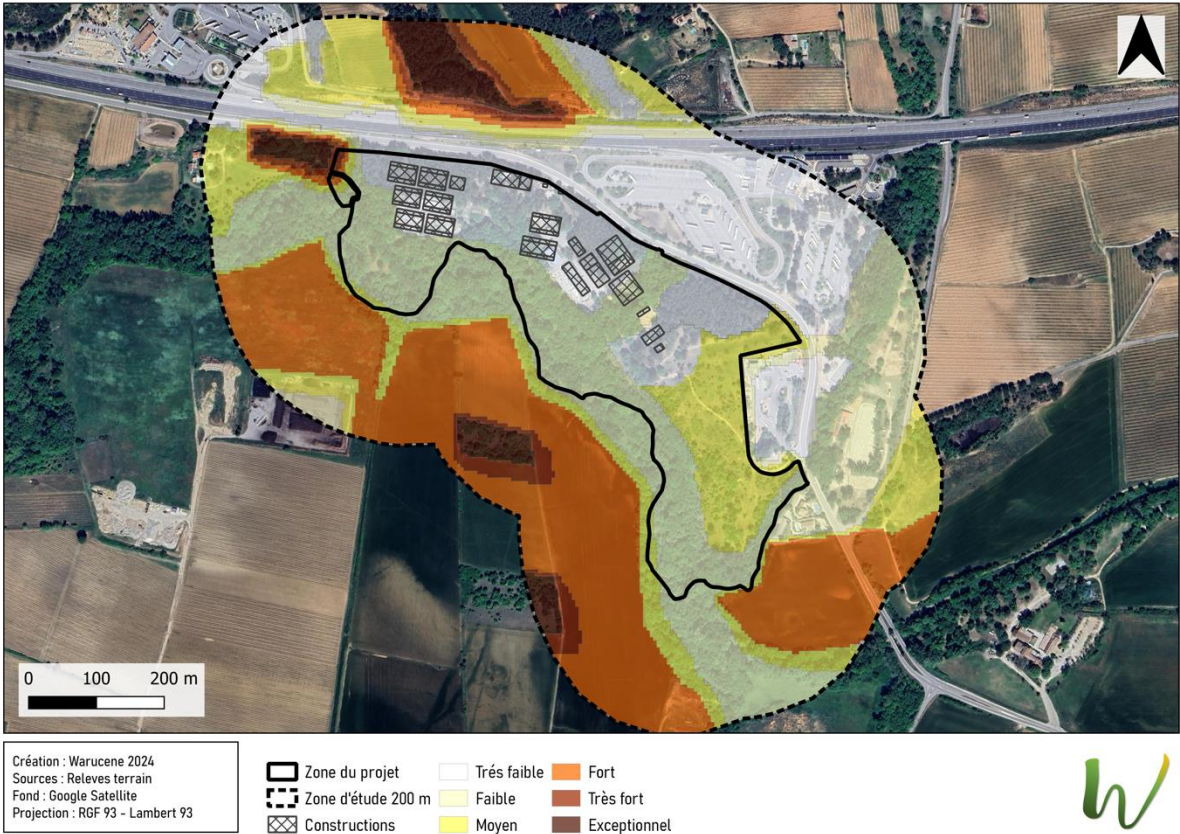


Figure 21 : Carte du niveau d'aléa après réalisation complète des OLD

Synthèse : La modélisation montre que le niveau d'aléa à l'échelle du site, et notamment sur la zone du projet, peut être réduit à un niveau faible, à condition de compléter le débroussaillage.

Le caractère humide de la ripisylve limite le risque au Sud. La pérennité de ce dernier point avec le changement climatique sera à vérifier à l'horizon 2030.

3.2. Aléa induit

L'aléa induit définit les caractéristiques d'un incendie émanant du lieu considéré et qui génère une menace sur les enjeux situés à l'extérieur, dans l'axe de propagation.

Les causes les plus probables de départ de feu provenant du site sont détaillées dans le tableau 3 ci-après :

Tableau 3 : Causes probables d'incendie et préconisations associées

Aléa induit	Préconisations
Usage de points de chauffage par flamme nue et travaux pouvant provoquer des jets d'étincelles	(AP 13-2018) Réaliser ces travaux... <ul style="list-style-type: none">- Sur sol nu non végétalisé- Avec un point d'eau à proximité- Conformément aux conditions à risque fixées par la carte départementale de risque incendie

	<ul style="list-style-type: none"> - Conformément au permis de feu
Jet de mégot de cigarette	<ul style="list-style-type: none"> - Interdiction formelle de fumer dans les espaces boisés. Fumer sur un espace dépourvu de végétation (AP 13-2018) - Disposer de cendriers-poubelles dans les zones de détente des personnels (recommandation)
Véhicules	(recommandations) <ul style="list-style-type: none"> - Organiser le stationnement sur des parkings non végétalisés (=sur sol nu) et largement débroussaillés. - Bannir le stationnement en dehors des parkings. - Disposer d'extincteurs A,B sur tous les parkings.

Une formation et des consignes adaptées devront être mises à disposition du personnel sur site (recommandation) :

- ✓ Pour le personnel permanent et les veilleurs de nuit : formation spécifique sur la conduite à tenir en cas de départ de feu de végétation et règles de prévention à respecter (points chauds, stockage de matériel...etc) ;
- ✓ Pour les chercheurs et utilisateurs de passage : livret d'accueil et consignes à respecter.

Synthèse : L'aléa induit sur site est essentiellement lié aux travaux par points chauds et aux cigarettes. Il peut être maîtrisé par la mise en place de consignes et la formation du personnel.

4. Étude de la vulnérabilité

Même si l'aléa peut être réduit, la localisation du site en milieu forestier et la nature des enjeux (les primates) nécessitent de prendre des mesures particulières de réduction de la vulnérabilité.

En cas d'incendie, la cinétique rapide de développement ne permettra pas l'évacuation du personnel et des animaux. La seule stratégie applicable consiste donc à :

1. Confiner le personnel à l'intérieur de bâtiments refuge ;
2. Protéger les animaux.

4.1. Confinement du personnel

L'effectif, qui va augmenter après les travaux d'extension, se répartit actuellement comme suit :

- 15 employés du CNRS
- 10 employés sous-traitant
- Étudiants et chercheurs en nombre variable.

Cet effectif est dispersé sur le site, dans ou à proximité de bâtiments qui sont pour le plupart actuellement vulnérables à la propagation d'un incendie de forêt et ne peuvent constituer une zone refuge (voir Tableau 4). Pour l'existant, tout comme pour les bâtiments objets du projet, il va être nécessaire de prendre des mesures de réduction de la vulnérabilité (chapitre 6).

4.2. Protection des animaux

Les animaux sont en captivité dans 2 types de structures :

- ✓ Des animaleries : bâtiment communicant à des « volières » extérieures (Figure 22) ;
- ✓ Des enclos extérieurs collectifs, non attenants à un bâtiment (Figure 23).



Figure 22 : Bâtiment type "animalerie"



Figure 23 : Enclos extérieur

La responsable de la station de primatologie a indiqué les restrictions suivantes concernant la mise en sécurité des primates à l'intérieur des bâtiments :

1. Il n'est pas possible d'automatiser la mise en confinement des primates. Leur déplacement nécessite la présence de personnels formés et habilités ;
2. En été, ces personnels habilités sont sur site de 7h à 15h. En dehors de ces créneaux, le personnel sur site n'est pas capable de confiner dans l'urgence les animaux ;
3. Lors de la présence des personnels habilités, il faut prévoir au minimum 30 minutes pour déplacer les primates des enclos vers les animaleries, et 10 minutes pour les rentrer des volières à l'intérieur. Les délais sont plus longs en cas de crise et de stress des animaux.



Or il faut noter que, en cas d'éclosion d'un incendie à proximité du site, dans un champ ou le long de l'autoroute par exemple, avec des conditions météorologiques défavorables, **les flammes pourraient menacer les installations en moins de 10 minutes**. Elles seront précédées d'une **fumée dense et toxique**.


Le confinement des primates à l'intérieur des bâtiments peut donc être une consigne à appliquer en cas d'alerte suffisamment anticipée : délai de plus d'1 heure avant que le site soit menacé. Cependant d'autres moyens de protection doivent être envisagés en cas d'incendie menaçant rapidement le site (scénario le plus probable).

Avant de déterminer ces moyens, il est nécessaire de considérer en détail les points de vulnérabilité des enclos et des animaleries (Tableau 4).

Tableau 4 : Degré de vulnérabilité des bâtiments existants sur le site

Type	Matériaux	Vulnérabilité
Bâtiment administratif	<p>Il faut d'abord noter que le bâtiment administratif abrite 6 logements pour les étudiants / chercheurs de passage. Il est donc occupé la nuit.</p> <p>Le débroussaillage est globalement satisfaisant ; néanmoins il reste des points de vulnérabilité (Figure 24) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • proximité immédiate de végétation arbustive située à moins de quatre mètres de la façade Est • revêtement de toiture inflammable en bitume (non recouvert de lit de graviers) et présence d'entrées d'air et de gaines de ventilation inflammables susceptibles de propager les fumées et le feu de toiture à l'intérieur du bâtiment.  <p><i>Figure 24 : Bâtiment administratif</i></p>	Moyenne à forte
Bâtiments modulaires	<p>Des 'Algecos', disposés à l'Est du site dans de l'herbe haute de 50 cm, sous des pins, servent actuellement de bureaux (Figure 25). Ils doivent être conservés à l'issue du projet.</p> <p>En grande partie en PVC, ces bâtiments sont très sensibles au rayonnement et aux projections de particules incandescentes lors des incendies. Les herbes au contact</p>	Forte

	<p>direct de la structure ainsi que les aiguilles de pins sur le toit peuvent conduire à la destruction de ces locaux.</p>  <p><i>Figure 25 : Algécos isolés sur la partie Est</i></p>	
Animalerie	<p>Les animaleries sont reliées à des volières extérieures (Figure 22). Le débroussaillage permet de maintenir la végétation à distance. Toutefois, les nombreuses ouvertures peuvent compromettre l'étanchéité du bâtiment, notamment vis-à-vis des fumées. Les toits plats en bitume sont susceptibles de réceptionner des particules incandescentes et de propager l'incendie</p>	<p>Faible si équipée de toiture en bardeaux</p> <p>Moyenne avec toit terrasse bitume</p>
Enclos	<p>Les structures sont composées de matériaux incombustibles (Figure 23), mais elles peuvent abriter du fourrage, des jouets et autres objets inflammables. La perméabilité transforme les enclos en pièges mortels pour les primates du fait de la toxicité des fumées d'incendie et des attaques de brandons susceptibles d'enflammer les combustibles au sol et les animaux.</p>	Très forte
Stockages animalerie	<p>Les stockages sont des zones sensibles car ils abritent des matériaux fortement combustibles et inflammables : copeaux de résineux, fourrage, bouteille de gaz...etc.</p> <p>Le risque est important lorsque les matériaux sont stockés à l'air libre ; ils sont alors susceptibles de recevoir un brandon incandescent.</p> <p>Confinés dans un bâtiment ou un container fermés, ils ne présentent plus de risque (Figure 26)</p>  <p><i>Figure 26 : Réserves et stockages externes</i></p>	<p>Très forte à l'air libre</p> <p>Faible à l'intérieur</p>

Locaux techniques	<p>Les locaux techniques sont conçus avec des matériaux qui peuvent faciliter l'infiltration de particules enflammées, en raison de la présence de points d'entrées tels que les trous, les aérations et les portes coulissantes (Figure 27).</p> <p>Les gouttières et fenêtres en PVC sont d'autres points de vulnérabilité.</p> <p>Malgré les défauts structurels, leur vulnérabilité est réduite en raison de leur éloignement de la végétation.</p>  <p><i>Figure 27 : Locaux techniques de la partie Ouest</i></p>	Faible
Cuves de propane	<p>4 cuves de propane sont disposées sur le site.</p> <p>Non isolées de la végétation (Figure 28), elles sont très sensibles au flux thermique et risquent de provoquer une fuite enflammée, suivie d'explosion.</p>  <p><i>Figure 28 : Cuve de propane isolée</i></p>	Très Forte
Parking	<p>Au-delà du risque d'éclosion, traité plus haut, les parkings constituent un risque de propagation du feu par inflammation des véhicules, qui génèrent eux-même un flux thermique</p>	Très fort

important. La vulnérabilité réside dans la proximité des véhicules entre eux et de la végétation avoisinante (Figure 29).



Figure 29 : parking visiteur et du bâtiment administratif

Synthèse :

En cas d'incendie, il faudra confiner le personnel et protéger les animaux. Cependant :

- plusieurs bâtiments sont trop vulnérables pour y confiner le personnel ;
- la mise en sécurité des animaux à l'intérieur des bâtiments ne peut pas être réalisée en urgence.

Le site est donc particulièrement vulnérable.

5. Étude de la défendabilité

La défendabilité d'une interface forêt-habitat correspond à l'aptitude d'une telle zone à être défendue par les moyens de secours et d'en assurer la protection en cas de sinistre.

5.1. Défense extérieure contre l'incendie (DECI)

La DECI a pour objet d'assurer, en fonction des besoins résultant des risques à prendre en compte, l'alimentation en eau des moyens des services d'incendie et de secours par l'intermédiaire de points d'eau identifiés à cette fin.

Il est nécessaire de se reporter au Règlement Départemental de Défense Extérieure contre l'Incendie (RDDECI) arrêté le 8 avril 2022. Il indique que les points d'eau incendie (PEI) sont constitués de poteaux normalisés, qui peuvent être ponctuellement complétés par des réserves d'eau.

Selon le RDDECI, la règle générale pour les bâtiments agricoles de surface de plancher <500m² est de disposer d'un PEI capable de délivrer 60m³/h à moins de 300m de tout bâtiment. La distance est mesurée en projection horizontale selon l'axe des circulations effectivement accessibles aux engins de secours.

Cependant, compte tenu des enjeux présents sur le site, et de l'aggravation liée au risque incendie de forêt, on peut estimer que le site présente un « risque particulier », qui devra faire l'objet d'une étude spécifique en lien avec le Service d'Incendie et de Secours (SDIS).

Il est probable qu'à l'issue de cette étude, une distance maximale de 150 à 200m selon les bâtiments sera préconisée.

En réunion le 10/01/2025, le SDIS a demandé 120m³/h de débit.

Actuellement on trouve sur site 4 poteaux incendies (figure 30). Alimentés par le canal de Provence, leur couple débit/pression, à vérifier, devrait être suffisant pour assurer les besoins nécessaires. Si l'option d'un circuit d'autoprotection des bâtiments est retenue (voir chapitre 6), une étude plus complète permettra de vérifier que les moyens en eau à disposition des secours restent suffisants après mise en œuvre de l'autoprotection.

En réunion le 16/01/2025, il a été indiqué que le site compte un 5eme poteau incendie, non répertorié par le SDIS à ce jour.

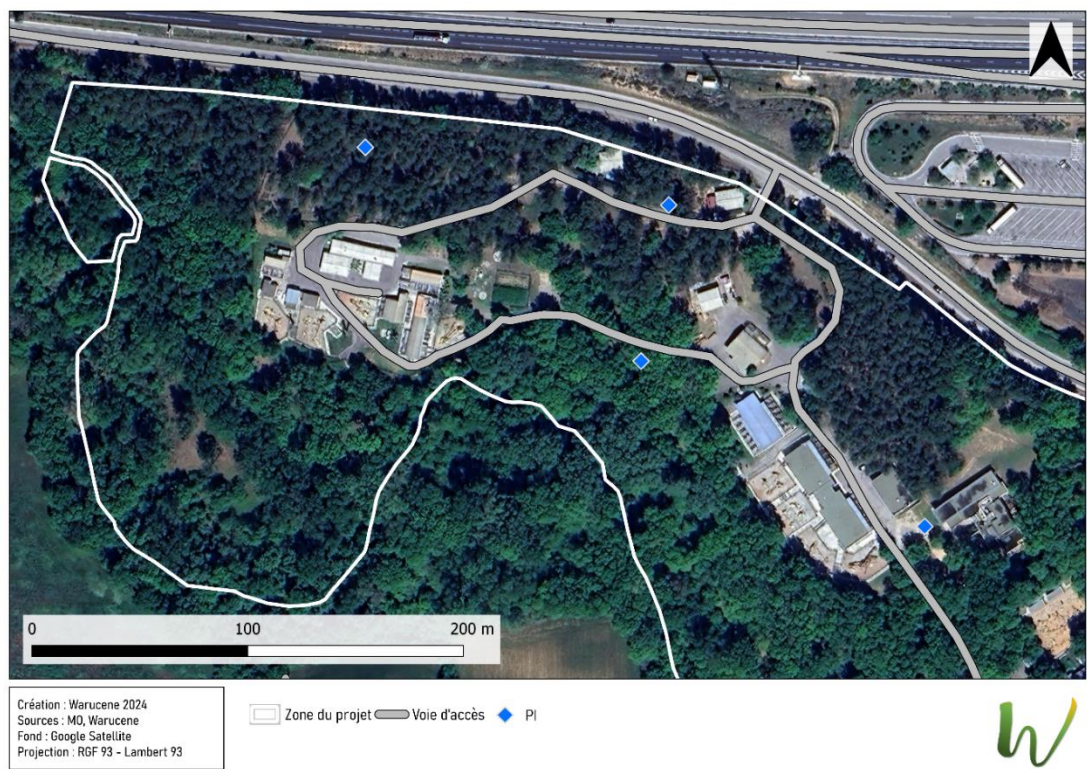


Figure 30 : Position des 4 poteaux incendie sur site

Synthèse : La DECI du projet doit pouvoir être assurée correctement avec le réseau existant. Une étude complémentaire, à réaliser en concertation avec le SDIS, permettra de vérifier ce point.

5.2. Accessibilité

L'accès au site du CNRS se fait par la D56 et le centre de secours le plus proche est situé à Trets à 2,9 km au sud, soit à 3 minutes du site.

Les conditions d'accessibilité, garantissant la circulation des moyens de lutte en toute sécurité à l'intérieur et l'extérieur du site, sont définies en Annexe A du PAC du 14 mai 2014.

5.2.1. Voirie et aires de croisement (réglementaire, PAC)

Les caractéristiques des voiries pour garantir l'accès aux secours sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : Caractéristiques techniques des voies de circulation

Structures	Caractéristiques techniques
Voirie sens double de circulation (figure 31)	6 mètres de largeur
Voirie sans double sens possible (figure 32)	3 mètres avec création d'aires de croisement de 6 mètres de large. Cette bande est réalisée sur au moins 45 mètres le long de la voie par portion de 200 mètres sous réserve de la co-visibilité aux deux extrémités.



Pente	< 15%
Hauteur libre sous-ouvrage	3,5 mètres
Force portante pour un véhicule	160 kilonewtons avec un maximum de 90 kilonewtons par essieu
Résistance au poinçonnement	80 N/cm ² sur une surface minimale de 0,20 m ² .
Rayon intérieur minimal	11 mètres
Sur largeur	$S = 15/R$ dans les virages de rayon intérieur inférieur à 50 mètres.

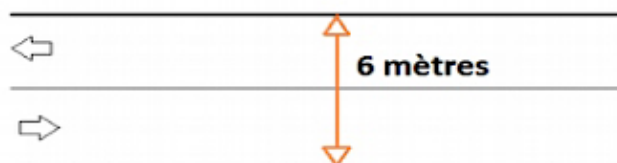


Figure 31 : Voirie au sens double de circulation

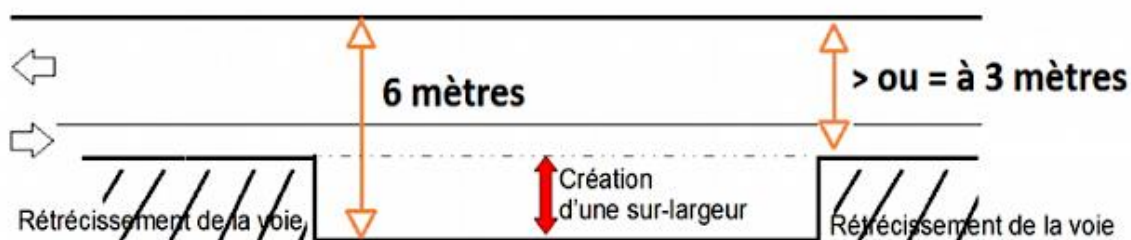


Figure 32 : Voirie sans croisement possible. Création d'une aire de croisement

5.2.2. Aires de retournement (réglementaire, PAC)

Des aires de retournement doivent être prévues à l'extrémité des voies sans issue. Il s'agit de zones dégagées prévues pour permettre aux engins de secours de faire demi-tour et de manœuvrer facilement en cas d'intervention.

Le porté à connaissance prescrit les dimensions qui suivent pour les aires de retournement (Figure 33).

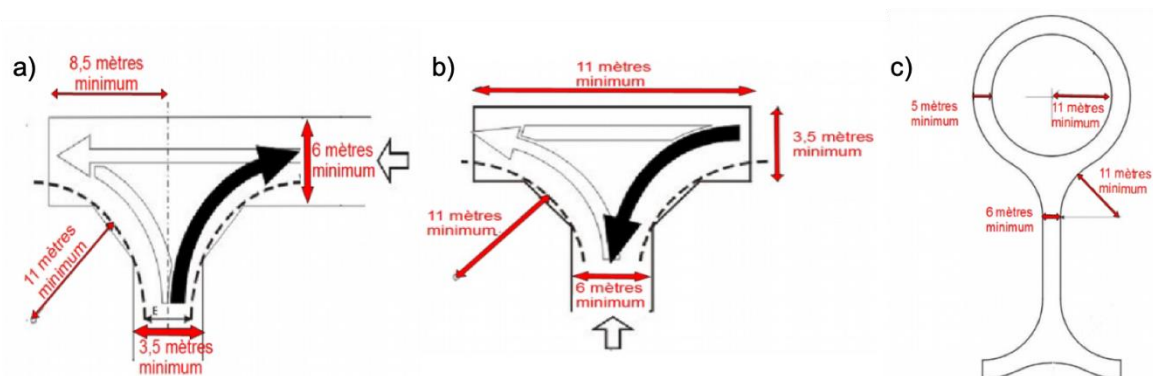


Figure 33 : Différentes formes d'aire de retournement avec une voie en impasse en forme de T (a, b) et une voie en impasse avec rond-point en bout (c)

L'ouvrage ainsi créé devra permettre le retournement d'un véhicule incendie en une seule et courte marche arrière.

5.2.3. Accès aux bâtiments et formes urbaines (réglementaire, PAC)

Le porté à connaissance indique que « les bâtiments doivent être situés à moins de 30 mètres de la voie accessible aux engins de secours. La distance maximale entre l'extrémité de la voie accessible aux engins de secours et la façade vers le massif le plus proche est de 80 mètres. ». La figure 34 récapitule la mesure.

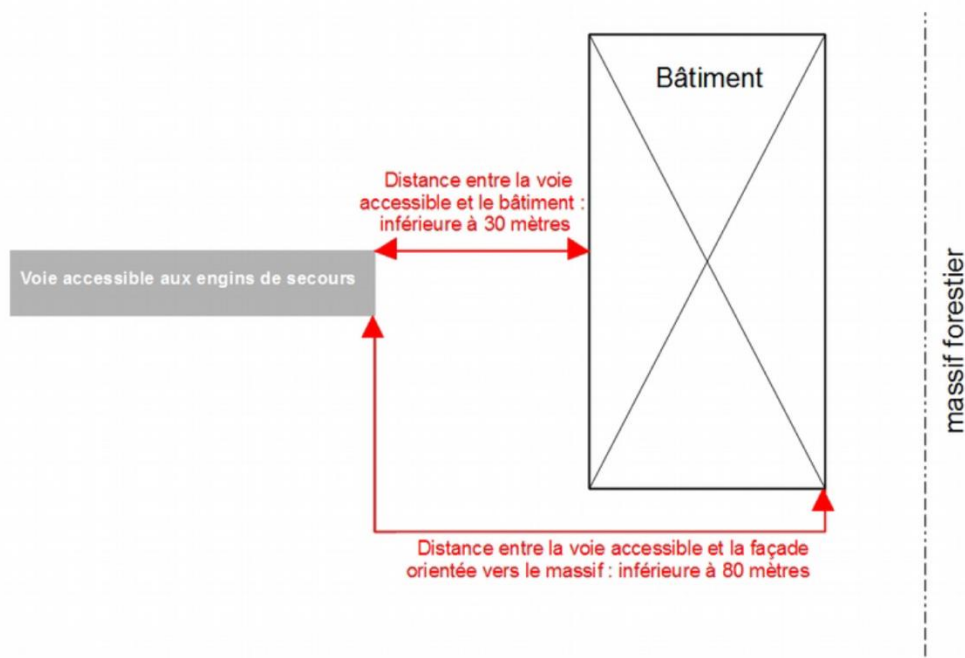


Figure 34 : Accessibilité des bâtiments aux moyens de secours

Par ailleurs, le projet devra bannir les formes urbaines les plus vulnérables (Figure 35) et privilégier les formes urbaines les moins vulnérables (Figure 36).

Il conviendra donc notamment de prévoir des voies périmétrales permettant aux secours de se positionner entre le massif et les bâtiments à protéger, selon l'un des cas A ou B dessiné Figure 36.

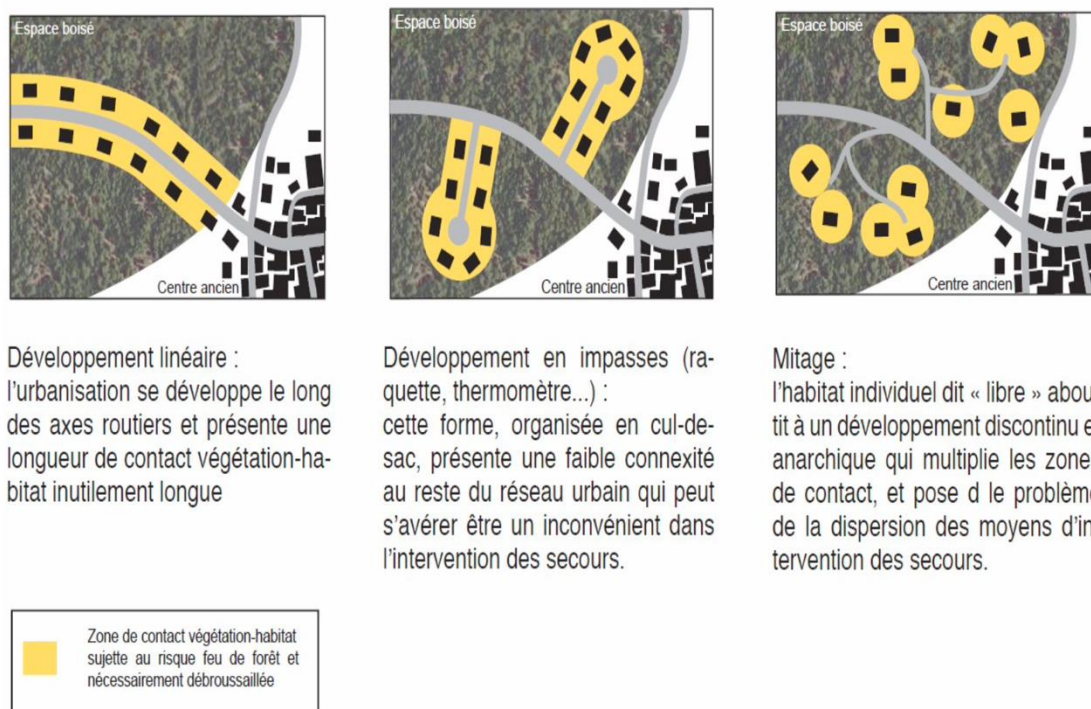


Figure 35 : Formes urbaines vulnérables⁸

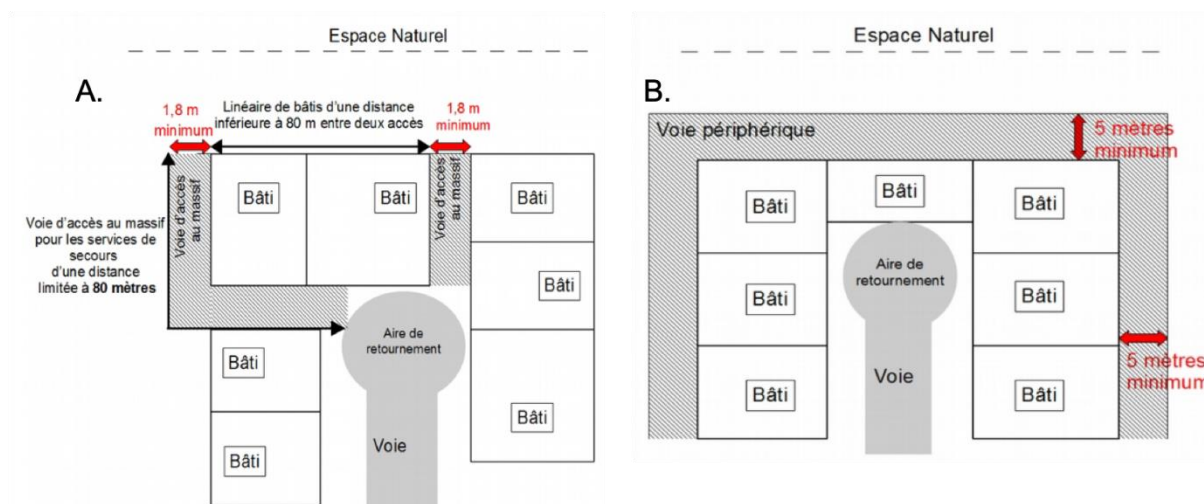


Figure 36 : Schéma des configurations en îlots résilients. A. Forme urbaine avec voie d'accès au massif ; B. Forme urbaine avec piste périmétrale de 5 mètres

5.2.4. Accès au site

Le site est équipé de trois portails d'accès. Le portail d'accès principal est électrique, gardé par un agent de sécurité. Deux autres portails permettent l'accès à l'Est et à l'Ouest. Il s'agit de portails métalliques non électriques et cadénassés.

⁸ Cerema, juillet 2018, éléments pour la rédaction des porter à connaissance de l'Etat

Afin de garantir des voies d'accès aux secours de part et d'autre du site, les portails devront être accessibles en tout temps par un chemin d'une largeur de 3 mètres minimum et équipés de serrures dont le modèle devra être approuvé par le SDIS, vraisemblablement le triangle de 11 mm de côté type « polycoise »⁹. **Recommandation validée par le SDIS en réunion le 16/01/2025**

Synthèse :

Les voiries à l'intérieur du site devront permettre le cheminement facile des secours pour accéder au plus près des bâtiments, pour en faire le tour et pour se retourner à l'extrémité des voies sans issue.

⁹ DECI des Bouches-du-Rhône, <https://pompiers13.org/wp-content/uploads/2024/05/RDDECI13-V3-17042024.pdf>



6. Préconisations

6.1. Gestion de la végétation et obligations légales de débroussaillage (réglementaire, AP2014316)

Le débroussaillage, qui est actuellement partiellement réalisé, devra être complété. Pour mener à bien cette opération, il faudra intégrer :

- ✓ Les zones où l'aléa est encore fort et dans lesquelles un travail conséquent est nécessaire ;
- ✓ Les points de vulnérabilité proches des bâtiments à protéger ;
- ✓ La spécificité des végétations sur site : pinède, ripisylve,...etc ;
- ✓ Les possibilités de valorisation financière du bois à retirer.

Il est conseillé au maître d'ouvrage de se faire accompagner pour programmer cette opération et former le personnel en charge des travaux de débroussaillage.

Synthèse : Le débroussaillage doit être complété. Le maître d'ouvrage pourra se faire accompagner pour atteindre les objectifs

6.2. Phase de travaux sur site (réglementaire, AP 13-2018)

La phase de réalisation des travaux d'aménagement du site constitue un risque d'incendie.

L'usage de matériels et engins pouvant être à l'origine d'un départ de feu par échauffement ou production d'étincelles (engins équipés de broyeur, débroussailleuses et tronçonneuses à moteur, appareils et matériels nécessaires aux travaux de découpe, de soudure et d'abrasion, groupe électrogène, etc.) dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt est régi par l'arrêté 13-2018-05-28-005¹⁰ dans les Bouches-du-Rhône.

L'application de cet arrêté est effective pendant les mois de juin, juillet, août et septembre. Elle peut être étendue en dehors de cette période en cas de circonstances exceptionnelles par arrêté préfectoral.

Le tableau 6 présente les restrictions en fonction du niveau de risque incendie.

Toutefois, si les travaux sont déclarés d'utilité publique et ne peuvent être différés en période estivale, à l'appréciation de l'autorité préfectorale, une dérogation peut être obtenue. Des mesures spécifiques de prévention et de protection devront alors être mises en place, conformément à l'annexe 2 de l'arrêté (Tableau 7).

Tableau 6 : Réglementation applicable en fonction du niveau de risque feu de forêt (AP 13-2018)

¹⁰ Arrêté 13-2018-05-28-005 relatif à la présence des personnes et l'usage de matériels ou engins pouvant être à l'origine d'un départ de feu dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_prefet_des_bdr_28052018.pdf

Niveau de risque feu de forêt	Usage de matériels ou engins pouvant être à l'origine d'un départ de feu par échauffement ou production d'étincelles
VERT	Autorisé sous réserve que la sécurité soit assurée en permanence par un dispositif de prévention et d'extinction approprié à l'appréciation du responsable.
JAUNE	Autorisé sur la plage horaire de 5 h à 13 h sous réserve que la sécurité soit assurée en permanence par un dispositif de prévention et d'extinction tel que défini en annexe 2.
ORANGE	INTERDIT
ROUGE	INTERDIT

Tableau 7 : Mesures à mettre en place en cas de dérogation pour les travaux en période à risque (AP 13-2018)

Matériels utilisés	Dispositifs de prévention et d'extinction à utiliser
Tracteur avec broyeur à lame, à chaînes ou à marteaux, broyeur à cailloux, épareuse, moissonneuse.	1 extincteur 9 kg à poudre + 1 extincteur 9 litres à eau + un dispositif d'extinction débitant au moins 40 litres d'eau par minute, composé d'un groupe moto pompe avec une réserve d'eau de 450 litres minimum, une lance à eau et une longueur de tuyau permettant d'atteindre tout point du chantier afin de traiter tout départ de feu.
Meuleuse avec groupe électrogène, tronçonneuse à béton, disqueuse, poste de soudage.	En outre, la protection des travaux sur métaux doit être assurée par des paravents et plaques anti-projection et les travaux de soudures sous bâches ignifugées.
Tractopelle, bulldozer, pelle à chenille ou à pneus, niveleuse, rouleau compacteur, camion, porte-char, grue et autre engin de chantier sans broyeur	Au minimum : 1 extincteur 9 kg à poudre + 1 extincteur 9 litres à eau
Véhicule de chantier et/ou de transport de personnels et matériels	
Groupe électrogène	Au minimum : 1 extincteur 9 kg à poudre + 1 extincteur 9 litres à eau Le groupe électrogène doit être placé sur une zone débroussaillée et exempte de végétation.
Broyeur de branches, bétonnière, moto soudeuse, engins thermiques	<ul style="list-style-type: none"> à moins de 25 m du véhicule de chantier : utilisation des extincteurs du véhicule ; à plus de 25 m du véhicule de chantier en supplément des extincteurs précédents : 1 extincteur 9 kg à poudre + 1 extincteur 9 litres à eau à proximité immédiate des ouvriers
Tronçonneuse, élagueuse ou débroussailluse	
Dispositions spécifiques pour les travaux courants des particuliers	Tuyau d'arrosage connecté à une arrivée d'eau opérationnelle et à portée de main

Il est vivement recommandé de disposer d'un téléphone en permanence sur le chantier pour alerter les secours publics sur les numéros d'urgence 18 et/ou 112.

Rappel : Il est interdit de fumer dans les espaces exposés aux incendies de forêt (Arrêté préfectoral sur l'emploi du feu du 20 décembre 2013)

Synthèse : La phase de réalisation des travaux d'aménagement du site constitue un risque de départs de feu. Les travaux devront respecter l'arrêté 13-2018-05-28-005.

6.3. Préconisations concernant le bâti

6.3.1. Bâtiments à construire et extensions (réglementaire, PAC*)

Conformément aux règles de l'art détaillées dans l'annexe C du Porter à Connaissance, et afin de réduire au maximum la vulnérabilité, les préconisations suivantes s'appliquent sur les bâtiments à construire et les extensions.

* Cette annexe du Porter à connaissance n'est pas opposable. Il ne s'agit donc pas, à proprement parler, de mesures réglementaires. Cependant, leur application étant « préconisée » par les services de l'état, elle peut conditionner la délivrance du permis de construire.

a) Toitures



Préférer les toitures en pente (tuiles ou bardeaux métalliques) aux toitures plates qui permettent l'accumulation de combustibles morts et sont plus vulnérables aux attaques de brandons.

Les toitures seront de performance Broof (t3). Cette exigence vaut également pour les panneaux photovoltaïques intégrés aux couvertures.

Pour les systèmes de toiture comportant (en particulier les couvertures par petits éléments) une couche combustible (non A1), un écran incombustible protecteur 1/2h sera mis en place, de préférence devant les éléments assurant le rôle porteur. Cet écran présentera un classement en réaction au feu M0 ou A2-s1,d0.

Les fenêtres de toit seront E30 ou équipées d'un dispositif d'occultation extérieure E30. Leurs menuiseries seront en aluminium, en acier ou en bois.

Il est interdit d'installer en toiture des lanterneaux d'éclairage zénithal ou extrémité haute de conduit de lumière.

La jonction entre la couverture et les murs extérieurs du bâtiment ne devra pas comporter d'éléments combustibles. Les matériaux impliqués dans cette jonction étanche au feu présenteront un classement en réaction au feu M0 ou A2-s1,d0.

Les parties débordantes des toitures ne devront pas présenter d'espace partiellement libre qui expose au flux thermique des éléments de toiture combustible (chevrons...).

Un habillage protecteur sera réalisé avec des éléments (lames, panneaux) en matériau A1, A2-s3,d0 , B-s3, d0 , C-s3,d0 ou en bois d'une épaisseur supérieure ou égale à 28mm.

b) Aérations

Les dispositifs d'aération seront munis extérieurement (bouche en paroi verticale) ou à leur extrémité haute libre (conduit de ventilation) d'un grillage fin métallique, voire d'une grille intumescence à petites mailles (≤ 5 mm).

c) Gouttières et descentes d'eau

Les gouttières et descentes d'eau seront constituées de matériaux ayant un niveau de réaction au feu M1 minimum et comporteront des dispositifs permettant l'élimination des végétaux (feuillages et aiguilles) à l'intérieur de ces ouvrages.

d) Divers

Les câbles apparents sont à proscrire.

6.3.2. Installations existantes

Des travaux d'amélioration sont également nécessaires sur les installations existantes afin de réduire le risque dans le cadre de l'extension des capacités du site. Ils permettront notamment de créer les « zones refuge » nécessaires au confinement du personnel. Ces travaux sont listés dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Préconisations concernant les bâtiments et installations existants

Bâtiment administratif	Entretien régulier de la végétation conformément au plan de gestion de la végétation à mettre en place (réglementaire, AP2014316)
------------------------	---

	<p>Sur la toiture, quelques mesures peuvent permettre de réduire l'exposition de la couche d'étanchéité à un feu extérieur et attaque de brandons (recommandation) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - répandre un lit de gravier sur la couche d'étanchéité, - disposer une couvertine en tôle d'acier sur les relevés de l'acrotère et la faire descendre jusqu'au lit de gravier ¹¹
Bâtiments modulaires	<p>Créer une zone dépourvue de végétation sur 3 mètres autour des algécos. Supprimer les arbustes. Supprimer toute végétation et combustible sous les algécos. (recommandation)</p> <p>Supprimer les pins situés à moins de 3 mètres de l'aplomb du toit. Nettoyer régulièrement le toit des aiguilles de pins (réglementaire, AP2014316)</p>
Stockages	<p>Les réserves extérieures et stockage de combustibles seront éloignées d'au moins 10 mètres des bâtiments. Un dispositif d'extinction de type extincteur sera présent au niveau de l'entrée de la réserve. (recommandation)</p>
Locaux techniques	<p>(recommandation)</p> <p>Remplacer les portes et les fenêtres défailantes par des portes pleines et des volets en bois à maintenir fermés.</p> <p>Obturer les trous présents en façade par des matériaux incombustibles</p> <p>Sécuriser les systèmes de désenfumage et d'aération installés sur les toitures avec la mise en place de grilles métalliques de maille < 5 mm.</p> <p>Installer des détecteurs de fumée dans les locaux où la présence de produits ou activités peuvent être à l'origine d'un départ de feu. Centraliser la détection au poste de sécurité. (Confirmé par le SDIS en réunion le 10/01/25)</p>
Cuves Propane	<p>(PAC)</p> <p>Les citernes ou réserve d'hydrocarbures liquides ou liquéfiés doivent être enfouies. Les conduites d'alimentation depuis ces citernes jusqu'aux constructions doivent être enfouies à une profondeur permettant une durée coupe-feu d'une demi-heure. Tous les éléments de l'installation devront être réalisés conformément aux prescriptions du Comité Français du Butane et du Propane.</p> <p>En cas d'impossibilité d'enfouissement des cuves, l'orifice d'emplissage et la soupape de la citerne aérienne doivent être à plus de 3 m de toute matière combustible et des haies lorsque la quantité stockée est inférieure à 3 500 kg ou 5 m lorsque cette quantité est supérieure ou égale à 3 500 kg. Les haies situées à proximité d'une citerne aérienne ne doivent par ailleurs pas dépasser 2,20 m de haut ; les citernes aériennes doivent également être entourées d'un mur d'interposition maçonné d'au moins 10 cm d'épaisseur dépassant d'au moins 50 cm la soupape et positionné à au moins 60 cm de la citerne. L'espace clos doit définir une zone minimale de 10 m². Le mur d'interposition est ouvert sur au moins 25 % de son périmètre au niveau du sol sur au moins deux côtés sur une hauteur minimale strictement supérieure à 20cm (pour permettre d'éviter l'accumulation de gaz en cas de fuite de l'installation).</p>

¹¹ Envirobatbdm, Guide construire durable en zone à risque incendie, 2016

6.3.3. Enclos et animaleries

Compte tenu de la vulnérabilité des animaux dans ces espaces, mise en lumière au chapitre 4.2, il semble nécessaire de mettre en place un système d'autoprotection. (**recommandation**)

Une étude spécifique permettra de dimensionner le système et d'en préciser le cahier des charges : débit nécessaire, nombre et position des asperseurs, automatisation et consignes de mise en route, sécurisation...etc.

Synthèse : Des mesures doivent être prises pour limiter la vulnérabilité des installations :

- ✓ Choix constructifs concernant les toitures et façades des bâtiments en projet,
- ✓ Amélioration des installations existantes,
- ✓ Système d'autoprotection des enclos et animaleries

6.4. Matrice coût-bénéfices des mesures proposées

Le Tableau 9 précise le rapport coût/bénéfices des mesures prescrites.

Tableau 9 : matrice coût-bénéfices des mesures proposées

	Bénéfices importants	Bénéfices modérés
Coût élevé 100 à 500 K€	<ul style="list-style-type: none"> • Autoprotection des enclos et volières extérieures (avec accompagnement pour le dimensionnement du dispositif) (recommandation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Autoprotection des enclos et volières extérieures (sans accompagnement pour le dimensionnement du dispositif)
Coût modéré 10 à 100 K€	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en œuvre du débroussaillage réglementaire (AP2014316) par entreprises sous-traitante • Aménagement des nouveaux bâtis en îlots résilients (PAC) • Toitures et matériaux de construction adaptés pour les bâtiments neufs (PAC) • Amélioration de la toiture et des façades du bâtiment administratif (recommandation) • Enfouissement des cuves de propane (PAC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien de la végétation de la ripisylve
Coût faible < 10 K€	<ul style="list-style-type: none"> • Formation du personnel d'entretien pour la bonne réalisation du débroussaillage (recommandation) • Abattages d'arbres (AP2014316) valorisés en filière bois • Formation à la gestion de crise des personnels (recommandation, confirmée par le SDIS en réunion le 16/01/25) • Sécuriser les réserves extérieures et bâtiments de stockage (recommandation) • Disposer des extincteurs aux emplacements les plus sensibles (proche du parking, stockage...) (recommandation) 	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptation des conditions de travaux l'été et en période à risque (AP13-2018) • Supprimer les éléments les plus vulnérables des structures modulaires (gainés PVC, gouttières...etc) (recommandation)

Annexe : références

Liens :

Arrêté préfectoral portant sur le débroussaillage et maintien en état débroussaillé des Bouches-du-Rhône (AP2014316), URL : https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/content/download/28181/167602/file/141112_AP_OLDsigne_NetB.pdf

Prescription PLUi de la Métropole en zone à risque feu de forêt, 2024 (PLUi), URL : https://plui.ampmetropole.fr/assets/documents/PLUi_CT1_L_Reglement.pdf

Porté à connaissance du risque incendie de forêt par le préfet des Bouches-du-Rhône (PAC), URL : <https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/Actions-de-l-Etat/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/La-prevention/Porter-a-Connaissance-du-risque-incendie-de-foret>

Annexe A, PAC feu de forêt Bouches-du-Rhône, mesures relatives aux infrastructures et équipements de lutte contre les incendies de forêt, https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/contenu/telechargement/22627/137581/file/20161214_annexeA_defendabilite.pdf

Annexe B, PAC feu de forêt Bouches-du-Rhône, mesures relatives aux matériaux de construction, https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/contenu/telechargement/22628/137585/file/20161214_annexeB_mesures_constructives.pdf

Annexe C, PAC feu de forêt Bouches-du-Rhône, dispositions destinées à améliorer l'auto protection des bâtiments, https://www.bouches-du-rhone.gouv.fr/contenu/telechargement/22627/137581/file/20161214_annexeA_defendabilite.pdf

RDDECI des Bouches-du-Rhône, 2024, <https://pompiers13.org/wp-content/uploads/2024/05/RDDECI13-V3-17042024.pdf>

Arrêté 13-2018-05-28-005 relatif à la présence des personnes et l'usage de matériels ou engins pouvant être à l'origine d'un départ de feu dans les espaces exposés aux risques d'incendies de forêt (AP13-2018) https://draaf.paca.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_prefet_des_bdr_28052018.pdf

Rapports/études :

Standard Fire Behavior Fuel Models: A Comprehensive Set for Use with Rothermel's Surface Fire Spread Model, Scott & Burgan (2005)

Étude de l'USDA sur les effets potentiels du changement climatique sur les zones de ripisylve dans l'Oregon, USA, 2017. https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_journals/2018/rmrs_2018_dwire_k001.pdf

Envirobatbdm, *Guide construire durable en zone à risque incendie*, 2016

MISEN, DDT 18, *Guide technique pour l'entretien des cours d'eau*, https://www.cher.gouv.fr/index.php/contenu/telechargement/6156/36555/file/plaquette_riviere_entretien.pdf

