

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique

Université Abderrahmane MIRA- Bejaia

Faculté de Technologie

Département d'Architecture



جامعة عبد الرحمان م-ق- بجاية

كلية التكنولوجيا قسم

الهندسة المعمارية



Thème :

Étude de vulnérabilité de l'habitat aux incendies de forêt
dans les interfaces habitat-foret.

« Cas d'étude : village Ayt Usalah, Toudja, Bejaia »

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master II en Architecture

« Spécialité Architecture »

« coloration : Habitat »

Préparé par :

HASSINI Radia.

| | | | |
|------------------------|-----|--|-------------------|
| Dr. MOHADEB Rachid | MCA | Département architecture de Bejaia | Président de jury |
| Dr. SARAOUI Selma | MCA | Département architecture de Bejaia | Rapporteur |
| Dr. BOUNOUNI Sofiane | MCA | Département architecture de Bejaia | Examineur |
| Mr. LAIFAOUI Abdelkrim | MCA | | Incubateur |
| | | Direction de l'environnement de Bejaia | Invité |

Dédicace

*À la mémoire de ma chère mère, **Noria**,*

Ce travail est dédié à ta mémoire. Ton départ prématuré a laissé un vide immense, mais ton amour, ton soutien et tes sacrifices ont guidé chacun de mes pas. Ta force et ta sagesse m'inspirent à chaque étape de ma vie, même après ton départ. Je te dois tout ce que je suis aujourd'hui. Repose en paix, Maman.

*À mon cher père, **Lyazid**, ainsi qu'à mes sœurs et frères,*

Votre tendresse, votre soutien indéfectible et votre amour inconditionnel m'ont insufflé la force de persévérer et de réussir. Je vous suis profondément reconnaissante pour votre présence précieuse dans ma vie.

*À mes chers amis, **Kahina, Houda, Aghiles**,*

Votre soutien, vos encouragements et votre aide m'ont portée dans les moments les plus difficiles. Je vous en serai éternellement reconnaissante.

À vous tous, merci pour votre soutien et votre amour inconditionnel. Ce travail de recherche vous est dédié, avec tout mon amour et ma gratitude éternelle.

Radia..

Remerciement

Je désire exprimer ma profonde gratitude envers le Tout-Puissant, qui m'a octroyé la force et le courage nécessaires pour mener à bien cette recherche.

*Je tiens également à adresser mes plus sincères remerciements à mes encadrants, Madame **ATTAR Salema**, Madame **LABRECHE Samia**, et Monsieur **Ahmed Motie DAICHE**, pour leur soutien inébranlable et leurs encouragements constants tout au long de cette expérience. Malgré les épreuves et les moments de découragement, leur guidance éclairée m'a permis de persévérer et de poursuivre mes recherches avec détermination.*

Par ailleurs, je souhaite exprimer ma reconnaissance envers ma propre personne pour ma persévérance, mon engagement et mon dévouement envers ce projet. Je suis empreinte d'une fierté légitime pour le chemin parcouru et je suis reconnaissante envers le travail acharné que j'ai consenti pour atteindre ce succès.

Enfin, mes remerciements s'étendent à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail de recherche.

Radia..

Résumé :

Ce travail de recherche porte sur l'étude de la vulnérabilité de l'habitat aux feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt. La problématique centrale est la conception d'un habitat résilient aux feux de forêt dans ces zones d'interface. À travers une recherche bibliographique, l'analyse d'un cas d'étude et un diagnostic approfondi, nous avons identifié les différentes interventions nécessaires pour atteindre cet objectif.

Les résultats de cette recherche suggèrent que la conception d'un habitat résistant aux feux de forêt nécessite des actions tant à l'échelle architecturale qu'à l'échelle urbaine. Cette approche permet de réduire la vulnérabilité des habitations face aux incendies. Un aménagement urbain bien pensé et l'organisation de l'environnement immédiat peuvent limiter la propagation des feux vers les habitations, tandis que le choix de l'organisation spatiale et de matériaux de construction résistants peut garantir une résistance maximale au niveau architectural.

En résumé, cette recherche souligne l'importance de prendre en compte les aspects architecturaux et urbains pour concevoir un habitat résistant aux feux de forêt dans les zones d'interface habitat-forêt.

Mots clés : Habitat, feux, forêt, vulnérabilité, interface, Ayt Usalah, résilience.

Abstract :

This research focuses on studying the vulnerability of habitats to forest fires in the wildland-urban interface. The central issue is the design of a fire-resistant habitat in these interface zones. Through a literature review, case study analysis, and an in-depth diagnosis, we have identified the various interventions necessary to achieve this goal.

The results of this research suggest that designing a fire-resistant habitat requires actions at both the architectural and urban scales. This approach helps to reduce the vulnerability of homes to wildfires. Thoughtful urban planning and the organization of the immediate environment can limit the spread of fires to homes, while the choice of spatial organization and fire-resistant construction materials can ensure maximum resistance at the architectural level.

In summary, this research highlights the importance of considering both architectural and urban aspects when designing a fire-resistant habitat in wildland-urban interface zones.

Keywords: Habitat, fires, forest, vulnerability, interface, Ayt Usalah, resilience.

ملخص :

تركز هذه الدراسة على دراسة قابلية مساكن الغابات للتعرض للحرائق في المناطق الفاصلة بين المناطق السكنية والغابات. تكمن المشكلة المركزية في تصميم مساكن مقاومة للحرائق في هذه المناطق الفاصلة. من خلال البحث الببليوغرافي، وتحليل حلة دراسية، وتشخيص معمق، تمكنا من تحديد التدخلات المختلفة اللازمة لتحقيق هذا الهدف.

تشير نتائج هذا البحث إلى أن تصميم مسكن مقاوم لحرائق الغابات يتطلب اتخاذ إجراءات على المستويين المعماري والحضري. تسمح هذه المقاربة بتقليل قابلية المساكن للتعرض للحرائق. يمكن أن يحد التخطيط الحضري الجيد وتنظيم البيئة المباشرة من انتشار الحرائق نحو المساكن، في حين أن اختيار التنظيم المكاني ومواد البناء المقاومة يمكن أن يضمن أقصى مقاومة على المستوى المعماري.

باختصار، تؤكد هذه الدراسة على أهمية مراعاة الجوانب المعمارية والحضرية عند تصميم مساكن مقاومة للحرائق في المناطق الفاصلة بين المناطق السكنية والغابات.

الكلمات المفتاحية: المسكن، الحرائق، الغابة، القابلية للتأثر، الواجهة، أيت أصلح المرونة

Table des matières :

| | |
|---|-----|
| Résumé | III |
| Abstract..... | IV |
| ملخص: | IV |
| Table des matières | V |
| Liste des figures..... | XI |
| Liste des Tableaux:..... | XIV |
| Chapitre introductif | |
| Introduction générale | 1 |
| Problématique..... | 2 |
| Hypothèses..... | 3 |
| Objectifs..... | 3 |
| Méthodologie de la recherche..... | 3 |
| La structure de mémoire..... | 4 |
| Chapitre I : L’habitat et le risque d’incendies de forêt dans les interfaces habitat-foret.... | |
| Introduction..... | 6 |
| 1 Habitat..... | 6 |
| 1.1 Définitions..... | 6 |
| 1.2 Typologies..... | 6 |
| 1.2.1 Habitat urbain..... | 6 |
| 1.2.2 Habitat rurale | 7 |
| 2 Les feux de forêts..... | 7 |
| 2.1 Définitions..... | 7 |
| 2.1.1 Feu | 7 |
| 2.1.2 L’incendie..... | 8 |
| 2.1.3 L’incendie de forêt..... | 8 |
| 2.2 Types de feu de forets..... | 8 |
| 2.2.1 Les feux de sol..... | 8 |
| 2.2.2 Les feux de surface..... | 8 |
| 2.2.3 Les feux de cimes | 9 |
| 2.2.3.1 Indépendants | 9 |
| 2.2.3.2 Dépendants..... | 9 |

| | |
|--|----|
| | 9 |
| 2.3 Les causes des feux de forêts..... | 9 |
| 2.3.1 Les causes naturelles..... | 10 |
| 2.3.2 Causes humaines..... | 10 |
| 2.3.2.1 Causes involontaires..... | 10 |
| 2.3.2.1.1 Les imprudences..... | 10 |
| 2.3.2.1.2 Les causes accidentelles..... | 10 |
| 2.3.2.2 Causes volontaires..... | 10 |
| 2.4 Les facteurs influents dans la propagation de feux..... | 11 |
| 2.4.1 Les facteurs météorologiques..... | 11 |
| 2.4.1.1 Le vent..... | 11 |
| 2.4.1.2 La sècheresse..... | 11 |
| 2.4.2 Les facteurs topographiques..... | 11 |
| 2.4.3 La végétation..... | 12 |
| 3 Les interfaces habitat foret..... | 13 |
| 3.1 Définition..... | 13 |
| 3.1.1 Interface..... | 13 |
| 3.1.2 Les interfaces habitat-forêt..... | 13 |
| 3.2 Vulnérabilité aux incendies..... | 14 |
| 3.2.1 Paramètre 01 : L'organisation spatiale de l'habitat..... | 15 |
| 3.2.1.1 L'habitat isolé..... | 16 |
| 3.2.1.2 Habitat diffus..... | 16 |
| 3.2.1.3 Habitat groupé..... | 17 |
| 3.2.1.4 L'habitat groupé comme solution pour la réduction de la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt..... | 18 |
| 3.2.2 Paramètre 02 : Caractérisation de la structure de la végétation..... | 18 |
| 3.2.2.1 Végétation arborée et arbustive continue..... | 18 |
| 3.2.2.2 Végétation arborée et arbustive éparse, discontinue..... | 19 |
| 3.2.2.3 Absence de végétation arborée et arbustive..... | 19 |
| Conclusion..... | 20 |
| Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat aux feux de forêt dans les interfaces habitat-foret..... | |
| Introduction..... | 22 |
| 1 Agir sur l'urbain..... | 22 |
| 1.1 L'organisation spatiale..... | 22 |

| | | |
|-----------|---|----|
| 1.1.1 | Éviter l'installation de nouveaux secteurs d'urbanisation dans les massifs préservés | 22 |
| 1.1.2 | Limitier les zones de contacts entre forêt et bâti en agissant sur les formes urbaines | 22 |
| 1.1.2.1 | Formes urbaine a évité..... | 22 |
| 1.1.2.1.1 | L'urbanisation linéaire..... | 22 |
| 1.1.2.1.2 | Les développements en impasses | 23 |
| 1.1.2.1.3 | Le mitage urbain..... | 23 |
| 1.1.2.2 | Forme urbaine a adopté : Forme urbaine compacte | 24 |
| 1.2 | Gestion des interfaces habitat-foret | 24 |
| 1.2.1 | Gérer les interfaces entre forêt et bâti par la création de voies périphériques.... | 24 |
| 1.2.2 | L'obligation de débroussaillage | 26 |
| 1.2.2.1 | Définition..... | 26 |
| 1.2.2.2 | La distance à respecter..... | 26 |
| 1.2.3 | Tranchées Pare Feu | 27 |
| 1.2.4 | Points d'eau..... | 28 |
| 2 | Agir sur l'habitat..... | 29 |
| 2.1 | Agir sur la forme et l'orientation | 29 |
| 2.1.1 | La forme | 29 |
| 2.1.2 | L'orientation..... | 29 |
| 2.2 | Agir sur les alentours proches de l'habitat | 29 |
| 2.2.1 | La végétation..... | 29 |
| 2.2.2 | Les haies..... | 29 |
| 2.3 | Le choix des matériaux de constructions..... | 30 |
| 2.3.1 | L'évaluation de comportement des matériaux de construction se fait à travers deux critères..... | 30 |
| 2.3.1.1 | Réaction au feu | 30 |
| 2.3.1.2 | Résistance au feu | 32 |
| 2.3.2 | Comportement au feu de matériaux | 32 |
| 2.3.2.1 | Les matériaux minéraux | 32 |
| 2.3.2.2 | Les métaux..... | 32 |
| 2.3.2.3 | Les matières plastiques..... | 33 |
| 2.3.2.4 | Le verre..... | 33 |
| 2.3.2.5 | Le bois | 33 |
| 2.4 | Agir sur les éléments constructifs de l'habitation..... | 33 |
| 2.4.1 | Les ouvertures | 33 |

| | | |
|--|--|----|
| 2.4.1.1 | Choix de type de vitrage | 33 |
| 2.4.1.2 | L'occultation des parties vitrées | 34 |
| 2.4.1.2.1 | Les volets en bois plein..... | 35 |
| 2.4.2 | Les toitures..... | 35 |
| 2.4.2.1 | La couverture | 35 |
| 2.4.2.2 | Toit terrasses | 36 |
| 2.4.2.3 | Les débords de toiture..... | 36 |
| 2.4.3 | La façade..... | 37 |
| 2.4.3.1 | Les revêtements extérieurs..... | 37 |
| 2.4.3.1.1 | Alterner les revêtements extérieurs | 37 |
| 2.4.3.1.2 | Usage de recoupement entre les étages..... | 37 |
| 2.4.3.2 | Les balcons..... | 38 |
| | Conclusion..... | 38 |
| Chapitre III : Etude empirique..... | | |
| | Introduction..... | 40 |
| 1 | Choix du cas d'étude..... | 40 |
| 2 | Présentation du cas d'étude..... | 40 |
| 2.1 | Situation géographique | 40 |
| 2.1.1 | Echelle nationale | 40 |
| 2.1.2 | A l'échelle de la wilaya..... | 41 |
| 2.1.3 | A l'échelle de la commune | 41 |
| 3 | Méthodologie..... | 42 |
| 4 | Analyse de zone d'étude | 46 |
| 4.1 | Analyse Naturelle..... | 46 |
| 4.1.1 | Facteurs météorologique..... | 46 |
| 4.1.1.1 | Les Vents dominants..... | 46 |
| 4.1.1.2 | Les précipitations | 47 |
| 4.1.1.3 | Les températures | 47 |
| 4.1.2 | Facteurs Topographiques..... | 47 |
| 4.1.3 | La végétation..... | 48 |
| | Synthèses..... | 49 |
| 4.2 | Analyse de cadre bâti..... | 49 |
| 4.2.1 | Type de cadre bâti existant | 49 |
| 4.2.2 | Evolution historique du cadre bâti..... | 50 |

| | | |
|--|--|----|
| 4.2.3 | Organisation spatiale de cadre bâti..... | 50 |
| 4.2.4 | Accessibilité..... | 51 |
| 5 | Diagnostic post-incendie..... | 53 |
| | Classification des maisons selon leurs état post-incendie..... | 53 |
| 6 | Simulation..... | 57 |
| 6.1 | Presentation de 2 exemple..... | 57 |
| | Maison A5..... | 57 |
| | Maison E10..... | 58 |
| 6.2 | Simulation Ubakus..... | 59 |
| | Synthèses..... | 60 |
| | Synthèses..... | 61 |
| 7 | Entrevue..... | 62 |
| 8 | Recommandations..... | 62 |
| | Conclusion..... | 64 |
| Chapitre IV : Projet fin d'étude..... | | |
| | Introduction..... | 66 |
| 1 | Choix de Projet fin d'étude..... | 66 |
| 2 | Motivations de Choix de site d'intervention..... | 66 |
| 2.1 | La vue..... | 67 |
| 2.2 | Accessibilité..... | 67 |
| 2.3 | La topographie..... | 68 |
| 2.4 | Les vents..... | 68 |
| 3 | Analyse des exemples bibliographiques..... | 68 |
| 3.1 | A l'échelle urbaine..... | 68 |
| 3.1.1 | Exemple 01 : La Fare-les-Oliviers..... | 68 |
| 3.1.1.1 | Présentation..... | 68 |
| 3.1.1.2 | Situation géographique..... | 69 |
| 3.1.1.3 | Danger de site..... | 69 |
| 3.1.1.4 | Actions d'intervention..... | 69 |
| 3.1.2 | Exemple 02 : Village Kayabuki no Sato..... | 71 |
| 3.1.2.1 | Présentation..... | 71 |
| 3.1.2.2 | Situation géographique..... | 72 |
| 3.1.2.3 | Danger de site..... | 72 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 3.1.2.4 | Action d'intervention..... | 72 |
| 3.2 | A l'échelle architecturale : la maison hors raison..... | 73 |
| 3.2.1 | Situation géographique | 73 |
| 3.2.2 | Présentation du projet | 73 |
| 3.2.3 | Cabinet de réalisation..... | 73 |
| 3.2.4 | Actions d'intervention pour la préservation contre le risque de site(feux de forêt) | 74 |
| 4 | Programmation..... | 77 |
| 4.1 | Programmation Urbaine | 77 |
| 4.2 | Programmation Architecturale | 78 |
| 5 | Schéma de structure existante..... | 79 |
| 6 | Schéma de principe..... | 80 |
| 7 | Scénarios..... | 81 |
| 7.1 | Sénario01 | 81 |
| 7.2 | Scénario 02 | 82 |
| 7.3 | Scenari0 retenu | 83 |
| 8 | Idéation et morphogenèse | 83 |
| 8.1 | Plan d'aménagement..... | 84 |
| 8.2 | Habitat individuel | 85 |
| 8.3 | Habitat semi-collectif | 87 |
| 8.4 | Le résumé des différentes actions anti-incendie appliquées..... | 88 |
| | Conclusion générale..... | 92 |
| | Bibliographie..... | 94 |
| | Annexe 01..... | 97 |
| | Annexe 02..... | 101 |

Liste des figures :

| | |
|---|----|
| FIGURE 1: LE TRIANGLE DE FEU. SOURCE : DAAF.PRO | 8 |
| FIGURE 2 : LES DIFFERENTS TYPES DE FEUX DE FORETS. SOURCE : (COLIN ETAL,2001) | 9 |
| FIGURE 3 : EFFET DE VENT SUR LA VITESSE DE LA PROPAGATION DE FEU. SOURCE : (COLIN ET AL,2001)..... | 11 |
| FIGURE 4 : EFFET DE LA PENTE SUR LA VITESSE DE PROPAGATION DU FEU. SOURCE : (COLIN ET AL,2001)..... | 12 |
| FIGURE 4 : LES TYPES DE L'EFFET DE LA PENTE. SOURCE : (CARBONELL ETAL,2004)..... | 12 |
| FIGURE 5 : DEFINITION DES INTERFACES HABITAT-FORET. SOURCE : (LAMPIN-MAILLET ET AL 2020) | 14 |
| FIGURE 6 : ILLUSTRATION DE DIFFERENTES TYPE DE STRUCTURE HABITAT, SOURCE : C. TAILLEUX D'APRES (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 15 |
| FIGURE 8: : LE SCHEMA REPRESENTE LA DISTANCE ENTRE LES HABITATIONS ISOLEES SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009)..... | 16 |
| FIGURE 7 : LA REPRESENTATION DE L'HABITAT ISOLE SUR LA CARTE D'INTERFACE HABITAT-FORET. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 16 |
| FIGURE 10 : LE SCHEMA REPRESENTE LA DISTANCE ENTRE LES HABITATIONS ISOLEES SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009)..... | 17 |
| FIGURE 9 : LA REPRESENTATION DE L'HABITAT DIFFUS SUR LA CARTE D'INTERFACE HABITAT-FORET. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 17 |
| FIGURE 11 : LA REPRESENTATION DE L'HABITAT GROUPE SUR LA CARTE D'INTERFACE HABITAT-FORET. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 17 |
| FIGURE 12 : IMAGE D'HABITAT GROUPE . SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 17 |
| FIGURE 13 : VEGETATION CONTINUE SOURCE : (CEMAGREF /C.LAMPIN-MAILLET)..... | 18 |
| FIGURE 14 : VEGETATION CONTINUE SOURCE (CEMAGREF /C.LAMPIN-MAILLET)..... | 19 |
| FIGURE 15 : VEGETATION CONTINUE SOURCE (CEMAGREF /C.LAMPIN-MAILLET)..... | 19 |
| FIGURE 16 : L'IMPORTANCE DES VOIES D'ENGINS DANS L'INTERFACE FORET-HABITAT. SOURCE : (CONSEIL D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT DU GARD, 2016) | 26 |
| FIGURE 17 : DISTANCE DE BROUSSAILLEMENT. SOURCE : PREVENTION-INCENDIE-FORET.COM.... | 27 |
| FIGURE 17 : DEBROUSSAILLEMENT SOURCE : PREVENTION-INCENDIE-FORET.COM..... | 27 |
| FIGURE 18 : RESUME DES ACTION D'INTERVENTION A L'ECHELLE URBAINE (SOURCE : DDT24) | 28 |
| FIGURE 19 : PROPAGATION DE FEUX PAR LES HAIE (SOURCE : A. GANTEAUME,2016)..... | 30 |
| FIGURE 20 : LA DIFFERENCE ENTRE VERRE CLASSIQUE , FEUILLETE ET TREMPE. SOURCE : VERRE-CLASSIQUE.PNG , CONSULTÉ LE 20/4/2024..... | 34 |
| FIGURE 21 : LA DEFERENCE ENTRE PARE-FLAMMES ET COUPE-FEU SOURCE : HTTPS://WWW.PARLONS-SECURITE-INCENDIE.FR LE 2/04/2024..... | 34 |
| FIGURE 22 : DETAIL DE MISE EN ŒUVRE DES VOIES EN BOIS PLEIN .SOURCE (C.JEAN-BRICE ET P. ALEXANDRA, 2016)..... | 35 |
| FIGURE 23 : TUILES CANAL SUR LES PLAQUES ONDULEES EN FIBROCIMENT SOURCE : IDEES-DE-TUILES.BLOGSPOT.COM | 36 |

| | |
|--|----|
| FIGURE 25 : ACROTERE AVEC BAVETTE EN ACIER SOURCE : FORUMCONSTRUIRE.COM/CONSTRUIRE/TOPIC-273627-GRAVIER-ROULE-SUR-MEMBRANE-TOIT-PLAT-.PHP CONSULTÉ : LE 2/04/2024 | 36 |
| FIGURE 24 : LA MISE EN PLACES DES BAVETTE D'ACIER WWW.TOLETOME.FR CONSULTÉ : LE 2/04/2024 | 36 |
| FIGURE 26 : DETAIL DE MISE EN ŒUVRE DE PROTECTION DES ABORD DE TOITURE. SOURCE (C.JEAN-BRICE ET P. ALEXANDRA, 2016) | 37 |
| FIGURE 3 : PROTECTION DES DEBORDS DE TOITURE DES FEU .SOURCE (C.JEAN-BRICE ET P. ALEXANDRA, 2016) | 37 |
| FIGURE 27 : MESURES POUR LIMITE LA PROPAGATION DE FEU AU LONG DE LA FAÇADE. WWW.VRB-NORD.COMGES CONSULTÉ : LE 2/04/2024..... | 37 |
| FIGURE 29 : BALCON EN CAILLEBOTTIS EN ACIER GALVANISÉ SOURCE : WWW.ARCHIEXP.FR ,CONSULTÉ : LE 2/04/2024 | 38 |
| FIGURE 28 : BALCON AVEC STRUCTURE METALLIQUE SEPARÉ DE LA CONSTRUCTION SOURCE : PINTEREST | 38 |
| FIGURE 30 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE BEJAIA ; SOURCE : WWW.ALGERIE360.COMCONSULTÉ LE 3/01/2024..... | 41 |
| FIGURE 31 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA COMMUNE DE TOUDJA; SOURCE: PINTEREST, CONSULTÉ LE 3/01/2024 | 41 |
| FIGURE32: SITUATION GEOGRAPHIQUE DU VILLAGE AYTUSALAH. GOOGLE MAPS 2024 | 42 |
| FIGURE 4: LES VENTS DOMINANTS . GOOGLE EARTH 2024 | 46 |
| FIGURE33 : COUPE TOPOGRAPHIQUE DU VILLAGE AYTUSALAH SOURCE : GOOGLE EARTH 2024 | 48 |
| FIGURE 35 : VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 49 |
| FIGURE34 : LES ETENDUS BOISÉES AUTOUR LE VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE: GOOGLE MAPS 2023..... | 49 |
| FIGURE 36 : CARTE DE L'HABITAT DE VILLAGE AYTUSALAH.SOURCE : AUTEUR 2023 | 50 |
| FIGURE 39 : ACCESSIBILITÉ AU VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE : GOOGLE EARTH 2024 | 51 |
| FIGURE 40 : QUALITÉ DES VOIES DE VILLAGE AYTUSALAH , SOURCE : GOOGLE EARTH : 2024 | 51 |
| FIGURE 41 : COMPARAISON ENTRE LA VUE AÉRIENNE DE VILLAGE AYTUSALAH AVANT ET POST-INCENDIES . (SOURCE : GOOGLE EARTH) | 52 |
| FIGURE 43 : CARTE DE CLASSIFICATION DES MAISONS SELON LEUR ÉTAT POST-INCENDIE. SOURCE : AUTEUR, 2024. | 54 |
| FIGURE 44 : TERRAIN D'INTERVENTION. SOURCE : GOOGLE EARTH 2023..... | 67 |
| FIGURE 46 : VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE : GOOGLE EARTH 2023 | 67 |
| FIGURE 45 : VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE AUTEUR | 67 |
| FIGURE 47 : ACCESSIBILITÉ AYTUSALAH.SOURCE : GOOGLE EARTH 2023..... | 67 |
| FIGURE 48 : COUPE TOPOGRAPHIQUE DE VILLAGE AYTUSALAH. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 68 |
| FIGURE 49 : VILLAGE LA FARE-LES-OLIVIERS SOURCE WWW.LAFARELESOLIVIERS.COM..... | 69 |
| FIGURE 50: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE VILLAGE LA FARE-LES-OLIVIERS..... | 69 |
| FIGURE 51 : FEUX DE FORÊT A LA FARE-LES-OLIVIERS | 69 |
| FIGURE 52: ZONE TAMPON LE VILLAGE FARE-DES OLIVIERS. SOURCE : GOOGLE EARTH 2024. | 70 |
| FIGURE 53 : COUPE SCHEMATIQUE DE LA ZONE TAMPON SOURCE: (JEAN LABADIE, 1994)..... | 71 |

| | |
|---|----|
| FIGURE 54: VILLAGE KAYABUKI NO SATO A JAPON. SOURCE : WWW.JAPAN-EXPERIENCE.COM | |
| | 71 |
| FIGURE 55: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE VILLAGE. SOURCE : GOOGLE MAPS , 2024..... | 72 |
| FIGURE 56: SYSTÈME D'IRRIGATION DE VILLAGE. SOURCE : WWW.ODDITYCENTRAL.COM..... | 72 |
| FIGURE 57: SYSTÈME D'IRRIGATION DE VILLAGE. SOURCE : | |
| LECOQETLE CERISIER. WORDPRESS.COM..... | 72 |
| FIGURE 58: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE PROJET GOOGLE MAPS : 2024..... | 73 |
| FIGURE 59: SCHEMA DE STRUCTURE EXISTANT, SOURCE : AUTEUR 2024 | 79 |
| FIGURE 60: SCHEMA DE PRINCIPE. SOURCE : AUTEUR 2024. | 80 |
| FIGURE 61: SCENARIO 01. SOURCE : AUTEUR 2024. | 81 |
| FIGURE 62: 3D SCENARIO 01. SOURCE : AUTEUR 2024. | 81 |
| FIGURE 63: SCENARIO 02. SOURCE : AUTEUR 2024. | 82 |
| FIGURE 64: 3D SCENARIO 02. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 82 |
| FIGURE 65: SCENARIO 03. SOURCE : AUTEUR 2024. | 83 |
| FIGURE 66: 3D SCENARIO 03. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 84 |
| FIGURE 67: CROQUIS VUE DE CIEL DE LA DISPOSITION DES HABITATION INDIVIDUELLES . | |
| AUTEUR : 2024..... | 85 |
| FIGURE 68: DEVELOPPEMENT DE LA FORME DE L'HABITAT INDIVIDUEL . AUTEUR : 2024..... | 85 |
| FIGURE 69: CROQUIS HABITAT INDIVIDUEL. AUTEUR 2024. | 86 |
| FIGURE 70: ESQUISSE PLAN HABITAT INDIVIDUEL . SOURCE : AUTEUR 2024. | 87 |
| FIGURE 72: CROQUIS HABITAT SEMI COLLECTIF. SOURCE : AUTEUR 2024. | 87 |
| FIGURE 73: ESQUISSE PLAN RDC HABITAT SEMI-COLLECTIF. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 88 |
| FIGURE 74: ESQUISSE PLAN RDC HABITAT SEMI-COLLECTIF. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 88 |

Liste des Tableaux:

| | |
|---|----|
| TABLEAU 1 : LES CRITERES SPATIAUX DE L'HABITAT ISOLE. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 16 |
| TABLEAU 2 : LES CRITERES SPATIAUX DE L'HABITAT ISOLE. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 17 |
| TABLEAU 3 : LES CRITERES SPATIAUX DE L'HABITAT GROUPE. SOURCE : (C.LAMPIN-MAILLET .2009) | 18 |
| TABLEAU 4 : LES FORMES URBAINES A EVITER . SOURCE : (CONSEIL D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT DU GARD, 2016) | 23 |
| TABLEAU 5 : LE CLASSEMENT DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION SELON NORME EUROPEENNE EN 13501-1 SOURCE : INFORMATIONS.HANDICAP.FR..... | 31 |
| TABLEAU 6 : LE CLASSEMENT DES MATERIAUX DE CONSTRUCTION SELON LA NORME FRANÇAISE P. 92.507 SOURCE : INFORMATIONS.HANDICAP.FR..... | 31 |
| TABLEAU 7 : LES ETAPES D'USAGE DE LOGICIEL UBAKUS, SOURCE : AUTEUR 2024..... | 44 |
| TABLEAU 8 : ETAPES D'USAGE DE LOGICIEL PYROSIM..... | 45 |
| TABLEAU 9 : COMPARAISON DES TAUX DE PRECIPITATION EN JUILLET A BEJAIA AU COURS DES DIX DERNIERES ANNEES. SOURCE : FR.WEATHERSPARK.COM..... | 47 |
| TABLEAU 10 : COMPARAISON DES TAUX DE PRECIPITATION EN JUILLET A BEJAIA AU COURS DES DIX DERNIERES ANNEES. SOURCE : FR.WEATHERSPARK.COM..... | 47 |
| TABLEAU 11 : ETUDE DES PATHOLOGIES POST-INCENDIE SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 54 |
| TABLEAU 12 : PRESENTATION D'EXEMPLE 01. SOURCE : AUTEUR 2024..... | 57 |
| TABLEAU 13 : PRESENTATION D'EXEMPLE 01. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 58 |
| TABLEAU 14 : ETUDE UBAKUS. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 60 |
| TABLEAU 15 : ETUDE PYROSIM. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 61 |
| TABLEAU 16 : ANALYSE DE LA MAISON HORS RAISON. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 74 |
| TABLEAU 17 : PROGRAMMATION URBAINE. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 78 |
| TABLEAU 18 : PROGRAMMATION ARCHITECTURALE. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 78 |
| TABLEAU 19 : ACTIONS ANTI-INCENDIE APPLIQUEES. SOURCE : AUTEUR, 2024..... | 88 |

CHAPITRE INTRODUCTIF

INTRODUCTION GENERALE :

Les incendies de forêts sont imposés comme l'une des principales causes de perte de couvert forestier à l'échelle mondiale. Chaque année, des milliers d'hectares de forêts se détériorent, ce qui entraîne la perte de centaines de vies humaines et laisse des centaines de personnes sans abri. Selon des études récentes, le taux d'incendies est actuellement deux fois plus élevé qu'au début du siècle en grande partie en raison des changements climatiques provoqués par le réchauffement climatique et l'effet de serre.

Traditionnellement les incendies de forêts sont considérés comme une catastrophe naturelle, cependant les statistiques ont montré que « 95 % des incendies de forêt sont liés à des activités humaines » (C. Lampin-maillet, 2020, P.5). A partir de ce constat des études ont été menées et approuvées que le déclenchement de feux se fait généralement dans des interfaces ou des zones boisées se côtoient avec des zones habitées. Ces aléas sont nommées des interfaces habitat-foret. « La forte concentration d'interfaces habitat-foret dans un espace donné peut influencer la fréquence d'incendies à cause du contact permanent des habitants avec la végétation environnante ». (H. Belkaida et P. Carrega, 2012, P.1)

Les pays du bassin méditerranéen forment un milieu favorable aux incendies de forêt. Notamment pour leur climat chaud et tempéré, leur nature topographique accidentée, mais aussi en grande partie pour l'abondance des interfaces habitat-foret.

En l'Algérie, ce phénomène d'incendies est aggravé depuis les années 70. Environ 1470 incendies sont signalés annuellement, principalement concentrés dans sa partie nord (Arfa et al, 2008).

La wilaya de Bejaia est fréquemment touchée par les incendies de forêt. D'après les statistiques de la protection civile durant l'été 2023 seulement, une estimation totale de 41 000 hectares a été dévastée résultant de 800 incendies (source : Annexe 2). Les zones ravagées sont des zones rurales entourées par des forêts. 1 500 personnes ont été évacuées de leurs villages et ont perdu leurs habitations.

Cela nous incite à réaliser cette recherche pour mettre en question la vulnérabilité de l'habitat vis-à-vis les feux de forêts dans les interfaces habitat-foret. Notre étude est structurée sous forme de quatre chapitres comme suit :

Le premier chapitre a pour objectif de cerner la thématique de recherche sur ses différents aspects. Dans un premier temps, nous procéderons à une définition exhaustive de l'habitat et ces différentes typologies. En second lieu nous explorons le phénomène des feux de

Chapitre Introductif

forêt. Ensuite nous établirons le lien entre ces deux aspects en examinant le risque d'incendies dans les interfaces habitat-foret ainsi que la vulnérabilité de l'habitat dans ces régions.

Le deuxième chapitre met en lumière les différentes stratégies visant à réduire la vulnérabilité de l'habitat aux feux de forêt dans ces régions, à deux niveaux distincts : sur une l'échelle urbaine et ensuite sur une échelle architecturale.

Dans le troisième chapitre nous allons analyser un cas d'étude sur la wilaya de Bejaia qui présente un village sous forme d'interface habitat-Forêt récemment exposé à un intense incendie de forêt. Afin de tester la vulnérabilité de l'habitat vis-à-vis les feux de forêt et ressortir les différents dommages causés pour ensuite proposer des recommandations.

Dernièrement, dans le quatrième chapitre nous allons analyser des exemples bibliographiques internationaux sur deux échelles : échelle urbaine : des exemples des villages déjà exposés aux incendies et les différentes interventions faites pour réduire leurs vulnérabilité, puis un autre exemple sur l'échelle architecturale d'un habitat situé dans une forêt résistant aux feux. D'après cette analyse nous allons réaliser un projet de groupement d'habitat dans une interface habitat-foret résistant au feu de forêt en tenant en lumière les différentes mesures à prendre en considération et les aspects architecturaux visant à réduire la vulnérabilité de l'habitat au feu de forêt.

Problématique:

Les interfaces habitat-foret présentent des zones très susceptibles aux incendies de forêt. Cela du au contact permanent entre l'homme et la végétation. Les habitations situées à proximité des forêts, ainsi que leurs occupants, sont constamment menacés par le danger des feux de forêt, qui se déclenchent souvent dans la végétation environnante.

En Algérie ces zones d'interfaces présentent le plus souvent des régions rurales conçues d'une manière aléatoire et sans réflexion au danger de site. Les habitations sont ordinaires et ne présentent aucune spécificité pour faire face aux incendies de forêt.

Cela nous incite à se pencher dans la réflexion autour des questions suivantes :

- Comment peut-on concevoir des habitations dans les interfaces habitat-foret susceptibles aux feux de forêt tout en les protégeant du risque de site?
- Quelles sont les mesures à prendre sur l'échelle urbaine pour préserver les groupements d'habitat dans les interfaces habitat-foret du danger de site?
- Quelles sont les mesures à prendre sur l'échelle architecturale pour protéger les habitations dans les interfaces habitat-forêt des feux de forêt ?

Chapitre Introductif

Hypothèses :

- Agir sur l'organisations spatiales de l'habitat dans ces interfaces habitat foret
- Construire d'habitations résistante aux feux en utilisant des matériaux de constructions avec une haute résistance au feux
- Réfléchir sur la conceptions des déférents éléments constructifs dans l'habitat d'une manière à assurer son rigidité face au feu.
- Agir sur l'enivrement proche de l'habitat en diminuant tous combustible peut être facteur de propagation de feu

Objectifs :

- Trouver l'organisation spatiale adéquate de l'habitat dans les interfaces habitat foret.
- Construire des habitations résistantes aux feux dans les interfaces habitat-foret.
- Limiter l'impact réciproque entre l'habitat et la foret.

Méthodologie de la recherche :

Pour atteindre les objectifs définis et répondre à la problématique soulevée, notre démarche reposera sur trois étapes principales :

La première phase de cette étude consistera en une revue de la littérature scientifique et technique concernant les incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt. Cela impliquera la lecture d'ouvrages, de travaux de recherche, d'articles, de thèses, etc. Cette revue permettra de comprendre les différents aspects clés de ce phénomène, y compris les causes, les dynamiques, les impacts et les stratégies de gestion. Nous examinerons également les pratiques de conception d'habitat dans ces zones à risque, en mettant en lumière les approches innovantes et les stratégies de prévention existantes. Cette étape sera cruciale pour établir une base solide de compréhension des enjeux et des défis associés à la cohabitation humaine dans des environnements forestiers susceptibles aux incendies.

La deuxième phase sera une étude empirique visant à examiner la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt à travers un cas d'étude déjà exposé à un tel événement. Dans un premier temps, nous réaliserons un diagnostic post-incendie au niveau du cas d'étude choisi afin de classer les différents dommages à l'échelle du village et à l'échelle architecturale des habitations. Ensuite, une étude quantitative sera effectuée à travers un travail de simulation avec

Chapitre Introductif

des logiciels afin d'examiner la résistance des matériaux utilisés dans le cas d'étude aux feux de forêt. Enfin, une étude qualitative sera menée à travers des entretiens avec les habitants des constructions déjà exposées aux feux afin de recueillir des informations sur la vulnérabilité de leurs constructions et les risques qu'ils encourent en tant qu'habitants à proximité de la forêt. Ces informations seront utilisées pour proposer des recommandations visant à améliorer la résistance des habitations aux feux de forêt dans les interfaces habitat-foret.

Enfin, nous analyserons des exemples existants de constructions dans des interfaces habitat-forêt résistantes aux feux afin de prendre en compte leurs caractéristiques dans la réalisation de notre projet de fin d'études, qui consistera à concevoir un ensemble d'habitats résistant aux feux de forêt dans une interface habitat-forêt.

**CHAPITRE I : L'habitat et le risque
d'incendies de forêt dans les interfaces
habitat- forêt.**

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

Introduction :

L'habitat présente initialement un abri qui vise à protéger l'homme de son environnement naturel et des diverses menaces qu'il implique. Parmi ces risques, on trouve les incendies de forêts sont de plus marquantes, ravagent chaque année des milliers d'hectares et détruisent de centaines d'habitations causant ainsi de nombreuses pertes humaines. Ce phénomène est spécifiquement lié aux interfaces habitat-forets qui « *forment des espaces de transition entre un espace forestiers et l'espace habiter* » (Colin et al,2001). Ces interfaces présentent généralement dans les zones rurales, où l'habitat rural est le plus exposé à ce type de danger.

Dans ce chapitre nous allons parler de l'habitat et ces typologies, des feux de forêts et finalement d'habitats menacer par les feux de forêt à travers la notion d'interfaces habitat-forêt.

1 Habitat:

1.1 Définitions :

Etymologie : " *Le mot "habitat" appartient au vocabulaire de la botanique et de la zoologie ; il indique d'abord, vers 1808, le territoire occupé par une plante à l'état naturel, puis vers 1881, le "milieu" géographique qu'adapté à la vie d'une espèce animale ou végétal e, ce que nous désignons dorénavant par " niche écologique". Au début du XX e siècle, cette acception est généralisée au "milieu " dans lequel l'homme évolue. Enfin, dans l'entre-deux-guerres, on dira "habitat" pour " conditions de logement".*" (Paquot. Th, 2005, p49)

L'habitat est l'ensemble de faits géographiques relatifs à la résidence de l'homme (forme, emplacement, groupement des maisons, etc.). Larousse

1.2 Typologies :

Les typologies d'habitat se distinguent selon le contexte d'étude. Dans notre cas nous parlons des typologies d'habitat en fonction de leur localisation géographique. Nous identifions ainsi deux types d'habitat :

1.2.1 Habitat urbain :

Représente toutes habitations situées dans un milieu urbain, au cœur de la ville.

L'habitat urbain est désormais présent dans la majorité des pays en développement. Il est destiné à des activités résidentielles dans un espace urbain, suivant des modalités variées de consommation, d'occupation du sol, et de construction. Cet habitat se caractérise par une utilisation intensive de la surface urbanisée et par une organisation complexe des objectifs et des espaces construits. (J. Claude Bolay , 1999).

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

1.2.2 Habitat rurale :

Se développe hors des zones urbanisées. Représente à la fois une unité spatiale et sociale, se manifeste à travers des différents types d'habitation, cadres et modes de vies, activité et intérêts des communautés paysannes et rurales (Bourafa, 2012)

Selon René Lebeau (2004), « c'est le mode de répartition des maisons paysannes à

L'intérieur d'un finage donné compris comme le territoire sur lequel un groupe rural, une communauté de paysans, s'est installé pour le défricher et le cultiver, sur lequel il exerce des droits agraires ».

L'habitat es milieux peuvent être définis comme étant des territoires dont le paysage, l'architecture et l'utilisation du sol sont divers et s'écartent des idéaux types du rural et de l'urbain.

2 Les feux de forêts :

2.1 Définitions :

2.1.1 Feu :

Combustion dégageant de la chaleur et de la lumière. (dictionnaire.com/définition/feu")

Le feu est une réaction chimique exothermique qui se produit lorsqu'une substance combustible réagit avec un comburant, comme l'oxygène, en dégageant de la chaleur, de la lumière et des gaz de combustion. ([feu / Définition FEU \(le-dictionnaire.com\)](http://le-dictionnaire.com)).

Pour qu'un feu de forêt se déclenche, il faut que trois paramètres fondamentaux soient en présence : le combustible, le comburant et la chaleur. Ces trois paramètres sont représentés dans le triangle du feu. (CARBONELL, 2004)

- Le combustible est celui qui va se retrouver dégradé par la réaction ; il peut être solide (bois, papier, charbon, etc.), liquide (essence, huile, etc.) ou gazeux (gaz naturel, butane, etc.)
- Le comburant est en général du dioxygène ; privé de dioxygène, le feu s'éteint
- L'énergie d'activation peut être une flamme, une étincelle, un arc électrique, etc.

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-foret.

- Les radicaux sont des molécules intermédiaires, produites par la réaction chimique et à l'origine de la réaction en chaîne qui entretient le feu. futura-sciences.com



Figure 1: Le triangle de feu. Source : daaf.pro

2.1.2 L'incendie :

- Grand feu qui, en se propageant, cause des dégâts importants. Le robert
- Un incendie est un phénomène qui échappe au contrôle de l'Homme, tant en durée qu'en étendue. (MEDD, 2002)

2.1.3 L'incendie de forêt :

Est un phénomène physico-chimique accompagné d'une émission de chaleur et se devise en trois phases :

- Évaporation de l'eau contenue dans le combustible.
- Émission de gaz inflammables par pyrolyse.
- Inflammation. (MEDD, 2002)

2.2 Types de feu de forêts :

L'incendie peut prendre diverses apparences selon le climat et type de végétation :

2.2.1 Les feux de sol :

Brulent la matière organique de la litière et de l'humus qui se trouve au-dessous sans produire de flamme apparente. Ils peuvent pénétrer profondément dans des dépôts organiques et arriver à plusieurs dizaines de centimètres sous la surface. Ce type de feu est rare dans les régions méditerranéennes. (Colin et al. 2001)

2.2.2 Les feux de surface :

Consument brûlent les couches inférieures et les proches au sol (litière, tapis herbacé, broussailles). Ils présentent le type de feu le plus fréquent. Ils se propagent rapidement, en dégageant beaucoup de flammes et de chaleur. (Colin et al. 2001)

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

2.2.3 Les feux de cimes :

Brulent les houppiers en formant des couronnes de feu et se propagent très rapidement et libèrent des grandes quantités d'énergie. (C. Lampin-Maillet, 2009) et se divisent en deux types :

2.2.3.1 Indépendants :

Ils se propagent dans les cimes sans dépendre du feu de surface.

2.2.3.2 Dépendants :

Ils se maintiennent dans les cimes grâce à la chaleur diffusée par le feu de surface. Dans le cas où ils contribuent moins à la propagation que le feu de surface qui les accompagne, ils restent inactifs et actifs dans le cas contraire. (Colin et al. 2001)

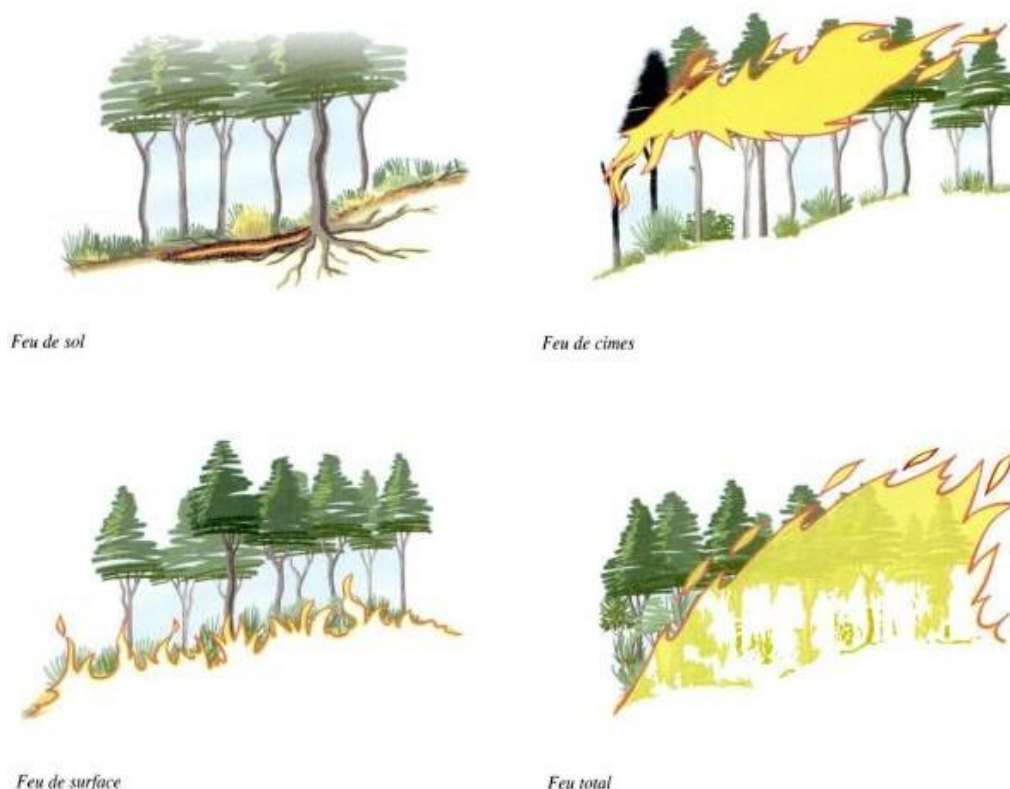


Figure 2 : Les différents types de feux de forêts. Source : (Colin et al, 2001).

2.3 Les causes des feux de forêts :

Les feux de forêt sont l'un des mécanismes naturels régulateurs intrinsèques que la terre utilise pour préserver l'équilibre écologique et la biodiversité, ils favorisent par exemple la régénération des écosystèmes en éliminant la végétation morte, en libérant des nutriments dans le sol et en ouvrant des habitats pour de nouvelles espèces.

Cependant aujourd'hui seulement moins de 10% de feux de forêt sont déclenchés par des causes naturelles, en revanche la plupart d'entre eux renvoient à des causes humaines.

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-foret.

2.3.1 Les causes naturelles :

La végétation ne peut pas s'enflammer spontanément, même par forte sécheresse. Dans le bassin méditerranéen la seule cause naturelle connue est la foudre, mais qui est relativement rare en région méditerranéenne ou il ne concerne que 1 à 5% des cas d'incendies, contrairement en forêt boréale.

Cependant, exceptions peuvent toutefois être observées, notamment en Espagne, où, dans certaines régions, la foudre représente 30 % des départs de feu (Aragon : 38% et Castille-la Manche : 29%).

Les éruptions volcaniques, bien que rares, peuvent également déclencher des incendies de forêt. Ce phénomène est cependant exceptionnel dans le Bassin Méditerranéen. (Colin et al, 2001)

2.3.2 Causes humaines :

Les causes humaines sont souvent les principaux déclencheurs des incendies de forêt, en fonction de leur caractère intentionnel ou non se divisant en deux catégories :

2.3.2.1 Causes involontaires :

Elles présentent les causes principales pour la plupart des pays de la région méditerranéenne.

➤ On distingue deux types :

2.3.2.1.1 Les imprudences :

Les imprudences de toutes sortes (travaux ou brûlages incontrôlés, fumeurs, campeurs, enfants, ...) sont majoritaires en nombre (42 %) et en surface (36 %). Beaucoup de ces feux ont lieu en hiver (brûlages agricoles), et ne s'étendent pas. (Allexandrain, Gouiran.1990)

2.3.2.1.2 Les causes accidentelles :

(Lignes électriques, dépôts d'ordures,) viennent en deuxième position avec 19 % des éclosions et 27 % des dégâts. (Allexandrain, Gouiran.1990)

2.3.2.2 Causes volontaires :

Les incendies volontaires peuvent être résulter d'actes criminels tels que la pyromanie qui se définit selon Larousse comme (*une Impulsion obsédante qui pousse certaines personnes à allumer des incendies*), ou même des actes délibérés de vandalisme. Ces feux sont

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

délibérément allumés par des individus dans le but de causer des dommages matériels, des blessures ou de semer le chaos. Les motivations derrière ces actes peuvent être variées, allant de la vengeance personnelle à des motivations politiques ou idéologiques.

2.4 Les facteurs influents dans la propagation de feux :

2.4.1 Les facteurs météorologiques :

2.4.1.1 Le vent :

Le vent présente l'un des facteurs majeurs de la propagation des feux, il renouvelle l'oxygène de l'air dans l'atmosphère et réduit l'angle entre les flammes. La vitesse du vent impact directement sur la vitesse de propagation du feu, tandis que sa direction détermine la forme finale du feu par rapport à son point de départ. (Colin et al,2001)



Figure 3 : effet de vent sur la vitesse de la propagation de feu. Source : (Colin et al,2001).

2.4.1.2 La sécheresse :

Peut-être causée par une combinaison de facteurs, notamment une diminution de la pluviométrie, la capacité limitée du sol et du sous-sol à retenir l'eau, et des conditions météorologiques comme la chaleur et le vent qui favorisent l'évaporation. Ces conditions peuvent augmenter le risque de feux de forêts en asséchant le combustible végétal et en rendant les écosystèmes plus vulnérables aux incendies.

2.4.2 Les facteurs topographiques :

Influence significativement la vitesse et la direction de propagation du feu en modifiant la dynamique des flux de chaleur et de gaz chauds. Une pente plus raide favorise une propagation plus rapide du feu en concentrant le rayonnement thermique et en augmentant les flux de gaz chauds vers l'avant du front de flammes.



Figure 4 : effet de la pente sur la vitesse de propagation du feu. Source : (Colin et al,2001).

- Et selon la direction de feu on peut distinguer :
- **Un feu ascendant** : plus la pente est raide, plus qu'il se propage rapidement, car les transferts thermiques par rayonnement deviennent plus efficaces. (MEDD, 2002)
 - **Un feu descendant** : a une vitesse plus au moins ralentie, cependant son risque réside dans sa manière qu'il saute d'une pente à une autre, on parle alors de saute de feu. (MEDD, 2002)

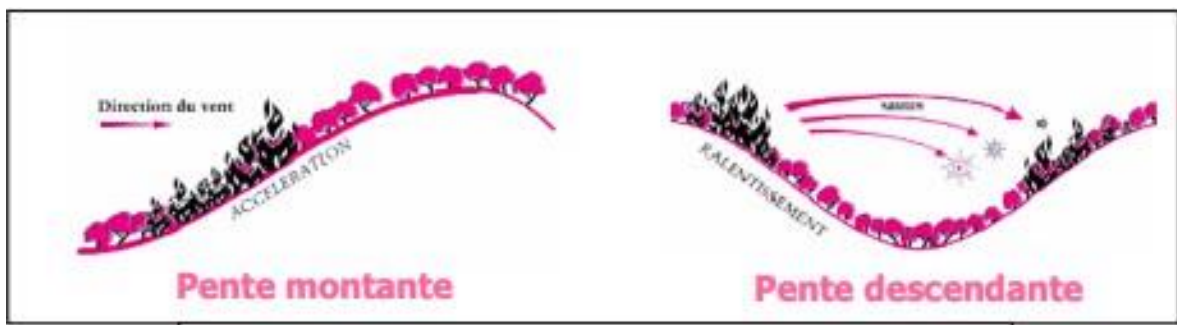


Figure 4 : les types de l'effet de la pente. Source : (Carbonell et al,2004)

2.4.3 La végétation :

La végétation est un facteur très influent sur les incendies de forêt, parmi les paramètres qui indiquent l'état de la végétation on trouve sa teneur en eau. Malgré que dans certaines conditions cela n'impact pas sur la propagation. En effet la teneur en eau n'a pas une influence directe sur la température atteinte au sein de combustible cependant le taux de combustion augmente lorsque la teneur en eau diminue et elle diminue lorsque la teneur en eau augmente.

Le type de combustible est aussi un paramètre très fréquemment rencontré dans la propagation des feux.

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

La quantité de combustible disponible, phytovolume ou phytomasse, présente aussi un paramètre crucial dans la propagation des feux. Il influence notamment la quantité de chaleur dégagée et la puissance du front de feu. (Carbonell et al, 2004)

3 Les interfaces habitat forêt :

3.1 Définition :

3.1.1 Interface :

La notion d'interface est relativement récente issue à l'origine du domaine de la physique. Elle représente le point de contact entre au moins deux objets de natures différentes. Ce terme a ensuite été adopté par d'autres disciplines, notamment la biologie, qui considère la membrane cellulaire comme une interface. Elle y est décrite comme « un sous-système doté d'une structure, réseau de processeurs et assurant des activités spécifiques de transfert et de codage en général » (Le Moigne, 1994). Tandis qu'en informatique les interfaces web sont un moyen d'échange d'informations. (Groupe de recherches « interfaces », 2008)

En géographie comme été expliqué par Lampin-Maillet « *Dans un espace géographique formé d'unités spatiales détaillées et de nature différentes, les territoires sont constitués d'espaces différenciés. Contigus, sont qualifiés de « discontinus », formant ainsi une discontinuité. Les discontinuités mises en évidence, de type surfacique, peuvent être par ailleurs des zones privilégiées d'échange, des zones d'interaction entre deux systèmes, système anthropique et système naturel, des zones « de transition, brutale ou progressive entre deux systèmes dissemblables » (Carroué et al., 2002). Elles peuvent alors être définies comme « interfaces », au sens de l'article du Groupe de recherches « interfaces » (2008) ».*

3.1.2 Les interfaces habitat-forêt :

Forment des espaces de transition entre un espace forestier et l'espace habité présente ainsi une zone de liaison entre ces deux différents espaces, marquant une rupture plus ou moins brusque dans le territoire dont une partie est dominée par le processus anthropique et une autre dominée par des processus naturels. (Lampin-Maillet et al 2020)

« L'interface habitat-forêt est désormais le plus communément définie comme une zone où des dispositifs de développement humain se mélangent avec la végétation naturelle, comme une aire où les habitations ou autres activités humaines sont situées dans ou au contact d'une végétation combustible. » (Marielle. J et al 2011 P2)

➤ Selon Lampin-Maillet, l'interface habitat-forêt est délimitée par l'espace inscrit dans un rayon de 100 m (figure 6) des bâtisses de type résidentielle qui se situent à moins de 200 m du forêt qu'elles soient occupées d'une manière permanente ou

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

temporaire (donc toute construction à vocation commerciale ou industrielle ou agricole ou édifices publics est soustraite de cette définition).

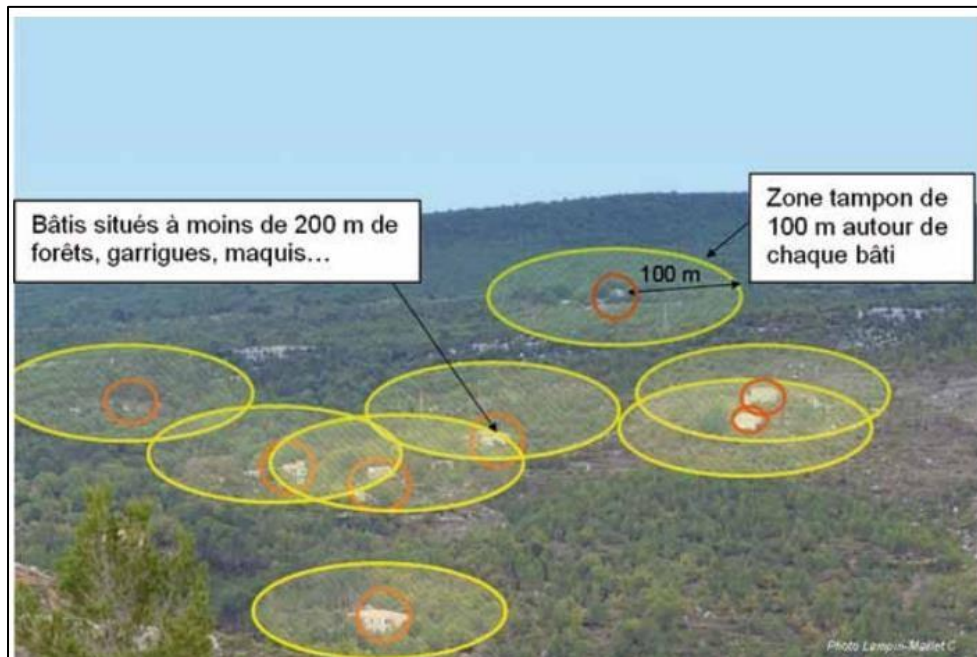


Figure5 : Définition des interfaces habitat-forêt .Source : (Lampin-Maillet et al 2020)

3.2 Vulnérabilité aux incendies :

Les interfaces habitat-forêt sont directement touchées par les incendies de forêt : 90 % des départs de feux sont liés à l'activité humaine (Eufirelab, 2004). Chaque année, ces incendies causent de nombreuses pertes humaines parmi les habitants des interfaces habitat-forêt. Avec la croissance de l'urbanisation et d'une accumulation de biomasse combustible, ces interfaces représentent donc une véritable préoccupation pour la gestion du risque d'incendie. Elles présentent deux aspects préoccupants :

- D'une part les départs de feux causés par les activités humaines et d'autre part la vulnérabilité, en termes de surfaces brûlées menaçant les résidents des zones habitées ou endommageant les bâtis. (Marielle. J et al 2011)

➤ La vulnérabilité des interfaces habitat forêt aux incendies dépend de deux paramètres, d'une part la nature de l'habitat selon sa concentration et son organisation spatiale. D'autre part la structure horizontale de la végétation dans cette interface :

3.2.1 Paramètre 01 : L'organisation spatiale de l'habitat :

Les expressions « habitat isolée, diffus ou groupé » illustrés dans (la figure7) sont largement utilisées chez les cartographes, urbanistes mais qui n'ont pas vraiment une définition précise. L'institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) ou l'Institut géographique national (IGN) développe des concepts tels que l'unité urbaine, ou tâche urbaine reposant sur les notions de continuité de bâtis et les distances entre bâtis mais ceux-ci ne sont pas adaptés à la problématique spécifique des incendies de forêt. Pour combler ce manque, (Lampin-Maillet et al.2009) développe une définition des types d'habitat isolé, diffus et groupé, en se basant sur :

Des critères spatiaux tels que :

- **La densité du bâti** : augmente avec un facteur de 3,5 de l'habitat isolé à l'habitat groupé dense et avec un facteur de 2,5 de l'habitat groupé dense à l'habitat groupé très dense. (Lampin-Maillet et al.2010)
- **La surface à débroussailler par bâti** : diminue d'une manière significative avec un facteur de 3 de l'habitat isolé à l'habitat groupé dense jusqu'à un facteur de 5 de l'habitat isolé à l'habitat groupé très dense. (Lampin-Maillet et al.2010)
- **Le périmètre à défendre par bâti** : diminue avec un facteur de 7.6 de l'habitat isolé à l'habitat groupé dense jusqu'à un facteur 10 de l'habitat isolé à l'habitat groupé très dense. (Lampin-Maillet et al.2010)

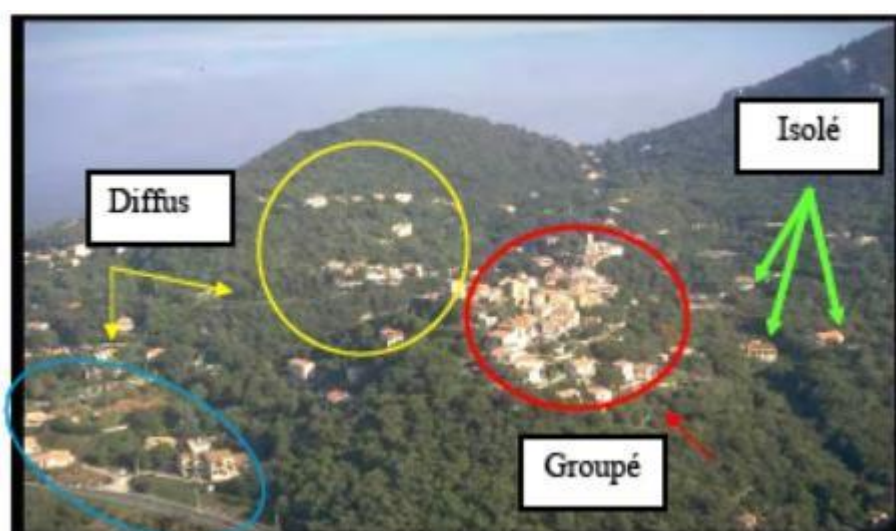


Figure 6 : Illustration de différents type de structure habitat, Source : C. Tailleux d'après (C.Lampin-Maillet.2009)

3.2.1.1 L'habitat isolé :

L'habitat isolé, identifié en jaune sur la carte, est composé de polygones qui contiennent généralement 1 à 2 bâtiments, comme illustré par les cas (1) et (2) (voir figure 10). Il peut également inclure des polygones contenant 3 bâtiments, mais seulement si la somme des distances entre les bâtiments, prises deux à deux, est supérieure à 100 m, comme dans le cas (3) sur la figure ci-contre. Par exemple, si la distance entre le bâtiment 1 (d1) et le bâtiment 2 (d2) est telle que $d1 + d2 > 100$ m (voir figure 9), alors ces bâtiments seraient également classés

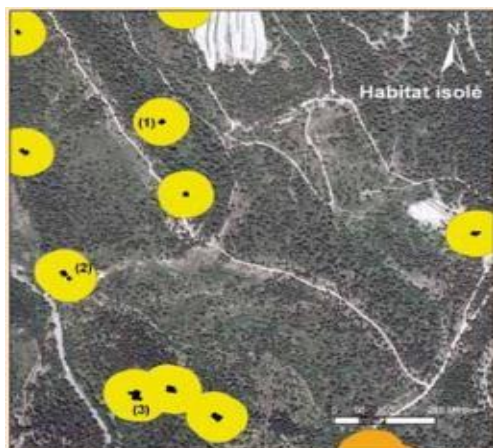


Figure 7 : la représentation de l'habitat isolé sur la carte d'interface habitat-forest. Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

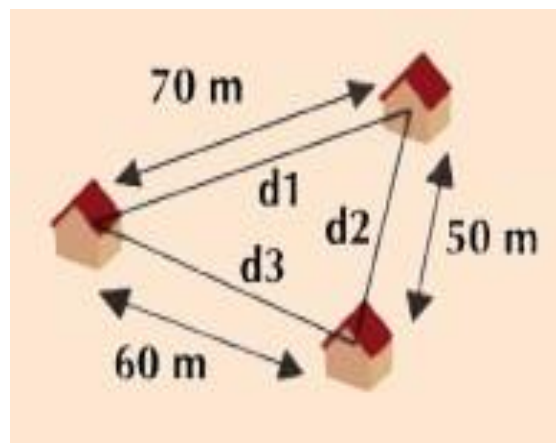


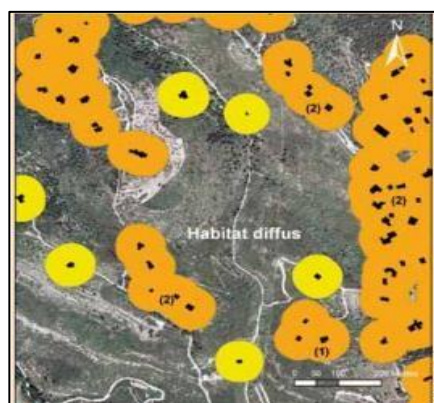
Figure 8 : Le schéma représente la distance entre les habitations isolées Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

Tableau 1 : Les critères spatiaux de l'habitat isolé. Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

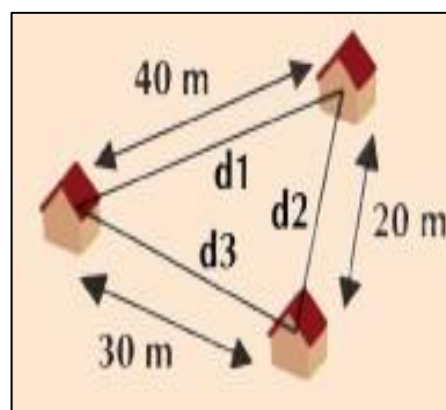
| Caractéristiques moyennes | Densité de bâtis | Surface à débroussailler par bâti | Périmètre à défendre par bâti |
|---------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Habitat isolé | 1 bâti / ha | 1 ha / bâti | 330 m / bâti |

3.2.1.2 Habitat diffus :

L'habitat diffus, représenté en orange sur le schéma, est composé de polygones contenant 3 bâtiments (comme dans le cas (1) sur la figure 11), pour lesquels la somme des



entre
pris
deux
à 100



distances
les
bâtiments
deux à
est
inférieure
mètres

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

($d1+d2 < 100$ m ou $d1+d3 < 100$ m ou $d2+d3 < 100$ m voire figure 12). Il est également constitué de polygones contenant de 4 à 50 bâtiments (comme dans le cas (2) sur la figure 11).

Figure 9 : la représentation de l'habitat diffus sur la carte d'interface habitat-forêt. Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

Figure 10 : Le schéma représente la distance entre les habitations isolées Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

Tableau 2 : Les critères spatiaux de l'habitat isolé. Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

| Caractéristiques moyennes | Densité de bâtis | Surface à débroussailler par bâti | Périmètre à défendre par bâti |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Habitat diffus | 1,6 à 1,7 bâtis / ha | 6 300 m ² / bâti | 150 m / bâti |

3.2.1.3 Habitat groupé :

Le concept d'habitat groupé se divise en deux catégories distinctes : un habitat très dense, représenté en mauve, qui comprend des groupes de plus de 10 bâtiments situés à moins de 30 mètres les uns des autres. Cette disposition est similaire à celle des lotissements urbains compacts ou des centres urbains denses. L'autre catégorie est un habitat dense, indiqué en rose, composé de groupes de 1 à 10 bâtiments situés à plus de 30 mètres les uns des autres. Cette configuration est généralement associée à un habitat groupé moins dense, souvent à proximité d'un habitat très dense.

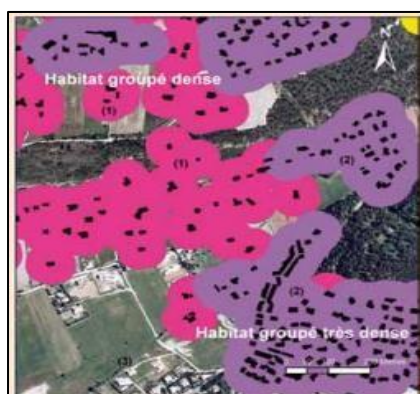


Figure 11: la représentation de l'habitat groupé sur la carte d'interface habitat-forêt. Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

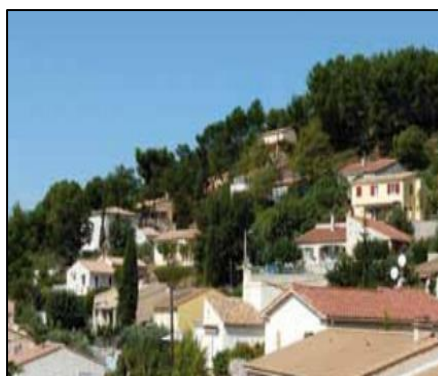


Figure 12 : image d'habitat groupé . Source : (C.Lampin-Maillet .2009)

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

Tableau 3 : Les critères spatiaux de l'habitat groupé. Source : (C.Lampin-Maillet, 2009)

| Caractéristiques moyennes | Densité de bâtis | Surface à débroussailler par bâti | Périmètre à défendre par bâti |
|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Habitat groupé dense | 2 à 3 bâtis / ha | 6 000 m ² / bâti | 187 m / bâti |
| Habitat groupé très dense | plus de 3 bâtis / ha | 2 200 m ² / bâti | 35 m / bâti |

3.2.1.4 L'habitat groupé comme solution pour la réduction de la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt :

Il est essentiel de promouvoir les approches d'habitat groupé plutôt que la construction d'habitations isolées. Les habitations isolées présentent des risques accrus pour la sécurité des résidents et la préservation des forêts, car elles sont plus exposées aux incendies de forêt, ce qui complique la mise en place de stratégies de prévention et de lutte contre ces incendies (Martin, 1994). En regroupant les habitations, il devient possible de mieux gérer les risques d'incendie en instaurant des mesures de sécurité et de protection plus efficaces. De plus, les habitats groupés contribuent à préserver l'environnement naturel en évitant la fragmentation des terres et en facilitant l'accès des secours aux zones d'habitation, réduisant ainsi le temps d'intervention en cas d'urgence (Cerema, 2018)

3.2.2 Paramètre 02 : Caractérisation de la structure de la végétation

On parle de structure horizontale de la végétation sans préciser sa nature ou sa structure verticale. Donc sa continuité horizontalement :

3.2.2.1 Végétation arborée et arbustive continue :

L'organisation de cette végétation en est compacte, soit une structure horizontale continue de la végétation (Marielle. J et al 2011)



Figure13 : Végétation continue source : (Cemagref /C.Lampin-Maillet)

3.2.2.2 Végétation arborée et arbustive éparses, discontinues :

L'organisation de cette végétation est éparse soit une structure horizontale discontinue. Ces zones correspondent à des zones où le milieu est plus ouvert, la végétation est mélangée à des zones sans végétation. Elles constituent généralement des zones tampons entre une zone à forte végétation et une zone à végétation nulle. (Marielle. J et al 2011)



Figure 14 : Végétation continue source (Cemagref /C.Lampin-Maillet)

3.2.2.3 Absence de végétation arborée et arbustive :

La végétation ne souligne aucune liaison entre tout élément de végétation arboré et arbustif. L'occupation du sol est composée de surfaces autres que des espaces naturels de types forêts, garrigues, maquis, etc. ces zones comprennent Soit de sol nu, de surfaces bâties ou de surfaces agricoles, etc. Cependant ces zones ne sont pas automatiquement non combustibles notamment les surfaces agricoles. (Marielle. J et al 2011)



Figure 15 : Végétation continue source (Cemagref /C.Lampin-Maillet)

- Les résultats d'analyse de C.Lampin-Maillet dans sa thèse ont montré que :

Le risque d'incendie augmente au niveau des interfaces habitat-forêt constituant des habitats isolés contrairement aux zones avec un habitat dense où le risque d'incendie diminue. « Les résultats montrent que le taux de surfaces brûlées augmente avec une densité de bâtis qui décroît » (C.Lampin-Maillet .2009 p 172). Par contre le risque d'incendie augmente avec une augmentation de l'agrégation de la végétation.

Chapitre 01 : L'habitat et le risque d'incendies de forêt dans les interfaces habitat-foret.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons abordé l'un des risques majeurs qui menace les interfaces habitat-forets, à savoir les incendies de forêt. La vulnérabilité de ces interfaces réside dans les interactions entre l'habitat et la forêt. D'un part la majorité des feux de forêts sont provoqués par les activités humaines et d'autre part ces feux menacent les habitations dans ces interfaces. Le risque des incendies est lié au type d'habitation dans ces interfaces : lorsque la densité d'habitat augmente le risque décroît tandis que lorsque la densité diminue le risque augmente. Cette relation incite à choisir l'habitat groupé comme le type d'habitat le plus adéquat à l'interface habitat-forêt pour minimiser le risque des incendies.

CHAPITRE II :Amélioration de la résistance de l’habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-foret.

Introduction :

Les incendies de forêts présentent une menace extrême pour les habitants des interfaces habitat-forêt. Bien que ce danger semble inévitable dans telles régions, une approche proactive peut atténuer considérablement ces risques et limiter les conséquences tragiques en termes de vies humaines et de destruction des habitations. Cette démarche repose principalement sur la configuration urbaine des constructions, comme souligné dans le chapitre précédent. Cependant à une échelle plus granulaire, la sécurité des habitations dépend de leur propre résistance au feu, celle-ci est influencée par la forme, l'orientation et les matériaux de constructions utilisés. En combinant ces deux approches, il est possible de renforcer significativement la résistance des habitations au feu dans les interfaces habitat-forêt et leurs occupants.

1 Agir sur l'urbain :

1.1 L'organisation spatiale :

1.1.1 Éviter l'installation de nouveaux secteurs d'urbanisation dans les massifs préservés :

Création de nouvelles habitations dans un site forestier va créer une nouvelle zone d'interface habitat-forêt dans un secteur qui est jusqu'ici préservé. Cela engendre de nouveaux enjeux humains et matériel isolés à protéger en cas d'incendie ce qui entraîne une dispersion des secours. Cela peut avoir des graves conséquences lorsqu'il s'agit de feu d'ampleur nécessitant de prioriser les zones d'interventions. (Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016)

1.1.2 Limiter les zones de contacts entre forêt et bâti en agissant sur les formes urbaines :

Comme été mentionné dans le précédent chapitre, les activités humaines sont généralement le facteur déclenchant des incendies de forêts. Ainsi, les zones de contact entre l'activité humaine et la forêt sont du plus susceptibles au risque d'incendie. Il est donc crucial de réduire ces zones et cela à travers le choix d'une forme urbaine adéquate :

1.1.2.1 Formes urbaines à éviter :

1.1.2.1.1 L'urbanisation linéaire :

est proscrite en raison de plusieurs effets néfastes qu'elle engendre. Tout d'abord, elle crée d'importantes zones de contact entre la forêt et les bâtiments, augmentant ainsi le risque d'incendie. De plus, cette forme d'urbanisation obstrue l'accès au massif forestier, ce qui peut

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

entraîner une attaque du feu à l'arrière des habitations, compromettant ainsi la capacité de défense contre les incendies et favorisant le développement de feux de grande ampleur. Enfin, elle conduit à la dispersion des secours sur de longs linéaires, ce qui peut entraver leur efficacité dans la lutte contre les incendies et la protection des habitations.

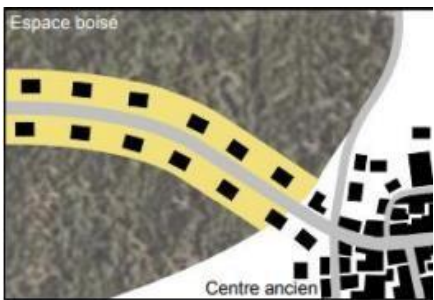
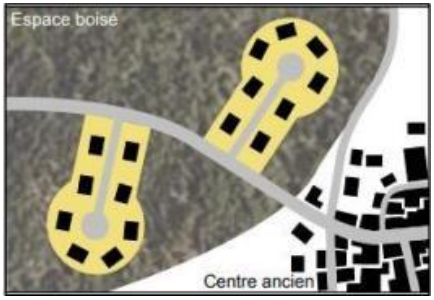
1.1.2.1.2 Les développements en impasses :

Comme les configurations en raquette ou en thermomètre. Ces structures urbaines, organisées en culs-de-sac, présentent une connectivité limitée avec le reste du réseau urbain. Cette faible interconnexion peut poser des problèmes significatifs lors des opérations de secours, en particulier en cas d'incendies. (Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016)

1.1.2.1.3 Le mitage urbain :

Désigne la dispersion désordonnée et fragmentée des constructions dans les zones périurbaines ou rurales formant ainsi de l'habitat individuel dite libre , entraîne une multiplication des interfaces entre les habitations et les espaces naturels, posant ainsi un défi majeur en termes de déploiement des secours. En effet, cette dispersion anarchique des constructions rend plus difficile la planification et la coordination des interventions d'urgence, pouvant entraîner des retards et des difficultés d'accès aux zones touchées.

Tableau 4 : Les formes urbaines à éviter . Source : (Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016)

| La forme | Description | Schématisation |
|---------------------------|--|--|
| Développement linéaire | Le développement de l'urbanisation le long des axes routiers entraîne une longueur de contact entre la végétation et l'habitat qui est jugée inutilement longue. |  |
| Développement en impasses | La forme urbaine organisée en cul-de-sac présente une faible connectivité avec le reste du réseau urbain, ce qui peut poser des problèmes lors de l'intervention des secours |  |

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

| | | |
|------------------|--|--|
| Le mitage | L'habitat individuel du type "libre" entraîne un développement anarchique et discontinu qui multiplie les zones de contact habitat-végétation et pose des problèmes d'intervention des secours dus à la dispersion des moyens nécessaires. |  |
|------------------|--|--|

1.1.2.2 Forme urbaine adoptée : Forme urbaine compacte :

Une organisation compacte des habitations présente plusieurs avantages en matière de prévention des incendies. Tout d'abord, elle réduit la propagation des incendies en regroupant les constructions sur des zones restreintes, limitant ainsi les surfaces vulnérables au feu. De plus, cette concentration facilite l'accessibilité pour les secours en offrant des voies d'accès claires et directes, ce qui favorise une intervention rapide et efficace en cas d'urgence. En outre, elle permet de mieux protéger les infrastructures critiques telles que les routes et les réseaux d'eau, et elle favorise une utilisation plus efficace des ressources de lutte contre les incendies, contribuant ainsi à renforcer la résilience des communautés face aux risques d'incendie (Conseil d'Architecture

d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016

1.2 Gestion des interfaces habitat-forêt :

1.2.1 Gérer les interfaces entre forêt et bâti par la création de voies périphériques :

Les feux de forêt constituent une menace pour les habitations environnantes, particulièrement lorsque les voies d'accès ne sont pas adaptées pour les engins de secours. Selon les recommandations techniques généralement utilisées dans les guides sur la prévention des incendies de forêt :

Les voies d'accès aux habitations doivent respecter certains critères tels que la largeur minimale de 7 mètres, la pente maximale de moins de 15%, le rayon intérieur minimal de 11 mètres et la hauteur libre minimale de 3,50 mètres.

De plus, les virages doivent respecter une sur largeur minimale de $15/R$, où R est le rayon intérieur exprimé en mètres. La chaussée doit également être capable de supporter une force portante d'au moins 160 kN et une résistance au poinçonnement d'au moins 90 N/cm² sur une surface minimale de 0,20 m².

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

Des panneaux de signalisation indiquant le tonnage limite autorisé doivent également être installés. Il est crucial de respecter les normes réglementaires en matière de conception et de construction des voies d'accès adaptées aux engins de secours pour réduire la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt et assurer la sécurité des personnes et des biens en cas d'incendie (Cerema, 2018).

L'aménagement des voies pour les engins entre les zones habitées et les massifs forestiers peut jouer un rôle crucial pour permettre aux secours d'intervenir efficacement en cas d'incendie de forêt.

En effet, ces voies offrent aux engins d'accéder rapidement aux feux naissants dans le massif boisé, ce qui permet de limiter la propagation et la violence des incendies vers les constructions ou l'ensemble du massif.

De plus, grâce à ces voies, le nombre d'engins nécessaires pour protéger les habitations est réduit, car les engins peuvent se positionner sur la voie et protéger plusieurs constructions simultanément.

Pour être efficaces, ces voies doivent être bien conçues. Elles doivent déboucher sur le réseau routier avec des entrées sécurisées, sans cul-de-sac. En outre, pour maximiser leur utilité, les voies doivent être aménagées au plus près de l'axe des vents dominants, ce qui permet aux secours de se positionner en sécurité pour attaquer les feux de façon tangentielle, sans avoir à affronter les flammes de front.

En somme, l'aménagement de voies pour les engins entre les zones habitées et les massifs forestiers peut contribuer de manière significative à la prévention et à la gestion des incendies de forêt, en assurant une intervention rapide et efficace des secours tout en limitant les risques pour les habitations et les massifs forestiers (Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016).

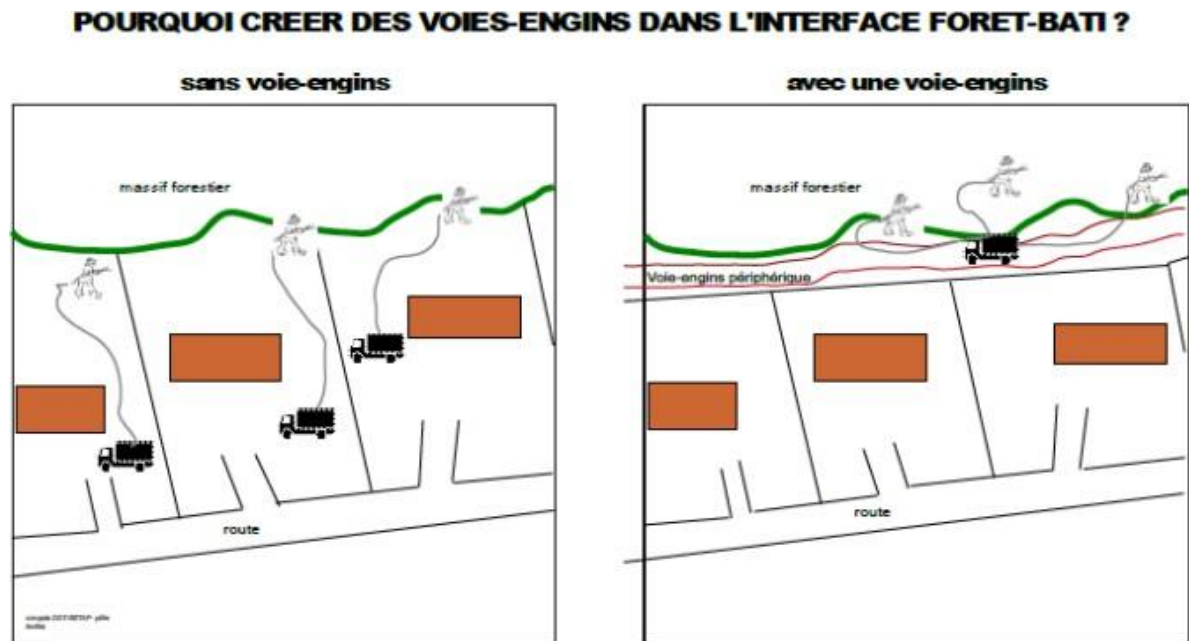


Figure 16 : L'importance des voies d'engins dans l'interface forêt-habitat. Source : (Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard, 2016)

1.2.2 L'obligation de débroussaillage :

1.2.2.1 Définition :

On entend par débroussaillage les opérations de réduction des combustibles végétaux de toute nature dans le but de diminuer l'intensité et de limiter la propagation des incendies. Ces opérations assurent une rupture suffisante de la continuité du couvert végétal. Elles peuvent comprendre l'élagage des sujets maintenus et l'élimination des rémanents de coupes. Le représentant de l'État dans le département arrête les modalités de mise en œuvre du débroussaillage selon la nature des risques. (Ordonnance n°2012-92 du 26 janvier 2012 art. (V)Article L131-10]

- Les retours des expériences démontrent que le débroussaillage est l'outil le plus efficace pour la préservation des habitations et leurs occupants des incendies de forêt. (C. Jean-Brice, Prin-Derre. 2017)

1.2.2.2 La distance à respecter :

Le débroussaillage se fait sur une distance minimale de 5 mètres autour de l'habitation et sur 10 mètres de part et d'autre des voies privées, sur une profondeur minimum de 50 mètres autour des constructions et sur 10 mètres de part et d'autre des voies privées y donnant accès. Sur les communes appliquant un PPRIF la distance peut être portée à 100 m. Pour les accès, certains arrêtés préfectoraux stipulent un élagage à 4 m pour le passage des

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

véhicules d'intervention. (Communes forestières Provence-Alpes-Côte d'Azur ,2012.) (Annexe 01)

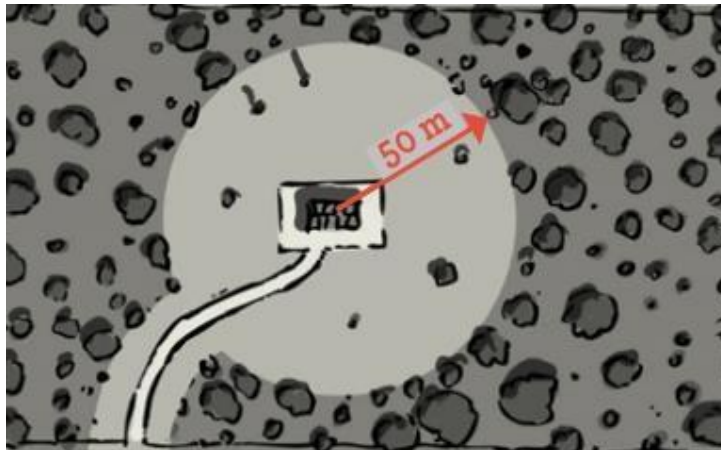


Figure 17 :distance débroussaillage. Source :prevention-incendie-foret.com

Cas particulier des zones mitoyennes Si la zone à débroussailler se trouve en partie sur la propriété d'un ou plusieurs voisins, le propriétaire de la construction doit prendre en charge la totalité des travaux. n Si les secteurs à débroussailler se recoupent sur deux propriétés (A et B), le propriétaire e A débroussaille chez lui. B prend en charge sa partie.

À et B partagent les travaux sur la zone commune. (Communes forestières Provence-Alpes-Côte d'Azur ,2012.) (Annexe 01)

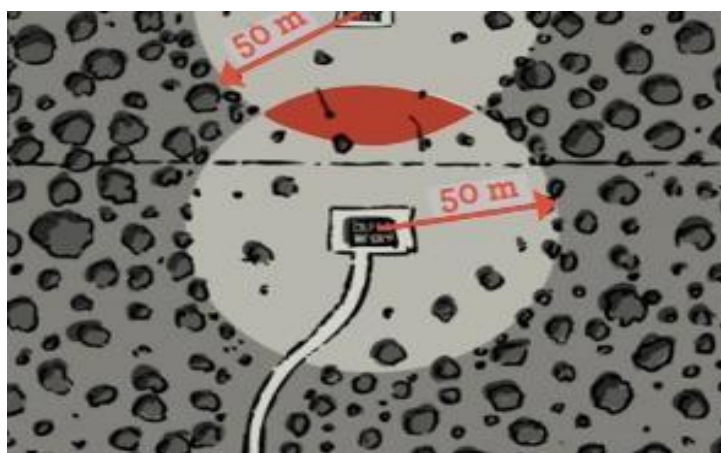


Figure 17 : débroussaillage Source : prevention-incendie-foret.com

1.2.3 Tranchées Pare Feu :

Dans le cadre de la lutte préventive, elles ont pour fonction la circulation des personnels chargés de la surveillance des massifs pour un meilleur repérage des foyers.Cependant, ces trachées pare-feu doivent être régulièrement entretenues de la végétation annuelle

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat aux feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

particulièrement des graminées séchées qui peuvent constituer un terrain de prédilection à la propagation et développement des incendies d'une partie du massif à l'autre.

Elles peuvent aussi faire l'objet d'une plantation avec des espèces pyrorésistantes pouvant jouer le rôle de barrière biologique à la propagation du feu (espèces fruitières : figuier, cerisier, noyer, merisier, olivier...) dans le cadre d'un aménagement intégré (Grim, 1989 in Bentata, 1999)

1.2.4 Points d'eau :

Ils assurent l'approvisionnement en eau pour les moyens de lutte, ils s'installent à des croisements de tranchées pare-feu. Cette opération est indispensable aux interfaces habitat forêt tout comme l'infrastructure routière, elle est donc une phase introductrice. (Bentata, 1999)

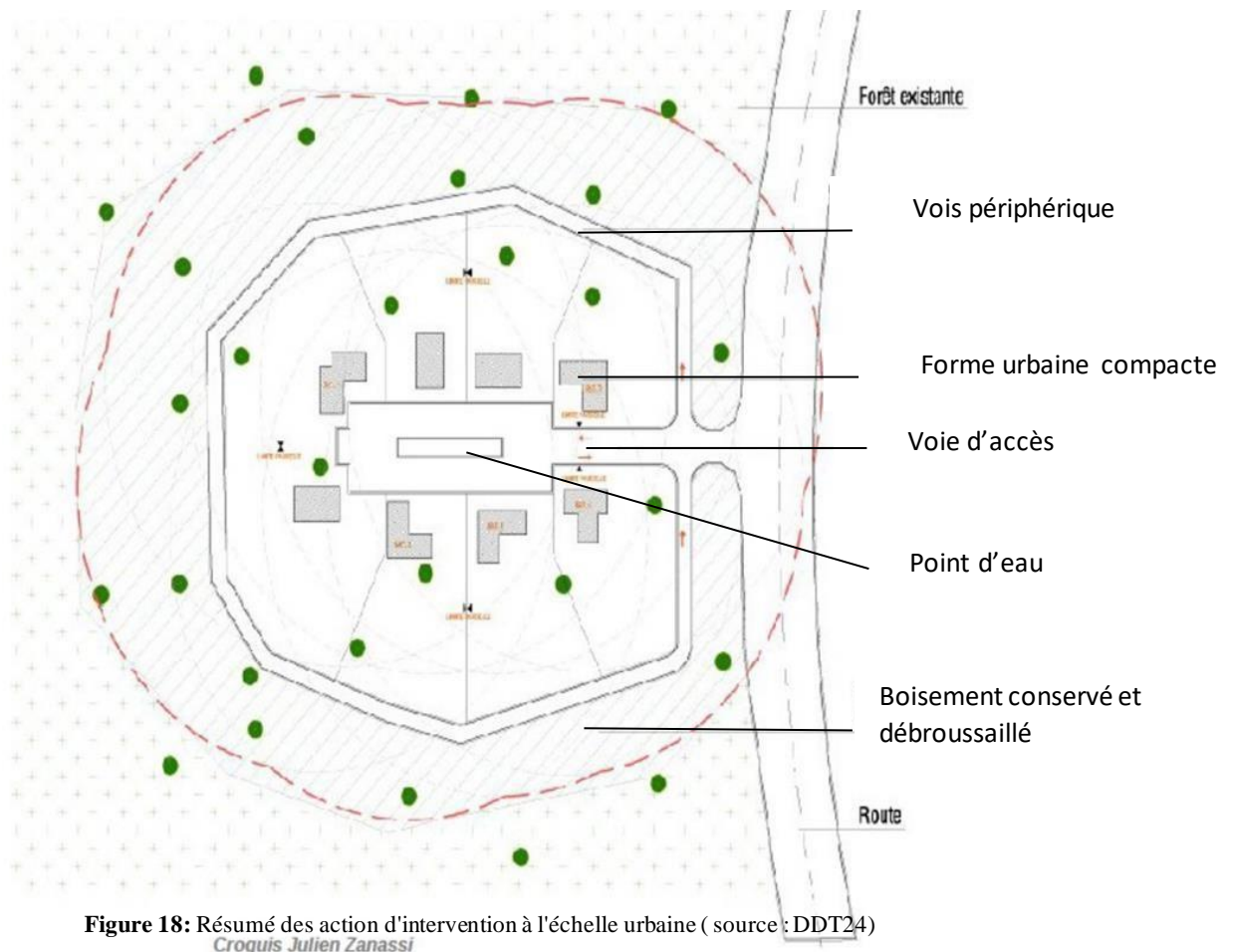


Figure 18: Résumé des actions d'intervention à l'échelle urbaine (source : DDT24)

Croquis Julien Zanassi

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

2 Agir sur l'habitat :

2.1 Agir sur la forme et l'orientation :

2.1.1 La forme :

Les formes de construction simples offrent souvent plus d'avantages que les formes complexes, notamment en termes de coût, d'économie d'énergie et de protection contre les incendies de forêt (David Bueche, 2012).

Ces formes simplifiées ont un rapport surface/volume plus faible, ce qui les rend moins coûteuses à construire et plus économes en énergie. De plus, elles sont plus faciles à protéger contre les incendies de forêt, car leur surface extérieure est réduite. En revanche, les formes de construction complexes augmentent la surface de la structure, créant des zones propices à la formation de pièges à chaleur où la chaleur du feu peut être piégée (David Bueche, 2012).

2.1.2 L'orientation :

À travers l'environnement entourant de l'habitat on peut déterminer le sens de l'arrivée de feu, en se basant sur les vents dominants la pente et la présence de végétation. Cette détermination permet de définir les parois les plus exposées au feu pour les prendre en considération dans la conception pour limiter les ouvertures dans ces parois et bien choisir les matériaux extérieurs. (C. Jean-Brice et P. Alexandra, 2016).

2.2 Agir sur les alentours proches de l'habitat :

Les abords de l'habitation sont la zone de contact entre l'habitation et la forêt donc la sécurité de celle-ci est très influencée par l'aménagement de ces abords

2.2.1 La végétation :

- Distance minimale de 3 mètres entre une branche d'arbre (ou un arbuste) et un point de vulnérabilité du bâtiment (ouverture, élément extérieur combustible, etc.)
- Pas de branches d'arbre en surplomb de la toiture.
- Mise à distance entre arbres et arbustes dans les alentours du bâtiment

2.2.2 Les haies :

Sont généralement utilisées comme une limite de terrain construit, ou même une séparation entre deux habitations. Elles sont considérées comme l'un des principaux facteurs de transferts de feux vers l'habitation. Pour limiter ce danger les mesures suivantes peuvent être adaptées :

- Créer des coupures de végétation pour arrêter la propagation de feu, avec un vide de 2 mètres tous les 6 mètres. (O. Gaujard et B. Vion-Dury, 2017)

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

- L'implantation de haies constituées de plantes peu inflammables, avec faible proportion de végétation morte.
- Disposées spatialement de façon judicieuse, (A. Ganteaum,2016)

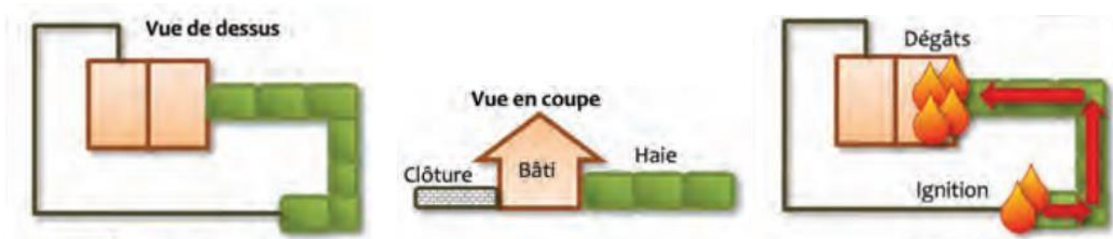


Figure 19 : Propagation de feux par les haies (source : A. GANTEAUME,2016)

2.3 Le choix des matériaux de constructions :

Les matériaux de constructions utiliser dans les interfaces habitat-forêt ont une grande influence sur la vulnérabilité des habitations. Donc le choix de matériaux utilisé doit être étudié pour garantir la meilleure résistance et pour permettre aux occupants d'avoir le temps nécessaire pour quitter les lieux.

2.3.1 L'évaluation de comportement des matériaux de construction se fait à travers deux critères :

2.3.1.1 Réaction au feu :

Selon l'Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement, la réaction au feu évalue la contribution d'un matériau à l'évolution d'un incendie et à la génération de fumées dans les premiers moments de déclenchements de feu. Cette qualification dépend de plusieurs critères lors de l'essai au feu des matériaux qui prend 30 minutes.

Pendant les essais sont mesurés les critères suivants : l'élévation de température, la perte de masse, la durée de l'inflammation, le pouvoir calorifique supérieur, l'accélération de la production énergétique, le dégagement thermique total et la propagation de flammes. Ces critères permettent de déterminer les classes suivantes :

- Soit la norme européenne EN 13501-1

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

Tableau 5 : le classement des matériaux de construction selon norme européenne EN 13501-1 source : informations.handicap.fr

| CLASSE | COMBUSTIBILITE |
|-----------------|--|
| Classe A1 et A2 | Ignifuges |
| Classe B | combustibles dont la contribution à l'embrasement généralisé est très limitée |
| Classe C | combustibles dont la contribution à l'embrasement généralisé est limitée |
| Classe D | combustibles dont la contribution à l'embrasement généralisé est significative |
| Classe E | combustibles dont la contribution à l'embrasement généralisé est très importante |

- Ou la norme Française P. 92.507

Tableau 6 : le classement des matériaux de construction selon la norme Française P. 92.507 source : informations.handicap.fr

| CLASSEMENT | INFLAMMABILITE | EXEMPLE |
|------------|---------------------------|---|
| M0 | Incombustible | Acier, béton, verre, pierre, produits céramiques, brique, plâtre, ardoise, aluminium ... |
| M1 | Non inflammable | Bois ignifugé, plaques de plâtres cartonnés |
| M2 | Difficilement inflammable | Bois ignifugé, profilés PVC Textiles : laine, Cette fibre cesse de brûler une fois que la source d'inflammation est retirée. |
| M3 | Moyennement inflammable | Bois massif non résineux d'au moins 14 mm d'épaisseur - bois massif résineux et panneaux dérivés du bois (contreplaqués – lattés – particules – fibres) d'au moins 18 mm d'épaisseur. Textiles : acrylique, nylon, polyester, soie... Ces fibres ont tendance à fondre et à dégoutter en s'éteignant parfois toutes seules lorsque la source d'inflammation est retirée |
| M4 | Facilement inflammable | Bois massif non résineux d'épaisseur inférieure à 14 mm, bois massif résineux et panneaux dérivés du bois, d'épaisseur inférieure à 18 mm plastiques, carton Textiles : coton, acétate, rayonne... Ces fibres s'enflamment facilement et brûlent rapidement en produisant des cendres légères |

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

2.3.1.2 Résistance au feu :

Selon l'Arrêté du 22 mars 2004 relatif à la résistance au feu des produits, éléments de construction et d'ouvrages

La résistance au feu correspond à la capacité d'un matériau à conserver ses propriétés en présence d'un incendie, pendant un temps donné. Elle est définie selon 3 caractéristiques essentielles :

- R : la capacité portante ou capacité à supporter l'exposition au feu sans perte de stabilité
- E : l'étanchéité au feu sur le côté exposé sans transmission de flammes ou de gaz chauds pouvant s'enflammer sur la face non exposée.
- I : l'isolation thermique imposant des températures maximales sur le côté non exposé. Des critères complémentaires sont également appliqués :
- W : le rayonnement.

Donc il est judicieux lors de la conception de bâtiments dans des zones sujettes aux incendies de forêt, il est crucial de choisir des matériaux présentant un classement de M0 et une excellente résistance au feu. Opter pour des matériaux classés M0 garantit qu'ils sont non inflammables, et qu'ils ne contribueront pas à la propagation du feu. De plus, une bonne résistance au feu permet de limiter les dommages potentiels en cas d'incendie, et de garder intacte la construction pour un temps suffisant pour l'évacuation des habitants.

2.3.2 Comportement au feu de matériaux :

2.3.2.1 Les matériaux minéraux :

Les matériaux d'origine minérale à la base de pierre e pierre, terre crue, terre cuite, chaux, ciment, béton, plâtre, etc. sont des matériaux incombustibles et résistent efficacement lors des incendies, donc ils peuvent être très recommandés dans les interfaces habitat forêt. (C. Jean-Brice, P. Alexandra, 2017)

2.3.2.2 Les métaux :

Ne sont pas combustibles mais se déforment sous la chaleur tel que le zinc avec une température de fusion (420 °C) ou l'aluminium (660 °C). Cependant certains métaux sont plus résistants et peuvent être utilisés dans les interfaces habitat forêt tel que l'acier et le fer avec une température de fusion supérieure de 1500 °C. (C. Jean-Brice, P. Alexandra, 2017)

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

2.3.2.3 Les matières plastiques :

Les matières plastiques sont inflammables, elles génèrent des flammes et des fumées toxiques. Donc tout élément contenant du plastique est strictement interdit dans l'enveloppe d'habitation. (C. Jean-Brice, P. Alexandra, 2017)

2.3.2.4 Le verre :

Le verre est facile à éclater sous la chaleur. Toute ouverture vitrée est considérée comme une vulnérabilité potentielle. Pour cela les murs les plus exposés aux incendies doivent avoir le minimum d'ouverture, et des volets rigides sont sollicités dans ce cas.

2.3.2.5 Le bois :

Le bois après son exposition à la flamme commence tout d'abord à perdre toute l'eau par l'évaporation. Une fois séché il s'enflamme et brûle et il devient lui-même source de flamme et de propagation de feu. Donc le bois fait partie des matériaux les plus sensibles au feu et les plus dangereux dans les interfaces habitat-forêt. (C. Jean-Brice, P. Alexandra, 2017)

2.4 Agir sur les éléments constructifs de l'habitation :

2.4.1 Les ouvertures :

Les ouvertures sont des parties des points les plus vulnérables aux feux dans l'enveloppe de la construction. L'exposition aux flammes entraîne le bris du verre et donc la pénétration de feu vers l'intérieur. Pour augmenter leur résistance au feu deux mesures peuvent être prises :

2.4.1.1 Choix de type de vitrage :

- **Les doubles ou triples vitrages :** l'utilisation de double ou triple vitrage au lieu d'un simple vitrage constitue déjà une mesure protectrice en soi.
- **Les vitrages antichocs en verre feuilleté ou trempé :** Ne sont pas conçus spécifiquement pour la protection contre le feu mais ils présentent une protection supplémentaire par rapport au vitrage simple. Les verres feuilletés retiennent les morceaux en cas de bris et les verres trempés ont une grande résistance à la chaleur. (C. Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feu de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

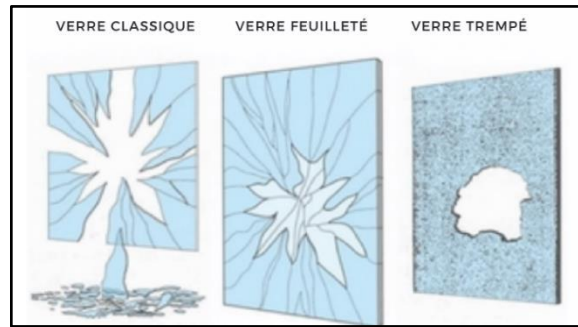


Figure 20 : la différence entre verre classique , feuilleté et trempé.
Source : [VERRE-CLASSIQUE.png](#) , consulté le 20/4/2024

- **Les vitrages résistants au feu** : tels que les vitrages pare-flammes ou coupe-feu, constituent des deux couches de vitrages feuilletés avec une couche intermédiaire de matériau intumescent transparente. La couche intermédiaire serve à protéger la couche extérieure en cas de bris de la couche extérieure. (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

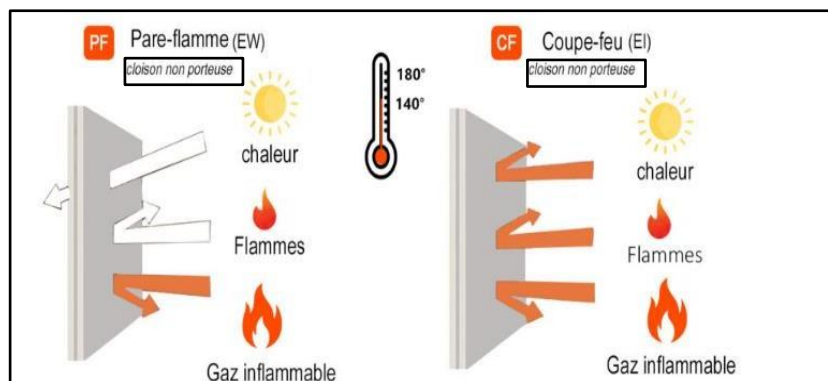


Figure 21 : la différence entre pare-flammes et coupe-feu source :
<https://www.parlons-securite-incendie.fr> le 2/04/2024

2.4.1.2 L'occultation des parties vitrées :

L'occultation des fenêtres est la solution la plus efficace pour assurer la protection des vitres des flammes de feu de forêt. Les ouvertures vitrées occultées peuvent résister au passage des flammes et des gaz toxiques pendant plus d'un demi-heure. L'occultation est pour objectif de protéger les vitres de tout contact direct avec les flammes et de minimiser l'exposition au flux thermique maximal lors de passage d'incendie. (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

Cependant pour garantir l'efficacité de l'occultation, les volets doivent être conçus d'une surface continue sans persiennes et avec des matériaux résistants au feu :

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

2.4.1.2.1 Les volets en bois plein :

ils sont une option efficace pour protéger les vitres des fenêtres grâce à leur stabilité face au feu. Bien que le bois est un matériau inflammable cependant il est possible d'atténuer sa combustibilité. De plus un incendie de volet peut être rapidement maîtrisable contrairement au bris de vitre.

- Les volets sont des éléments ouvrants et ils sont pas conçu à leur origine pour être étanches aux flammes, donc pour améliorer l'occultation on doit améliorer leur étanchéité et cela à travers l'ajout d'une feuilure aux jonctions entre les volets et l'embrasure
- Aussi il est recommandé de maximiser la distance entre les volets et la partie vitrée cela pour éloigner le vitrage de l'exposition aux flammes.

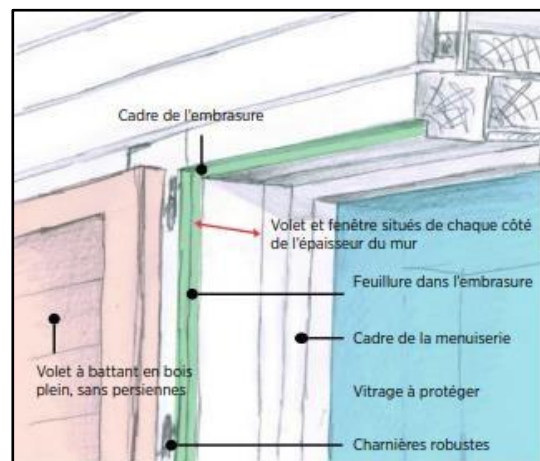


Figure 22 : Détail de mise en œuvre des volets en bois plein .source (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

2.4.2 Les toitures :

Les toits sont des éléments constructifs complexes, contiennent plusieurs arrêtes tels que les cheminées et les noues augmentent leur vulnérabilité au feu en créant des zones propices à l'accumulation des bradons et de la végétation morte. L'usage des matériaux inflammables comme les bardeaux en bois aggrave cette vulnérabilité. (K.Meerpoel-Pietri,2022)

2.4.2.1 La couverture :

La performance de la toiture réside en premier lieu dans le matériaux. Certains matériaux sont résistants aux feux comme les tuiles à emboîtement et les tôles cependant pour assurer sa résistance un autre paramètre doit être pris en considération.

L'étanchéité : une bonne installation et une déposition régulière et une fixation solide sans laisser des vides assure une bonne résistance aux feux et empêche la pénétration des brandons.

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forest.

Dans le cas des tuiles canal qui sont plus perméables aux brandons, l'usage d'un support contenu au-dessous des tuiles est couramment utilisé, comme par exemple les plaques ondulées en fibrociment pour assurer l'étanchéité contre les brandons.



Figure 23 : tuiles canal sur les plaques ondulées en fibrociment source : idees-de-tuiles.blogspot.com

2.4.2.2 Toit terrasses :

Ils sont recouverts d'une fine couche étanche à l'eau tel que le bitume, matériaux synthétiques comme le PVC ou la polyoléfine. Ces matériaux sont combustible donc pour réduire l'exposition de cette couche au flamme certaines mesures peuvent être prises :

- L'épandage d'un lit de gravier sur la couche étanche
- La disposition d'une couventine en acier sur les rebords de l'acrotère (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

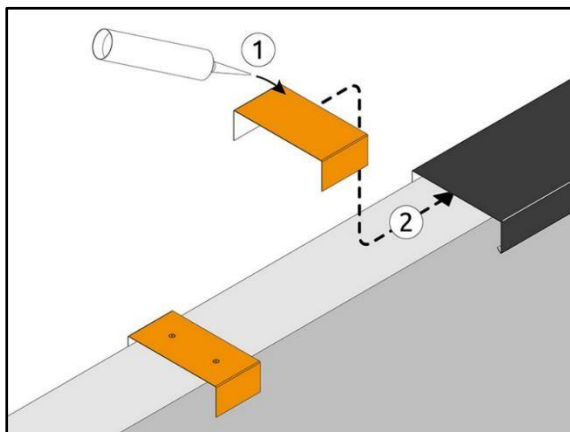


Figure 24 : la mise en places des bavette d'acier www.toletome.fr consulté : le 2/04/2024



Figure 25 : acrotère avec bavette en acier source : forumconstruire.com/construire/topic-273627-gravier-roule-sur-membrane-toit-plat-.php consulté : le 2/04/2024

2.4.2.3 Les débords de toiture :

Sont des éléments intéressants dans le bio climatisme pour leur rôle de protection solaire cependant leur position plus avancé par rapport au reste de la façade les rend exposé aux

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-forest.

flamme. Pour cela il faut les protéger en les couvrant avec un habillage protecteur composé d'un bandeau et d'une sous-face placés devant et sous les débords de la charpente.

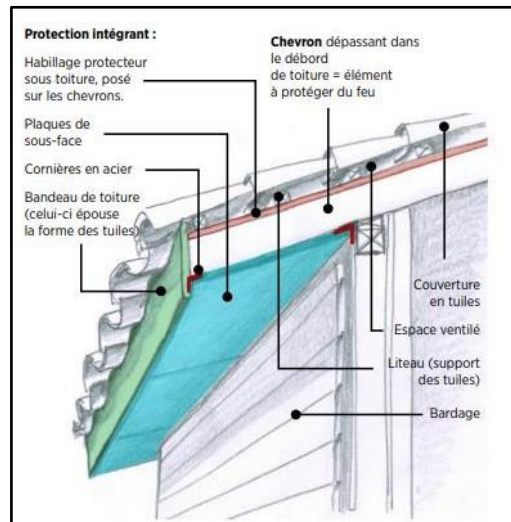


Figure 26 : Détail de mise en œuvre de protection des abords de toiture. source (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)

2.4.3 La façade :

2.4.3.1 Les revêtements extérieurs :

2.4.3.1.1 Alternier les revêtements extérieurs :

Alternier les revêtements extérieurs dans la façade est une solution architecturale pour limiter la propagation de feu. La sensibilité au feu varie entre les différents revêtements, ce qui complique la propagation de feu contrairement à une façade couverte avec le même matériau. En utilisant les matériaux les plus résistants dans la partie la plus basse de la façade qui est la plus exposée au feu et les moins résistants dans la partie haute.

2.4.3.1.2 Usage de recoupement entre les étages :

A travers des bavettes en acier la façade sera divisée en étage pour limiter la propagation de feu en élévation.

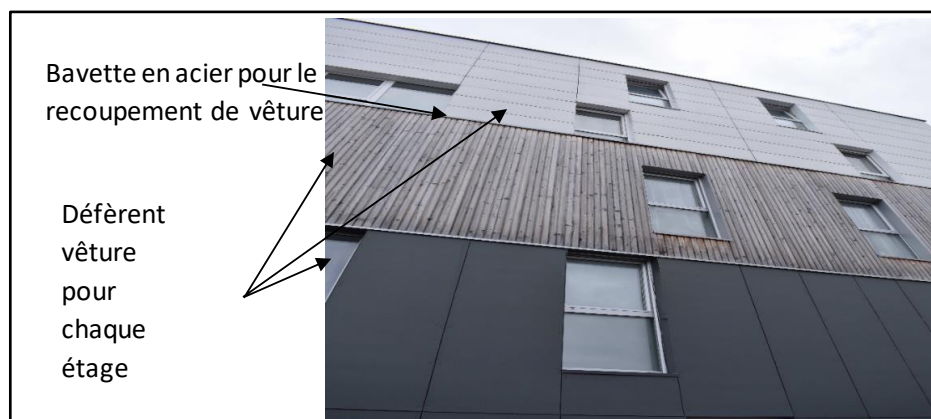


Figure 27: Mesures pour limiter la propagation de feu au long de la façade. www.vrb-nord.comges consulté : le 2/04/2024

Chapitre II : Amélioration de la résistance de l'habitat au feux de forêt dans les interfaces habitat-foret.

2.4.3.2 Les balcons :

Les brandons atteignent généralement tous les éléments sortants de la façade et ensuite le feu se propage vers le reste de la construction. Pour cela une séparation entre la construction et les balcons est recommandée pour limiter la propagation de feu. Des balcons avec une structure métallique indépendante de la structure du bâtiment et avec des planchers soit en dalles de béton préfabriquées ou bien des caillebotis en acier galvanisé ou bien des éléments en verre trempé. Les garde corps soit ils soient en acier galvanisé ou en élément en verre trempé. (C.Jean-Brice et P. Alexandra, 2016)



Figure 28 : Balcon avec structure métallique séparé de la construction source : Pinterest



Figure 29 : balcon en caillebotis en acier galvanisé source : www.archiexpo.fr, consulté : le 2/04/2024

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons énuméré les diverses interventions pouvant être mises en œuvre pour atténuer l'impact des incendies de forêts sur les habitations dans les interfaces habitat-foret. Tout d'abord à l'échelle urbaine, une forme urbaine compacte est d'une importance capitale, car elle réduit le contact direct avec les zones boisées et limite ainsi les besoins en effectifs lors d'incendie. De plus nous avons identifié d'autres mesures indispensables telles que le débroussaie et la création de routes d'accès dégagées pour les engins. Par ailleurs, à l'échelle architecturale, la conception de l'habitation en question doit être bien réfléchie pour faire face au danger de site et minimiser sa vulnérabilité aux incendies de forêt. Cela implique essentiellement la forme et l'orientation de l'habitation et le choix des matériaux de construction, qui s'effectue à travers son comportement au feu. Dans des environnements similaires, il est devenu indispensable d'accorder une attention particulière à la conception de chaque élément constructif de l'habitation car la vulnérabilité d'une partie mise en danger la totalité de la construction.

CHAPITRE III : Etude empirique.

Chapitre III : Etude empirique

Introduction :

Les interfaces habitat-forêt présentent des zones très susceptibles aux feux de forêt. L'habitat dans ces régions est constamment menacé par les incendies. Pour examiner la vulnérabilité de l'habitat aux feux de forêt dans ces zones, nous allons analyser, à travers ce chapitre, un cas d'étude d'un village récemment ravagé par les incendies de forêt dans la wilaya de Bejaia. Tout d'abord, nous présenterons le cas d'étude, puis la méthodologie utilisée dans notre recherche. Ensuite, nous analyserons le village sur une échelle urbaine pour évaluer sa vulnérabilité aux feux. Après quoi, nous effectuerons un diagnostic pour repérer les différentes pathologies sur les constructions touchées par le feu dans ce village. Enfin, nous mènerons une entrevue qualitative avec les habitants de ce village pour recueillir leurs témoignages sur la propagation du feu dans leurs constructions. À la fin de ce chapitre, nous exploiterons toutes ces données pour formuler des recommandations à appliquer à l'échelle urbaine et architecturale afin de réduire la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt.

1 Choix du cas d'étude :

Pendant l'été 2023, la wilaya de Béjaïa a été le théâtre de nombreux incendies de forêt d'une ampleur considérable. Selon les statistiques de la Direction de la Protection Civile de Béjaïa(Annex 02), une estimation totale de 41 000 hectares a été dévastée durant cette période, qui s'étend de juin à octobre, résultant de 800 incendies. Cependant, l'incendie le plus marquant, ayant au niveau de la commune de Fenaïa Ilmaten avant de connaître une propagation rapide, s'étendant jusqu'à la commune de Toudja. Selon la même source, une estimation d'une vingtaine de décès a été enregistrée à cause de cet incendie, notamment dans la commune de Toudja, plus précisément dans le village d'Ayt Usaleh.

C'est d'après ces statistiques que notre choix de cas d'étude est porté sur le village d'Ayt Usaleh en le considérant comme le village le plus atteint par les incendies estivaux de la wilaya de Bejaia en 2023.

2 Présentation du cas d'étude :

2.1 Situation géographique :

2.1.1 Echelle nationale:

« Ayt Usalh » est un village qui se situe dans la wilaya de Béjaïa, située dans le nord-est de la région centre de l'Algérie. Cette wilaya est délimitée par la mer de la Méditerranée au nord, la wilaya de Bordj Bou Arreridj au sud, les wilayas de Tizi Ouzou et Bouira à l'ouest, ainsi que les wilayas de Sétif et Jijel à l'est.

Chapitre III : Etude empirique

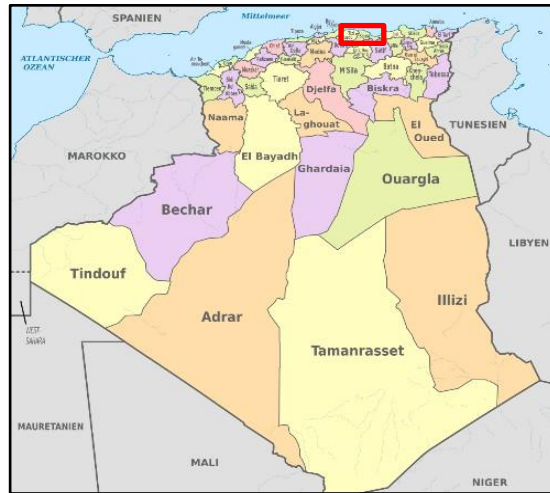


Figure 30: Situation géographique de la wilaya de Bejaia ;
source : www.algerie360.com consulté le 3/01/2024

2.1.2 A l'échelle de la wilaya:

Le village d'Ayt Usalh fait partie de la commune du Toudja qui se situe au nord-ouest de la wilaya de Béjaia, à seize kilomètres de son chef-lieu Béjaïa. Elle est bordée au nord par la mer Méditerranéenne; elle est entourée par la commune de Béjaïa à l'est, Oued Ghir au sud-est, El Kseur au sud et Beni Ksila à l'ouest.

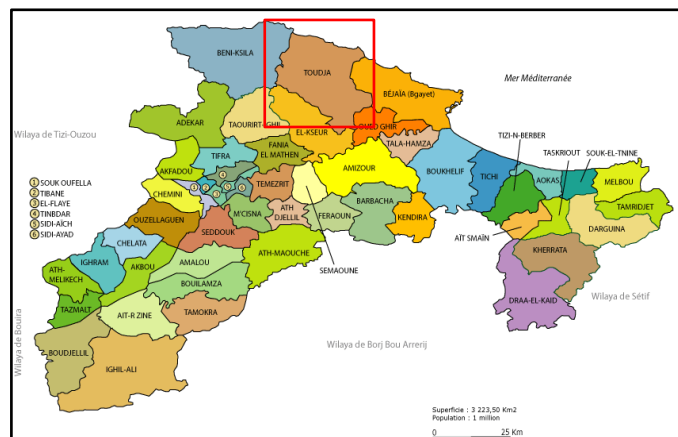


Figure 31: Situation géographique de la Commune de Toudja;
Source : Pinterest , consulté le 3/01/2024

2.1.3 A l'échelle de la commune :

Le village Ayt Usalah est stratégiquement positionné à l'extrémité occidentale de la commune de Toudja, délimité au nord par le village Ihggaren. Il est enclavé par de vastes étendues forestières qui l'entourent de toutes parts du côté nord, sud et est.

Chapitre III : Etude empirique



Figure32: situation géographique du village AYT Usalah. Google maps 2024

3 Méthodologie :

Notre recherche vas s'organiser sur cinq étapes :

- **L'analyse de cas d'étude :**

Après la sélection de cas d'étude basé sur les statistiques des incendies , nous procéderons à une analyse approfondie de site afin d'identifier les points de faiblesse et d'examiner sa vulnérabilité aux incendies de forêt, en nous appuyant sur les facteurs de vulnérabilité évoqués dans la partie théorique. Nous évaluerons si le village d'Ayt Usalh présente réellement les caractéristiques qui le rendent susceptible aux incendies de forêt.

Cette analyse sera divisée en deux volets :

- Analyse naturelle : Nous identifierons éléments naturels qui exposent ce village aux incendies de forêt.
- Analyse de cadre bâti : nous étudierons si l'organisation spatiale de l'habitat dans ce village contribue également à sa vulnérabilité.

Cette approche nous permettra d'identifier les facteurs de risque d'incendie sur l'habitat dans les zones interfaces habitat foret à l'échelle urbaine pour à la fin trouvé des stratégies qui vont réduire ce risque .

- **Diagnostic post-incendie :**

Ce diagnostic s'effectue sur deux partie , une sur terrain :

- Prise de photos : nous avons pris des photos des parties endommagées de chaque maison sélectionnée auparavant.

Chapitre III : Etude empirique

➤ Prise de mesures : nous avons choisi parmi les maisons touchées par les incendies deux habitations et nous avons effectué un relevé à fin d'avoir les mesures exactes pour la conception des plans et de la 3d.

➤ Inception visuelle :

L'objectif de l'Inception visuelle est d'identifier et de classer tous les dégâts apparents subis par les différents éléments constructifs des constructions, en fonction de type et l'intensité de désordre observé. Il est aussi essentiel de repérer d'autre désordres dans des parties de l'ouvrage causé par des contraintes liées au feu mais sans être directement touchées par les flammes (chaleur, pressions de l'air...)

Et l'autre partie analytique qui est l'étude des différentes pathologies des habitations issues de l'incendie et l'essai de comprendre les causes architecturales qui ont contribué à ces dommages.

NB : un travail de laboratoire aurait été d'une importance cruciale après cette étape pour examiner la réaction des différents matériaux utilisés dans ce village afin de détecter où réside la vulnérabilité. Malheureusement, en raison du manque de moyens et de temps, cette étape n'a pas pu être réalisée.

- **Simulation :**

Après le diagnostic et le classement des différentes habitations en fonction de leur degré d'incendie, nous choisirons deux habitations représentatives de différentes situations observées lors du diagnostic post-incendie. Ces habitations seront sélectionnées en fonction de critères tels que leur degré de dommage, leur emplacement géographique afin de les analyser et effectuer des simulations en utilisant deux logiciels :

- **Ubakus :**

Un logiciel de simulation thermique des matériaux largement utilisé dans le domaine de l'ingénierie et de la construction. Ce logiciel nous a permis de modéliser et d'analyser le comportement thermique des matériaux dans divers environnements et applications.

On va l'utiliser afin de comprendre la relation entre les caractéristiques thermiques des matériaux et leur résistance aux incendies.

Chapitre III : Etude empirique

Tableau 7 : Les étapes d'usage de logiciel UBAKUS, source : Auteur 2024

| Etape | Interface |
|---|-----------|
| <p>Connexion à Ubakus : Ouvrez votre navigateur web et accédez à la plateforme Ubakus. Connectez-vous à votre compte en utilisant vos identifiants. Après avoir connecté notre navigateur s'ouvre sur cette interface</p> | |
| <p>Etape02 : Création d'un Nouveau Projet : Sur le tableau de bord, cliquez sur "Nouveau " pour commencer une nouvelle étude thermique, et tapez le nom de construction</p> | |
| <p>Etape 03 : choix d'élément constructif et les différents matériaux qui le compose</p> | |
| <p>Etape 04 : enregistrer en format pdf à fin de voir les résultats.</p> | |

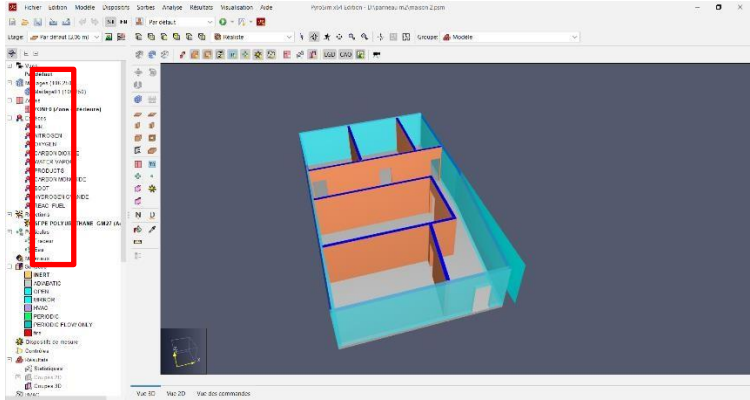
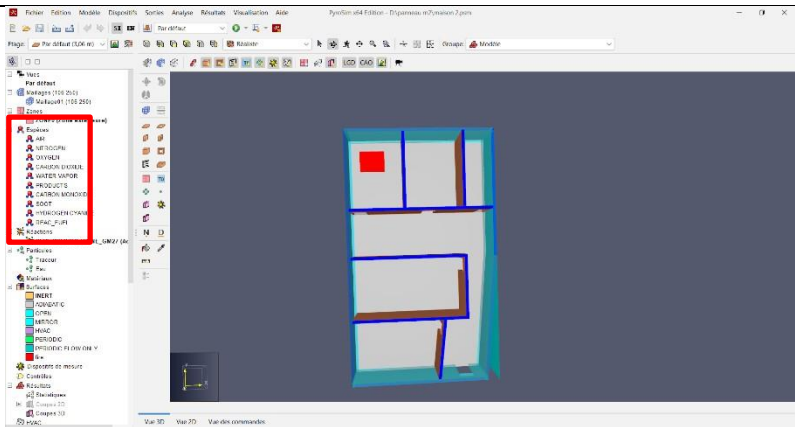
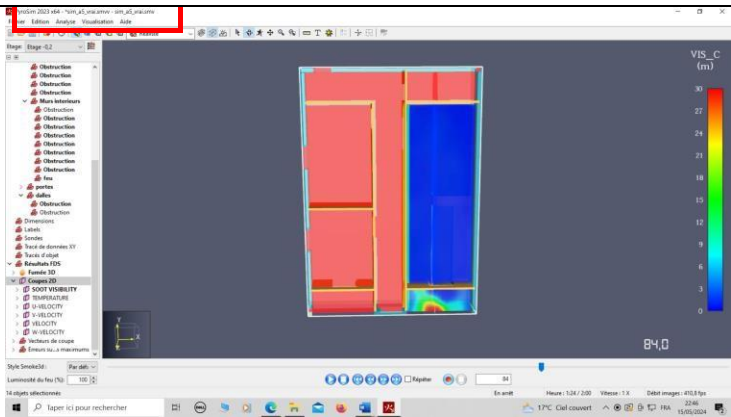
Source : Auteur, 2024.

Chapitre III : Etude empirique

➤ Pyrosim :

Une simulation secondaire a été réalisée avec le logiciel PyroSim, qui permet de construire des modèles FDS (Fire Dynamics Simulator) pour simuler les incendies et les fumées dans des bâtiments.

Tableau 8 : Etapes d'usage de logiciel pyrosim

| Etape | Interface affichée |
|---|--|
| Création d'un modèle : après l'installation du logiciel PyroSim et son lancement on commence par la modélisation 3D de la maison à l'aide de plusieurs outils : murs, des portes, des fenêtres, des objet |  |
| Configuration de l'incendie : Définissez les caractéristiques de l'incendie, y compris sa position, son intensité, sa durée, etc. Vous pouvez également ajouter des dispositifs de détection et de suppression des incendies si nécessaire. |  |
| Réglage de temps et lancement de la simulation pour avoir les résultat. |  |

Source : Auteur, 2024.

Chapitre III : Etude empirique

- **Entrevue:**

Dans le cadre de notre recherche nous avons effectué des entrevues avec 20 habitants du village en mettant l'accent sur ceux dont leurs habitations ont été touchées par les feux de forêt de 2023. L'objectif était de recueillir des témoignages sur l'état des habitations avant les incendies, ainsi que les dommages causés par l'incendie et les premières parties touchées dans leurs habitations lors de l'incendie.

- **Recommandations :**

D'après les synthèses retenues de l'étude de la vulnérabilité du village d'Ayt Usalah aux incendies à l'échelle urbaine, ainsi que l'étude des dommages des constructions et les entrevues avec les habitants du village, nous mettrons en avant les différentes recommandations à appliquer à la fois à l'échelle urbaine et architecturale dans les zones d'interfaces habitat-forêt pour réduire leur vulnérabilité aux incendies de forêt.

4 Analyse de zone d'étude :

Notre analyse sera basée sur les facteurs influents dans de propagation de feux mentionnés dans la partie théorique afin d'évaluer la vulnérabilité de la zone d'étude aux incendies de forêt.

4.1 Analyse Naturelle :

4.1.1 Facteurs météorologique :

Le climat du village d'Ayt Usalah relève de la climatologie de la wilaya de Bejaia, caractérisé par un climat chaud et tempéré.

4.1.1.1 Les Vents dominants :

En hiver les vents dominant venant de côté nord-est contrairement aux vents d'été qui viennent du côté sud-ouest.



Figure 4: Les vents dominants . Google earth 2024

Chapitre III : Etude empirique

➤ Par contre le positionnement du village Ayt Usalah sur un terrain accidenté qui détourne le regard de la Méditerranée ce qui offre d'un côté l'opportunité de se protéger des vents d'hiver, Mais qui favorise d'autre part la propagation de feux à cause de l'exposition directe aux vents estivaux venant de côté sud .

4.1.1.2 Les précipitations :

jouent un rôle crucial dans le comportement des feux, le taux des feux augmente lors des années les moins pluvieuses, et la plus part des feux se déclenchent dans les périodes sèches de l'année ou les précipitations sont moins présentes et parfois absentes totalement. (MERDAS, 2007)

- A Bejaia Juillet se distingue comme le mois le plus sec, enregistrant une moyenne minimale de seulement 5 mm de précipitations.

Tableau 9 : Comparaison des taux de précipitation en juillet à Béjaia au cours des dix dernières années. Source : fr.weatherspark.com

| Année | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | 2021 | 2023 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Taux de Précipitation en mois de juillet en mm | 22 | 6 | 2 | 5 | 4 | 1 |

D'après la comparaison des taux de précipitation au mois de juillet à Béjaia au cours des dix dernières années, on remarque une diminution significative, allant de 22 mm en 2013 à seulement 1 mm en 2023.

4.1.1.3 Les températures :

Le mois le plus chaud à Béjaia est août :

Tableau10 : Comparaison des taux de précipitation en juillet à Béjaia au cours des dix dernières années. Source : fr.weatherspark.com

| Année | 2013 | 2015 | 2017 | 2019 | 2021 | 2023 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Températures maximales en mois d'août | 29° | 31° | 32° | 30° | 33° | 37° |

En comparant les températures les plus élevées durant le mois d'août à Bejaia au cours de ces dix dernières années on constate que la température augmente dans la moyenne par un degré chaque année.

4.1.2 Facteurs Topographiques :

Le village est implanté sur un relief fortement incliné, présentant une pente de 26,6 degrés, avec une altitude de 335 mètres au sud et de 432 mètres au nord, atteignant ainsi son point culminant.

Chapitre III : Etude empirique

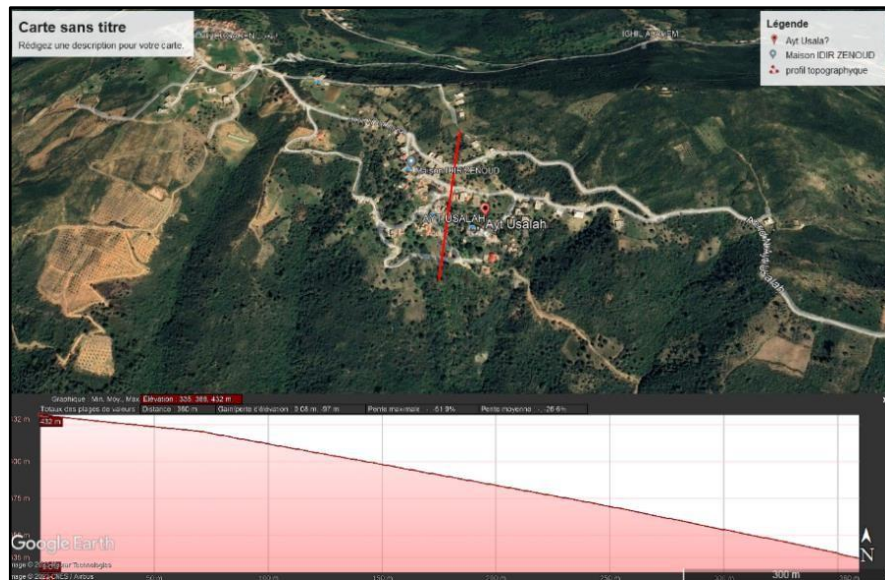


Figure33 : Coupe topographique du village Ayt Usalah Source : google earth 2024

4.1.3 La végétation :

Le village d'Ayt Usaleh est enveloppé d'une luxuriante végétation qui, par moments, peut poser des défis. Cette abondance végétale peut malheureusement devenir un foyer d'incendie pour les maisons avoisinantes. Les feuilles, branches mortes et autres matières inflammables s'accumulent aisément, constituant ainsi un risque accru d'incendie. Il est crucial pour les habitants d'adopter des mesures préventives afin de réduire ces dangers.

La végétation représente un combustible majeur lors des incendies, surtout en période estivale. Les changements climatiques altèrent sa composition chimique, la rendant plus inflammable et propice à la combustion. L'agencement de cette végétation autour des habitations ainsi que sa densité influencent directement la propagation des feux. Une continuité horizontale favorise également la progression du feu. La propension de la végétation à s'embraser dépend étroitement de son taux d'humidité, lui-même soumis aux conditions météorologiques. Pendant l'été, l'ensoleillement prolongé et les vents forts assèchent la végétation, augmentant son risque d'incendie. De surcroît, sa proximité avec les habitations aggrave la situation en favorisant la propagation des flammes.



Figure 34 : Les étendus boisée autour Le village Ayt usalh. Source : Google maps 2023



Figure 35 : village ayt usalah. Source : Auteur 2024

Synthèses :

L'analyse naturelle du village d'Ayt Usalh révèle une vulnérabilité significative aux incendies, et cela résulte de plusieurs facteurs :

Exposition aux Vents Estivaux du Sud : Cette orientation expose le village aux vents chauds et secs, augmentant la vitesse du feu et constituant une menace supplémentaire. En particulier, si les vents estivaux soufflent du sud-est, ils peuvent agir comme un catalyseur, accélérant la propagation du feu et mettant en danger la sécurité de la communauté.

Les précipitation et les températures: D'une part, il y a eu une diminution significative des précipitations pendant le mois le plus sec à Béjaïa (juillet) au cours des 10 dernières années. D'autre part, il y a eu une augmentation des températures maximales pendant le mois le plus chaud (août) à Béjaïa, ce qui a entraîné une sécheresse favorisant la propagation des incendies.

Relief Escarpé: Le relief escarpé du village d'Ayt Usalh constitue la cause majeure de sa vulnérabilité aux incendies. La topographie accidentée crée une corrélation directe entre l'inclinaison de la pente et la vitesse de propagation des incendies, amplifiant considérablement le risque d'une diffusion rapide du feu, notamment sur des pentes prononcées.

Proximité avec des Zones Boisées : Une autre cause préoccupante est la proximité du village avec d'importantes étendues boisées de tous côtés. Cette proximité accrue avec une végétation dense augmente significativement le potentiel de propagation des flammes, accélérant ainsi la progression des incendies à travers la région.

4.2 Analyse de cadre bâti :

4.2.1 Type de cadre bâti existant :

Se résume principalement à des habitations rurales, se limitant exclusivement à des habitations individuelles avec une absence totale d'équipements .

Chapitre III : Etude empirique

4.2.2 Evolution historique du cadre bâti :

En comparant deux vues aériennes du village Ayt Ussalh issues de Google Earth une de 2004 et l'autre de 2023, on peut observer qu'en 2004, les constructions étaient regroupées au centre du village. Au fil des années, de nouvelles constructions ont émergé aux extrémités, suivant toutes l'alignement de la voie, marquant ainsi une expansion spatiale du tissu bâti.



Figure 36: vu aérienne du village ait usaleh 2004- Google eath



Figure 37: vu aérienne du village Ayt Ussaleh 03/2022- Google earth

4.2.3 Organisation spatiale de cadre bâti :

D'après les types d'habitat cités dans le chapitre 1 page (18) et les critères de classification on peut classer celle de village ayt usalah comme de l'habitat isolé selon les calculs suivante :

Le village d'Ayt Usalah est composé de 76 habitations étalées sur une surface de 211.58 h , ce qui donne une densité de 35.9par K²

$$2.116\text{km}^2 \text{ --- } 76\text{habituon}1\text{km}^2 \text{ --- } x \quad X= 35.9 \text{ hab/ KM}^2$$

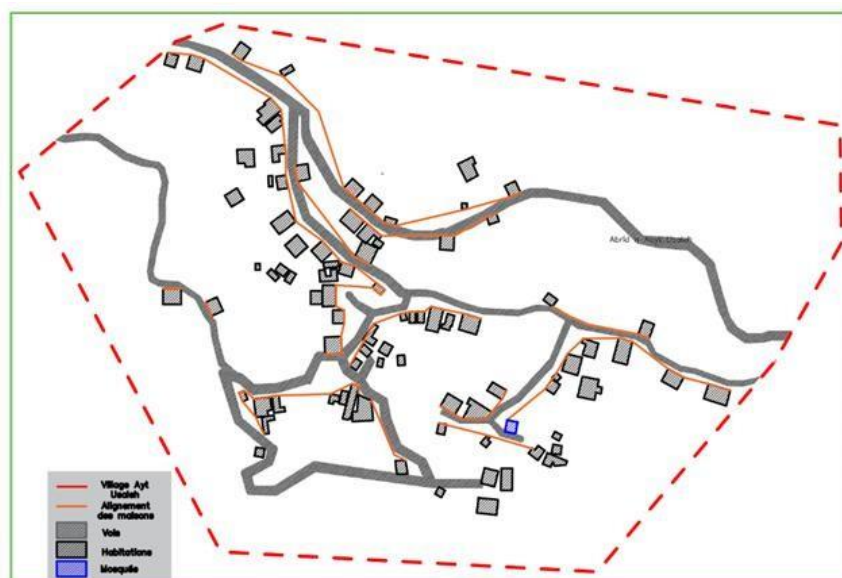


Figure 36 : Carte de l'habitat de village AYT USALAH.Source : Auteur 2023

Chapitre III : Etude empirique

4.2.4 Accessibilité :

Le village Ayt Usaleh est accessible via deux routes secondaires qui se détachent de la route W43. L'une de ces routes traverse le nord du village, la reliant ainsi à Souk El Djam3a, tandis que l'autre route emprunte le trajet méridional.

Cependant à l'intérieur de village les voies sont pas bitumées et elles sont irrégulières. Certaines habitations sont pas desservies par une voie mécanique. Et on remarque la présence d'impasses.

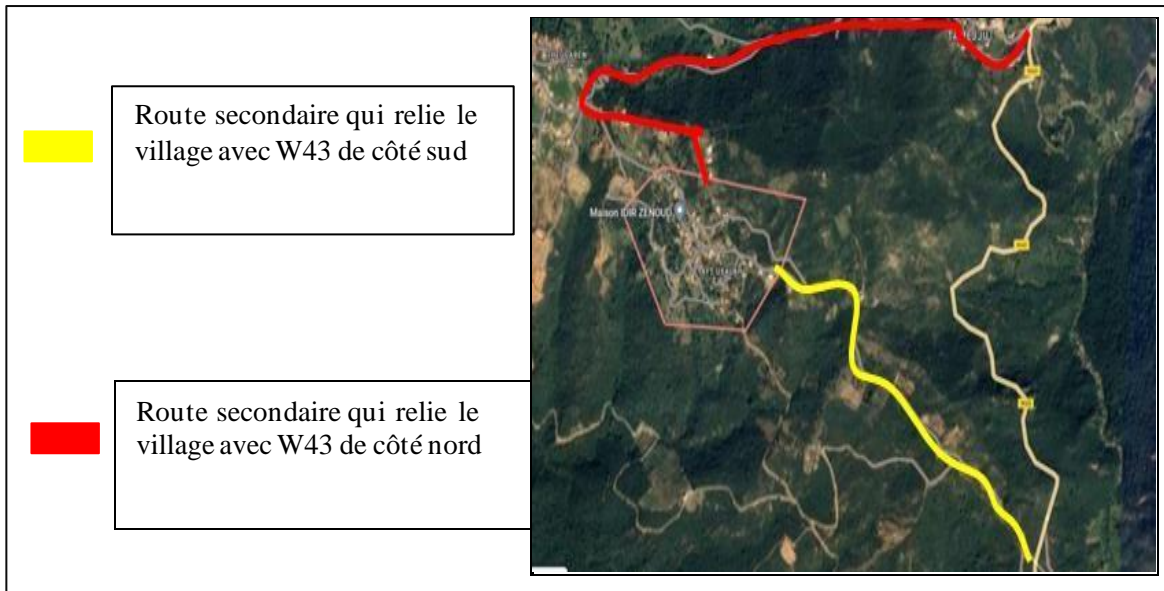


Figure 39 : Accessibilité au village Ayt Usalah. Source : Google earth 2024

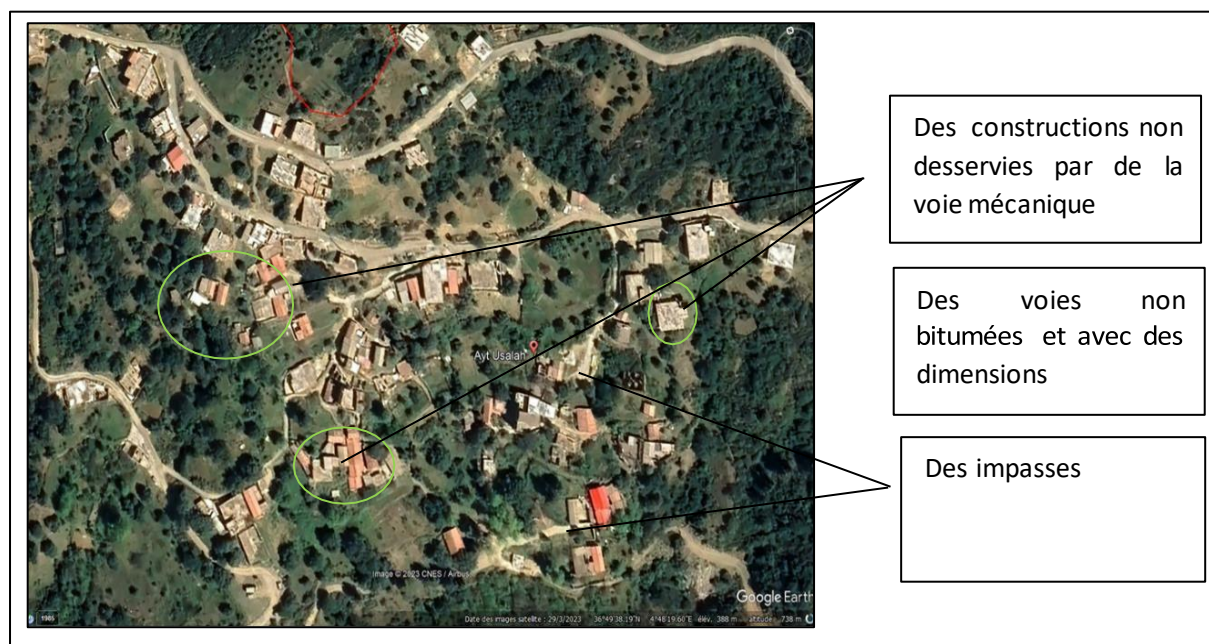


Figure 40 : qualité des voies de village Ayt Usalah , Source : Google earth : 2024

Chapitre III : Etude empirique

Synthèses :

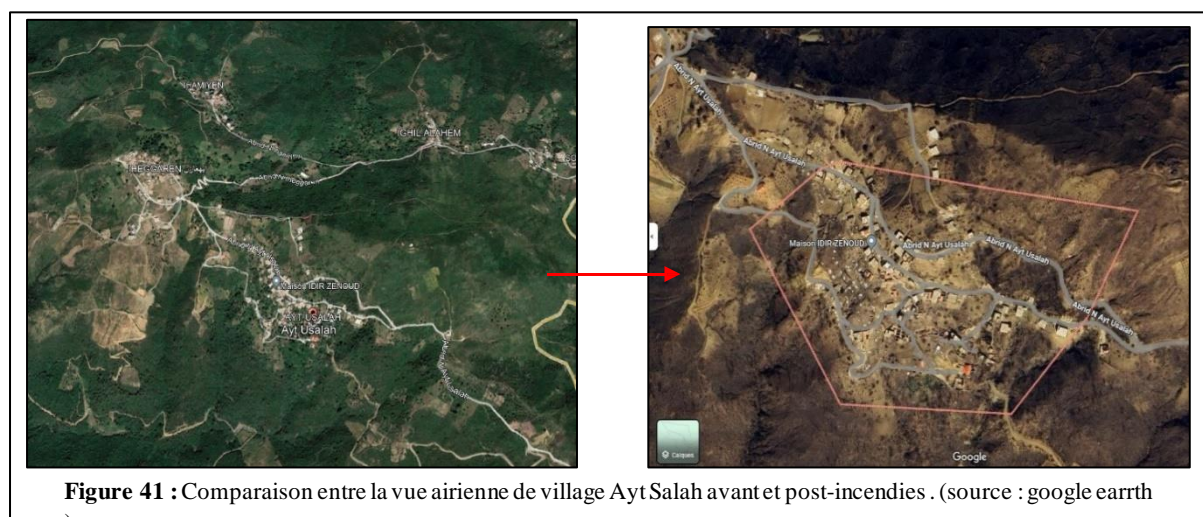
L'analyse de cadre bâti du village d'Ayt Usalh révèle une vulnérabilité significative aux incendies est cela revient à :

- L'organisation spatiale dispersée de l'habitat (habitat isolé), augmentant la zone de contact entre l'habitat et la forêt.
- L'absence de distance entre les habitations et la végétation environnante facilite la propagation des incendies vers les constructions.
- Les voies à l'intérieur de village ne sont pas bitumées et présentent des dimensions irrégulières , entravant ainsi l'intervention des engins de lutte contre les incendies.
- Certaines habitations ne sont pas accessibles par des voies rendant difficile l'arrivée des engins de secours jusqu'à eux.
- L'absence totale de sources d'eau ce qui limite la possibilité d'interventions en cas d'incendies.

Résultat :

D'après cette analyse, il est évident que le village d'Ayt Usalah présente une forte vulnérabilité aux incendies de forêt, à la fois sur le plan naturel par son climat , sa topographie et son environnement forestier. Ainsi que sur le plan urbain tels que l'organisation spatiale des habitations et la dispositions des voies.

Après l'incendie de 2023, le village d'Ayt Usalah est désormais dépourvu de végétation, un nombre important d'habitations est touché par les incendies voir 14 par une totalité de 76 habitations ce qui donne un pourcentage de 18%.



Chapitre III : Etude empirique

5 Diagnostic post-incendie :

Après avoir mis en lumière la vulnérabilité de village d'Ayt Usalah aux incendies, nous allons maintenant examiner les résultats des incendies survenues en 2023 dans ce village. Et cela à travers plusieurs étapes :

Nous avons extrait la carte du village Ait Usaleh de Google Earth et l'avons subdivisée en six zones. Chacune de ces zones comprend onze habitations. Cette carte nous a faciliter la tâche lors de la visite au site, et nous a permet de situer les maisons facilement.

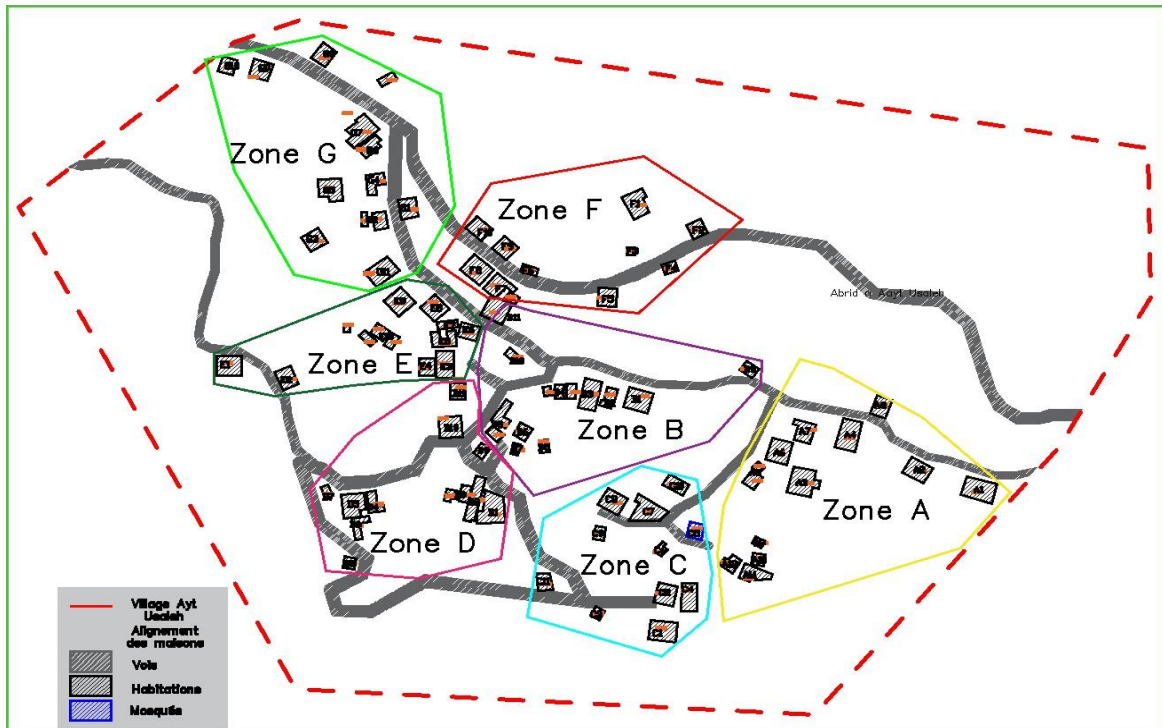


Figure 42 : carte zoning de village ayt usalah. Auteur,2024.

Classification des maisons selon leurs état post-incendie :

Chaque groupe d'habitations on le devise en trois catégories selon leur degré d'incendie : celles qui n'ont pas été touchées, celles qui ont été partiellement touchées, et celles qui ont été complètement touchées. Nous avons codé ces maisons en utilisant les couleurs verte, orange et rouge, respectivement, dans cet ordre.

Chapitre III : Etude empirique

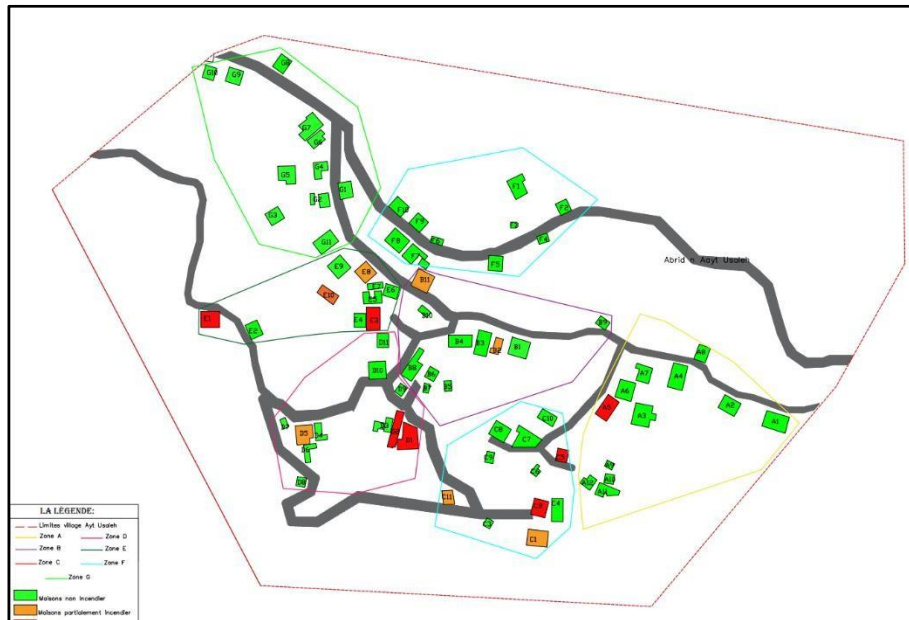








Figure 43 : Carte de classification des maisons selon leurs état post-incendie. Source : Auteur, 2024.

Dans ce tableau, nous avons classé les différentes maisons repérer auparavant puis étudier les différentes pathologies qu'elles ont subi à cause de l'incendie. Nous avons éliminé toutes les maisons non touchées par l'incendie ce qui donne l'ordre présenté dans ce tableau :

Tableau 11 : Etude des pathologies post-incendie Source : Auteur, 2024.

| Zone | Maison | Etat post-incendie | Observations |
|------|--------|---|---|
| A | 5 |  | La maison est quasiment ravagée. l'espaces sous plancher vide rend le plancher soumis au flemme (tous comme les murs) et à l'accumulation des flammes. On remarque l'effondrement des parties de plancher dans sa face extérieure et carrelages éclatés dans la face intérieure sous l'effet des chaleurs élevée et l'accumulation du flammme. |
| B | 11 |  | Toit de garage seulement atteint Les étages supérieurs ont rester intact . Hourdis de la dalle de RDC complètement effondrées , et quelques parties des murs. |

Chapitre III : Etude empirique

| | | | |
|---|---|--|--|
| C | 1 |  | Dans cette maison uniquement la cave c'est brûlée . L'incendie c'est propager de la végétation vers la cave à travers la fenêtre. La cave contient des combustible. |
| | 2 |  | La toiture en plaque de fibre ciment ondulé est complètement effondré cela dû à la manière du positionnement sans ossature et manque d'étanchéité. |
| | 5 |  | Porche d'entrée en bois complètement brûlé. Les ouvertures éclatés sous l'effet des flammes |
| D | 1 |  | Le feu été pris par la boîte de compteur électrique et par les ouvertures puis il s'est propager à l'intérieur de la maison. La toiture en plaque de fibre ciment ondulé est complètement effondré aussi. |
| | 2 |  | Cette habitation été à l'origine dans une état dégradé, très ancienne et manque d'entretien, donc l'incendie lui a causé un l'effondrement totale , des tuiles tombés et des grandes parties de murs en pierre et argiles sont également tombés. |
| | 5 |  | Rdc : murs noir avec des fissurations Graves , chute des hourdis au niveau de la. Dalle et au niveau de pallier d'escaliers Ouverture en verre éclatés |

Chapitre III : Etude empirique

| | | | | |
|---|----|---|--|--|
| E | 1 |  |  | Dans cette habitation, une partie construite en pierre et resté intacte , l'autre en parpaing est complètement effondrée. |
| | 3 |  |  | Ancienne construction subis des fissurations grave sur les murs et la toiture totalement effondrée . Le cadre de porte en bois complètement brulé |
| | 10 |  |  | Des taches de fumé au niveau de faux plafond du à la propagation des brotons entre les tuiles et les faux plafond à travers l'ossature en bois qui est complètement brulée |

Synthèses :

- Les tuiles mal-entretenus ou mal déposé peuvent permettre aux incendies d'accéder aux parties combustible de la toiture tels que (le faitage, le revêtement d'étanchéité), la rendant ainsi plus vulnérable.
- Les maisons soit sur pilotis ou ayant un étages vides et ouverts sont plus suspecte au feux
- les ouvertures présentent l'un des éléments les plus vulnérable au feu dans l'enveloppe d'une construction. Lorsqu'elles sont ouvertes elles permettent de la pénétration des flammes et lorsqu'elles sont fermées elles se brise à cause de la chaleur élevée et participe à la propagation de feu.
- Les éléments constructifs en bois à l'extérieur de l'habitation cause la propagation de feu vers l'intérieure.
- La présence des matériaux combustibles soit à proximité de la maison au à l'intérieur de la cave présente un risque lors de l'incendie.
- Les anciennes constructions dans ces zones présentes un risque pour leurs occupant et pour les habitations environnantes.

Chapitre III : Etude empirique


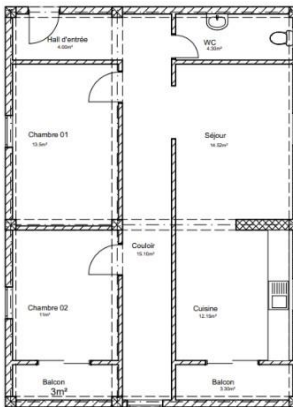
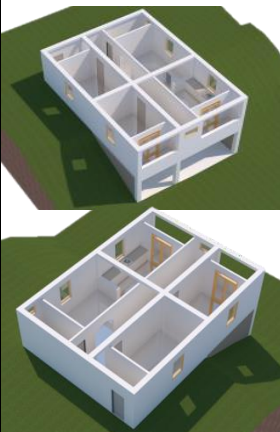

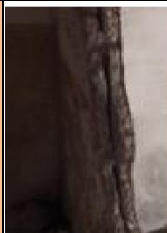




6 Simulation :

Dans cette partie nous allons choisir deux exemples parmi les maisons de village en en fonction de critères tels que leur degré de dommage, leur emplacement critique entouré par les végétations.

6.1 Présentation de 2 exemples :

Maison A5 :

Tableau 12 : présentation d’exemple 01. Source : Auteur 2024.

| | Situation | Plan et programme | 3D | Etat post incendie |
|--------------|---|--|---|--|
| presentation | <p>La maison se situe côté nord-ouest de village Ait Usaleh. Entourée par une végétation compacte</p>  |  |  |  |
| | mur | toit | sol | Ouvertures |
| Etat |    |  |  | |

Observations :

La maison a subi des dommages considérables :


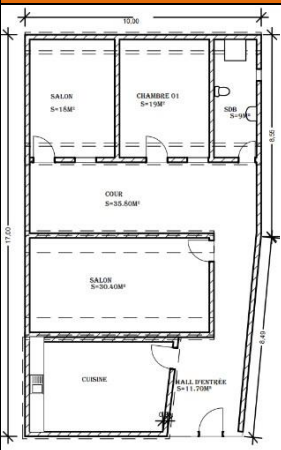






- Principalement cela du à son environnement. Entouré de végétation ce qui a entrainé la propagations de feux par tous les côtés.
- La maison est en 2 niveaux le premier est vide sans parois ce qui rend son plancher très exposer au flames comme les murs cela rend la maison à un risque accru de combustion sur toutes ces faces.

Chapitre III : Etude empirique

- De plus la chaleur s’accumule sous le plancher, provoquant la fissuration du carrelage.
- Les traces de fumée sur les ouvertures et disparition complète des fenêtres indique qu’elle sont des point d’accès des flammes à l’intérieure de la maison.
- La maison présente aussi deux balcons sur sa façade principale avec des grandes ouverture en vitre ce qui augmente sa vulnérabilité
- En revanche la porte de l’entrée en acier démerée intacte, ce qui témoigne de sa robustesse face au feu.

Maison E10 :

Tableau 13 : présentation d’exemple 01. Source : Auteur, 2024.

| | Situation | Plan et programme | 3D | Etat post incendie |
|--------------|--|--|---|--|
| presentation | <div>La maison se situe côté est de village Ait Usaleh. Entourée par une végétation compacte</div> <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |
| Etat | murs | toit | sol | Ouvertures |
| | <div></div> | <div></div> | <div></div> | <div></div> |

Observations :

Chapitre III : Etude empirique

- Cette maison se situe sur l'extrémité du village de son côté est en contact direct avec les espaces boisés sans aucune distance de sécurité. D'un autre côté entouré par d'autres habitations.
- La partie proche aux végétations est complètement endommagée tandis que l'autre partie restait presque intacte.
- Des taches de fumée au niveau de faux plafond due à l'accumulation des brandons entre les tuiles et les faux plafonds résultant de la propagation de feux à travers l'ossature en bois qui est complètement brûlée.
- Des grandes fissurations au niveau de mur
- La toiture en tuile est restée intacte par contre la partie couverte avec les plaques fibrociment est complètement consumée par les flammes

6.2 Simulation Ubakus :

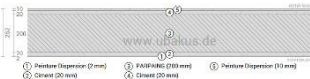

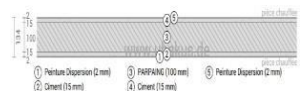
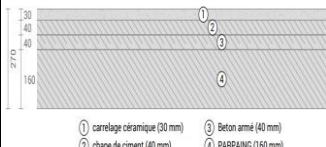
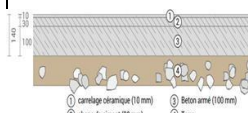
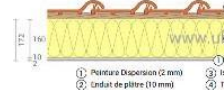
Après cette analyse nous allons examiner les caractéristiques thermiques des différentes parties des deux exemples de maison précédents à travers le logiciel Ubakus.

On prend en compte dans notre étude l'isolation thermique des différentes parties de la maison :

L'isolation thermique : La valeur U est une mesure de la conductivité thermique d'un système d'isolation. Elle est égale à l'inverse de la valeur R ($U = 1/R$)¹. Plus la valeur U est basse, meilleure est l'isolation thermique². La valeur U d'une couche isolante dépend de la conductivité thermique λ (lambda) du matériau et de son épaisseur : $U = \lambda / \text{épaisseur}$ est le processus de réduction du transfert de chaleur entre des objets en contact thermique ou dans la plage d'influence radiative.

Chapitre III : Etude empirique

Tableau 14 : Etude ubakus. Source : Auteur, 2024.

| Maison A5 | | Maison E10 | |
|---|---|---|---|
| <p>La paroi extérieure se compose des blocks du parpaing de 20/35 cm revêtu d'une couche du ciment de 2 cm et du la peinture dans les deux faces.</p>  | <p>Isolation thermique $U = 0,68 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>bon mauvais</p> | <p>se compose de la pierre naturelle revêtu d'une couche de ciment</p>  <p>et de la peinture dans les deux faces.</p> | <p>Isolation thermique $U = 2,87 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>bon mauvais</p> |
| <p>se compose des blocks du parpaing de 10/35 cm revêtu d'une couche du ciment et du la peinture dans les deux faces.</p>  | <p>Isolation thermique $U = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*</p> <p>bon mauvais</p> | <p>se compose de la pierre naturelle revêtu d'une couche de ciment et de la peinture dans les deux faces.</p>  | <p>Isolation thermique $U = 2,53 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*</p> <p>bon mauvais</p> |
| <p>est constitué d'une dalle à corps creux recouverte d'une chape en ciment d'une épaisseur de 4 cm,</p>  <p>qui est ensuite revêtue d'un carrelage céramique d'une épaisseur de 3 cm.</p> | <p>$U = 2,27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>bon mauvais</p> | <p>se compose du dallage de 10 cm couvert d'une</p>  <p>chape du ciment revêtu avec du carrelage céramique.</p> | <p>$U = 3,77 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>bon mauvais</p> |
| <p>constitué d'une dalle à corps creux composée de hourdis de 16 cm,</p> | <p>maisonA5 toiture corps crue</p> <p>Isolation thermique $U = 0,86 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>Hygrométrie Sèche en 50 jours Condensation: 378 l</p> <p>bon mauvais bon</p> |  | <p>Isolation thermique $U = 0,04 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ GEG 2020 Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$</p> <p>bon mauvais</p> |

Synthèses : Selon cette comparaison de l'isolation thermique des éléments de construction de chaque maison, il est clair que : L'isolation thermique d'un matériau ne correspond pas nécessairement à sa réaction réelle face au feu

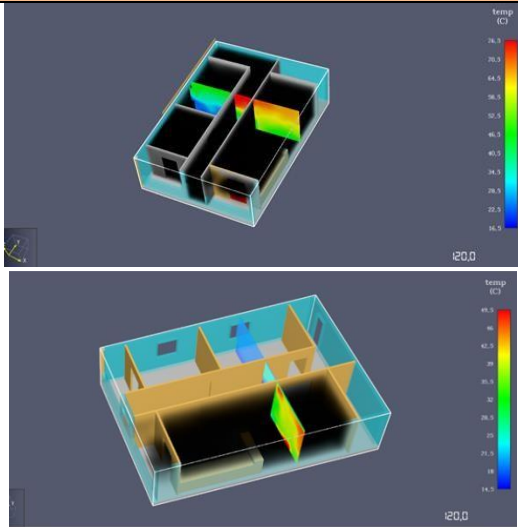
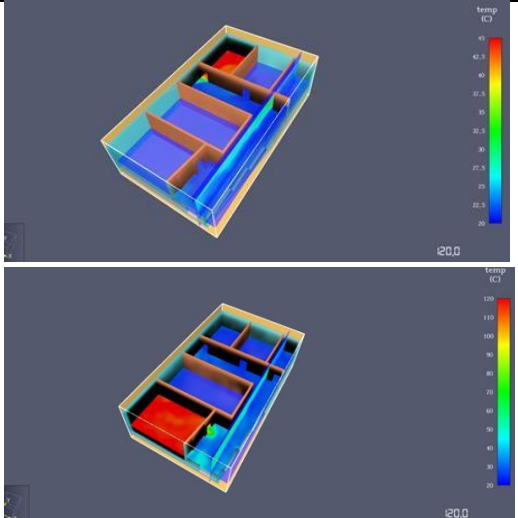
Chapitre III : Etude empirique

Un mur en pierre présente une conductivité thermique plus élevée qu'un mur en parpaing bien que le mur en pierre soit plus résistant au feu. Cette comparaison met en évidence une divergence entre les propriétés thermiques et la résistance au feu des matériaux de construction.

Simulation pyrosim :

Cette simulation consiste à comparer les matériaux de construction des deux exemples précédents afin de voir l'influence du choix des matériaux sur la propagation du feu dans l'habitat.

Tableau 15 : Etude pyrosim. Source : Auteur, 2024.

| Résultats : | Observations |
|---|---|
|  | <p>La maison A5, construite entièrement avec des murs en parpaing, a été testée pour la propagation du feu. Après 120 secondes, il a été constaté que le feu s'était propagé dans toute la maison.</p> <p>Lors du deuxième essai, les murs en parpaing ont été remplacés par des murs en pierre de la même épaisseur, soit 10 cm. Il a été observé que le feu ne s'était propagé que dans la même pièce, sans atteindre les autres parties de la maison pendant ce temps.</p> |
|  | <p>La maison E10 qui comporte deux parties différentes : une en parpaing et l'autre en pierre. Lorsque le feu a été déclenché dans la partie en pierre, il ne s'est pas propagé au reste de la construction. En revanche, dans le deuxième cas, où le départ de feu a été déclenché dans la partie en parpaing, le feu s'est propagé à toute la maison après 120 secondes.</p> |

Synthèses :

Chapitre III : Etude empirique

Le choix des matériaux de construction est un des principaux facteurs influençant la vulnérabilité d'une habitation au feu. Dans ce cas, nous avons observé comment la pierre a minimisé la propagation du feu dans l'habitation, contrairement au parpaing qui a permis au feu de se propager rapidement.

7 Entrevue :

Lors de notre visite sur site, nous avons effectué des entretiens avec 20 habitants, principalement ceux des maisons partiellement touchées et quelques-uns dont les habitations n'ont pas été affectées. En effet, les habitants dont les constructions ont été entièrement détruites ont quitté le village, ce qui a limité notre capacité à les interroger.

Tout d'abord, nous avons interrogé les habitants sur l'état de leurs constructions avant l'incendie. Certains témoignages ont révélé que leurs maisons étaient dans un bon état, tandis que d'autres ont mentionné habiter des constructions héritées de leurs ancêtres, ayant déjà subi quelques effondrements, des fuites au niveau des toitures et des chutes de revêtement, ainsi que des parties de tuiles tombées en raison d'intempéries.

Ensuite, nous leur avons demandé comment l'incendie s'était propagé jusqu'à leurs constructions et comment les flammes ont pénétré à l'intérieur de leurs habitations. Tous ont mentionné que les végétations à proximité de leurs habitations ont pris feu, puis les flammes se sont propagées à leurs constructions. La plupart ont souligné que les fenêtres ouvertes ont permis aux flammes d'accéder à l'intérieur, tandis que celles fermées ont rapidement éclaté sous l'effet de la chaleur, laissant les flammes pénétrer. De plus, ils ont indiqué que les fuites et le manque d'étanchéité dans les toitures, notamment celles en tuile, ont favorisé l'accès des flammes. Certains ont également mentionné que la présence de combustibles dans leurs caves a déclenché le feu, qui s'est ensuite propagé dans le reste de la maison. Par exemple, l'un d'eux a évoqué une bouteille de gaz qui a explosé sous l'effet de la chaleur diffuse de l'incendie à l'extérieur de la maison, enflammant ainsi la maison. Finalement, nous leur avons demandé de nous parler de la mort des vingtaine de victimes et comment cela a été causé. Ils ont mentionné que les victimes ont essayé de fuir avec leurs voitures et que les flammes les ont encerclés sur la route menant vers la R43, malheureusement, ils n'ont pas pu fuir.

8 Recommandations:

➤ D'après l'étude de vulnérabilité de village Ayt Usalh à l'échelle urbaine, les recommandations suivantes ont été retenues :

Chapitre III : Etude empirique

- Planification compacte et groupée : Privilégier une planification urbaine compacte et regroupée dans les zones habitées en forêt, afin de limiter l'extension urbaine et de réduire les risques liés aux incendies.
- Forme urbaine groupée : Opter pour des formes urbaines groupées plutôt que linéaires, ce qui contribue à une meilleure protection contre les incendies en réduisant la propagation des flammes.
- Élargissement des voies et accessibilité : Élargir les routes et garantir l'accessibilité des constructions aux véhicules de secours pour permettre une intervention rapide en cas d'incendie.
- Implantation de points d'eau : Installer des points d'eau stratégiques pour assurer des sources d'approvisionnement en eau pour les secours lors des incendies, facilitant ainsi les opérations de lutte contre le feu.
- Évitement des impasses : Éviter la conception de voies en impasses pour faciliter l'évacuation des habitants en cas d'urgence et permettre un accès plus facile aux secours.
- Distance de sécurité par rapport à la forêt : Maintenir une distance minimale de 50 mètres entre les constructions et la forêt afin de réduire le risque de propagation des incendies vers les habitations.
- Débroussaillage des voies : Débroussailler une bande de 10 mètres de part et d'autre des voies pour limiter la propagation des incendies et faciliter l'accès des secours.

Ces recommandations visent à renforcer la résilience des zones urbaines situées en milieu forestier face aux incendies et à garantir la sécurité des habitants et des habitations.

➤ Après le diagnostic des habitations de village Ayt Usaleh , nous avons retenu ces recommandations sur l'échelle architecturale :

Toiture :

- Veiller à ce que les tuiles soient correctement fixées et bien entretenues pour empêcher les incendies d'accéder aux parties combustibles de la toiture telles que le faitage et le revêtement d'étanchéité.
- Utiliser des bardages en bois raboté pour réduire la susceptibilité au feu.

Ouvertures :

- Opter pour des fenêtres conformes à la réglementation thermique actuelle, équipées de double vitrage et d'une étanchéité à l'air pour une protection maximale.

Chapitre III : Etude empirique

- Installer des dispositifs d'occultation efficaces pour les vitrages.
- Éviter l'utilisation de menuiseries standard en PVC.
- Protéger les fenêtres, portes et aérations avec des grilles métalliques ou des volets métalliques pour prévenir la pénétration des flammes.

Aménagements extérieurs :

- Maintenir la végétation et tout combustible potentiel à distance de la maison.
- Limiter les aménagements extérieurs en bois tels que les escaliers, terrasses et pergolas pour réduire les risques d'incendie.
- Privilégier la construction sur une dalle au sol lorsque cela est possible. En cas de nécessité d'un plancher surélevé, veiller à clore la zone sous le plancher avec un matériau non combustible au niveau du sol.
- Fermer chaque interstice afin d'éviter l'entrée de brandons.
 - D'après les simulation et l'entrevue nous avons retenu les recommandations suivantes :
- Choisir les matériaux les plus adaptés : Les matériaux ignifuges présentent diverses caractéristiques qui les rendent plus ou moins résistants au feu, comme le parpaing et la pierre. Bien que ces deux matériaux soient classés M0 (incombustibles) selon la classification européenne, la pierre est beaucoup mieux adaptée aux feux de forêt.

Conclusion :

Le village d'Ayt Usalah est un exemple idéal de milieu propice à la propagation des feux de forêt en raison de sa topographie, de son climat, de son environnement forestier et de la dispersion de ses habitations ainsi que de ses voies étroites. Après notre démarche de diagnostic, de simulation et d'entretiens, nous avons conclu que les éléments constructifs doivent être soigneusement réfléchis, qu'il s'agisse de leur forme, de leurs matériaux ou de leur mise en place. Le choix des matériaux est d'une importance cruciale : les maisons en pierre ont subi moins de dommages que celles en parpaing. De plus, l'étanchéité et l'entretien jouent un rôle majeur dans la préservation des constructions face aux incendies.

CHAPITRE IV : Projet fin d'étude.

Introduction :

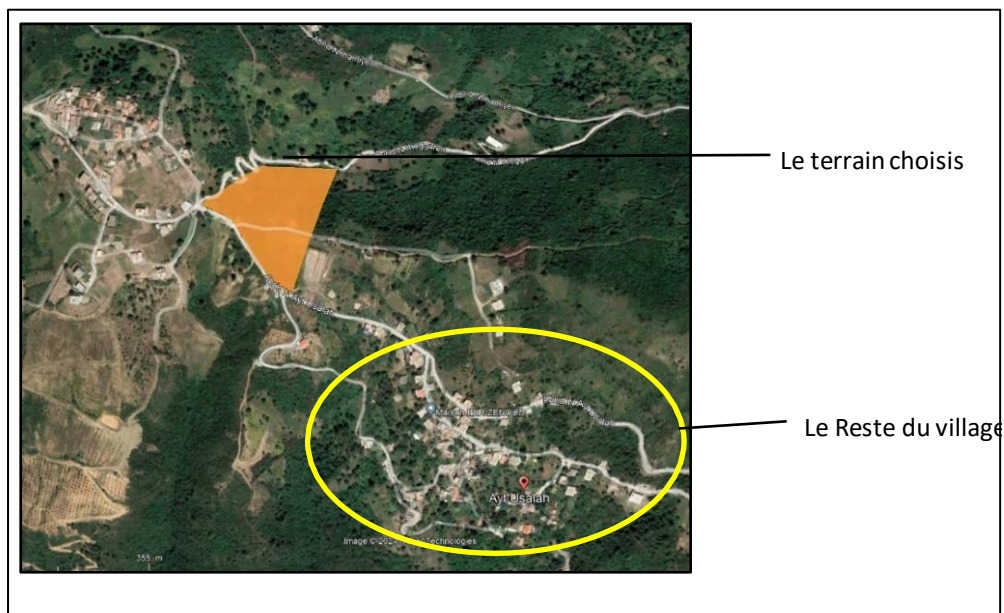
Dans ce chapitre, nous entreprendrons l'analyse d'exemples de villages ayant été confrontés à des incendies dévastateurs, dans le but d'étudier les interventions menées par les autorités afin de réduire les risques d'incendie. Ensuite, nous nous pencherons sur un exemple à l'échelle architecturale dans les forêts australiennes, afin d'étudier sa rigidité et les mesures prises dans sa conception. Après avoir sélectionné le projet et le site d'intervention, nous aborderons les différents scénarios proposés pour sa réalisation, ainsi que les choix effectués. Enfin, nous nous attarderons sur la morphogenèse du projet et les idées qui ont façonné son évolution jusqu'à son aspect final.

1 Choix de Projet fin d'étude :

Le choix de projet fin d'étude c'est porté sur l'habitat groupé, cela revient en premier lieu aux synthèses retirées des chapitres précédents qui révèle que l'organisation groupée des habitations joue un rôle cruciale dans sa résistance au feu.

2 Motivations de Choix de site d'intervention :

Le choix du site d'intervention est basé sur le cas études antérieures. Cela nous permettra de placer le futur projet dans des conditions climatiques et environnementales similaires à celles des exemples étudiés, comme le vent dominant et la proximité de la forêt, afin de résoudre le problème de vulnérabilité au feu des habitations. Ainsi, le projet sera implanté dans le même village, Ayt Usaleh, et comprendra le même type d'habitations que celles du village, assurant une sécurité optimale contre les incendies tout en intégrant les commodités essentielles qui manquent actuellement dans le village analysé. Le terrain choisi se trouve du côté nord-ouest du village.



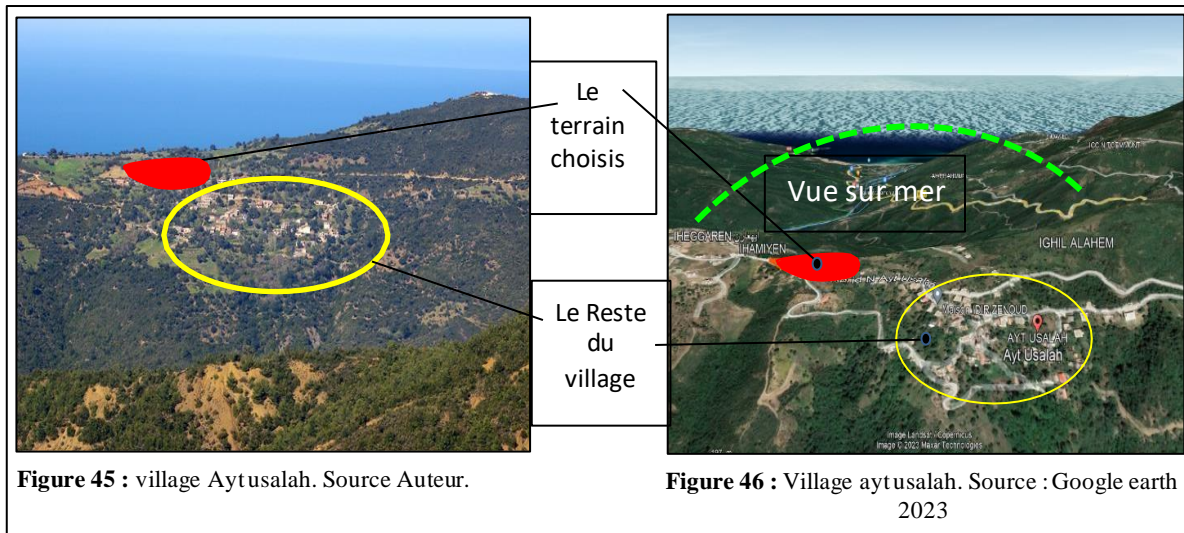
Chapitre04 : Projet fin d'étude.

Figure 44 : Terrien d'intervention. Source : google earth 2023

Le choix du terrain où nous allons implanter le projet est fondé sur plusieurs facteurs :

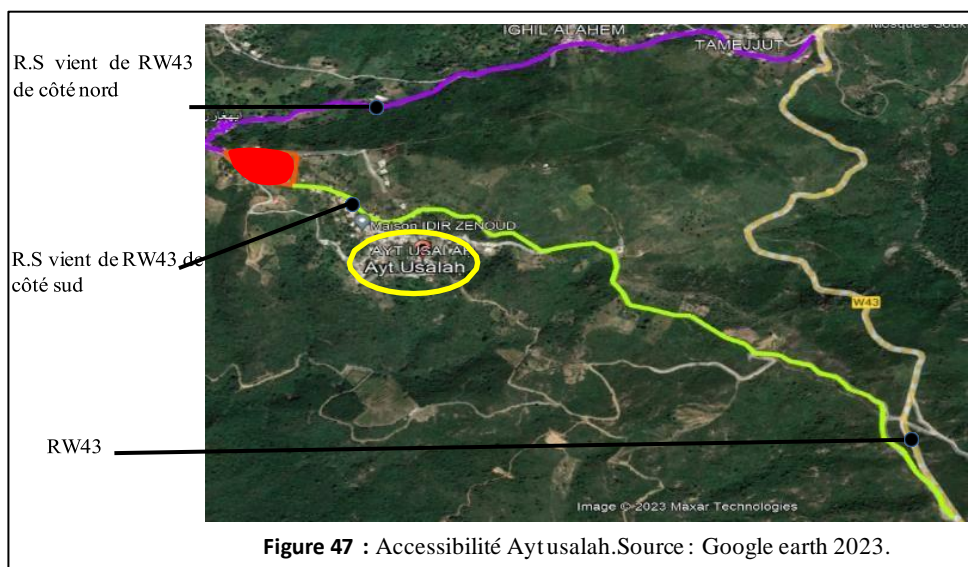
2.1 La vue :

Comme indiqué dans l'analyse du site, le village d'Ait Ussalh est installé sur un terrain accidenté qui, de par sa disposition, détourne le regard de la Méditerranée, entravant ainsi la possibilité d'avoir une vue sur la mer. C'est la raison pour laquelle nous avons opté pour un terrain situé au sommet du village, offrant ainsi une vue panoramique sur la mer.



2.2 Accessibilité :

Un terrain qui est accessible par deux routes secondaires provenant de la RW43 afin d'assurer une meilleure accessibilité.



Chapitre04 : Projet fin d'étude.

2.3 La topographie :

Le terrain choisi est situé sur la crête de la colline, ce qui a pour effet de réduire la pente par rapport au reste du village avec une différence du pourcentage du pente de 43.25%. Pour réduire la propagation de feux.



Figure 48 : Coupe topographique de village Ayt usalah. Source : Auteur 2024

2.4 Les vents :

Le terrain choisi détourne le regard de reste de village qui est exposé au vents estivant venant de coté sur et qui favorise la propagation de feux de été.

NB : L'analyse de site est faite dans le chapitre précédant

3 Analyse des exemples bibliographiques :

3.1 A l'échelle urbaine :

Afin de mieux appréhender les interventions pouvant être réalisées dans des villages exposés aux risques d'incendies de forêt, nous avons choisi deux villages particulièrement susceptibles à ces catastrophes et ayant subi des dommages importants avant que les autorités n'interviennent pour résoudre ou du moins atténuer ces dangers.

Ce choix d'exemple vise à analyser les mesures prises pour renforcer la résilience de ces communautés face aux incendies de forêt, mettant en lumière les stratégies et les initiatives efficaces déployées pour réduire la vulnérabilité des villages aux dangers naturels.

3.1.1 Exemple 01 : La Fare-les-Oliviers

3.1.1.1 Présentation :

La Fare-les-Oliviers compte environ 6 500 habitants, sa superficie est de 13.98 km². Son altitude par rapport au niveau de la mer est comprise entre 27 et 223 m. Sa densité de population était de 493 hab./km² en 2010 (Source INSEE).

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

3.1.1.2 Situation géographique :

La Fare-les-Oliviers est un village provençal situé dans le côté sud-est de France. Plus exactement dans le département des Bouches-du-Rhône Elle est entourée de villes et villages importants tels que Berre l'Etang situé à seulement 10 km au Sud, Salon de Provence à 15 km au nord, Aix en Provence à une vingtaine de km à l'Est et Marseille à une trentaine de kilomètres au sud- Est.



Figure 49 : Village La Fare-les-Oliviers source www.lafarelesoliviers.com



Figure 50: Situation géographique de village La Fare-les-Oliviers

3.1.1.3 Danger de site :

Il est surplombé au nord d'un grand plateau de garrigues qui, malheureusement, brûle régulièrement. Le feu poussé par le mistral a sur ce plateau des vitesses de propagation importantes. En 1980 et 1989, deux grands incendies ont atteint la frange nord du village en menaçant directement les habitations.



Figure 51 :Feux de forêt à La Fare-les-Oliviers

3.1.1.4 Actions d'intervention :

En 1989, face à la menace des incendies, la municipalité a pris deux initiatives décisives :

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

Le Plan Intercommunal d'Aménagement Forestier : (PIDAF) a été élaboré pour réduire la vulnérabilité du site aux incendies en intégrant diverses stratégies de gestion, telles que la gestion pastorale, l'aménagement de zones agricoles en interface, la création de pistes et l'installation de citernes.

Le Schéma Départemental de Prévention des Incendies de Forêts : a été spécifiquement conçu pour le massif de collines de Lançon, adaptant ainsi les mesures préventives et les protocoles d'intervention rapide à ses caractéristiques uniques.

Une zone "tampon" : a été établie au nord du village pour servir de barrière physique contre la propagation des incendies vers les zones habitées. Cette zone tampon, dépourvue de végétation inflammable, est aménagée avec des cultures résistantes au feu, telles que les oliviers et les amandiers.



Figure 52: Zone tampon le village Fare-des-oliviers. Source : google earth 2024.

L'utilisation stratégique de l'olivier dans la zone tampon est particulièrement pertinente, car cette plante est réputée pour ses qualités ignifuges, notamment sa capacité à retenir l'humidité et à nécessiter peu d'eau. (Isabel, 2017).

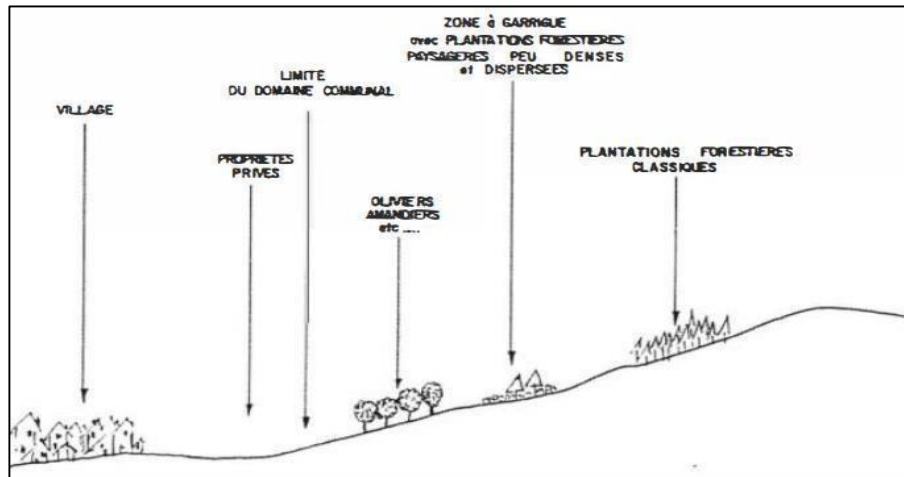


Figure 53 : Coupe schématique de la zone tampon Source : (Jean LABADIE, 1994)

Combinée à d'autres mesures telles que la piste D.F.C.I. (Défense des Forêts Contre l'Incendie) et la bande débroussaillée de sécurité, la zone tampon agricole renforce la protection contre les incendies, en éloignant tout front de feu potentiel des habitations sur une distance significative.

Ces actions coordonnées reflètent l'importance de la coopération intercommunale dans la prévention des incendies de forêt, en mettant en œuvre des solutions variées et complémentaires pour réduire les risques et protéger les communautés locales.

3.1.2 Exemple 02 : Village Kayabuki no Sato

3.1.2.1 Présentation :

Connu sous le nom de village au toit de chaume de Miyama, Kayabuki no Sato a un pourcentage plus élevé de fermes au toit de chaume que partout ailleurs au Japon.

Cela le rend très populaire auprès des touristes, qui aiment se promener parmi les plus de 40 villas traditionnelles au toit de chaume et même passer la nuit dans l'une d'entre elles.



Figure 54 : Village Kayabuki no Sato à Japon. Source : www.japan-experience.com

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

3.1.2.2 Situation géographique :

Kayabuki no Sato est situé dans la préfecture de Kyoto, dans la région du Kansai, au Japon. Plus précisément, il se trouve dans la ville de Miyama, qui est connue pour son paysage rural préservé et ses maisons traditionnelles.



Figure 55: Situation géographique de village.
Source : google maps , 2024.

3.1.2.3 Danger de site :

La région de Miyama est caractérisée par ses collines boisées en l'an 2000, un incendie a détruit plusieurs maisons. La nature des constructions en bois avec des toitures en chaume afflige ces maisons et les rend très vulnérables aux incendies.

3.1.2.4 Action d'intervention :

Après les incendies de 2000, les autorités ont décidé d'installer un système de gicleurs spécial pour couvrir tout le village. 62 arroseurs métalliques dans de petites maisons traditionnelles en bois stratégiquement placés pour couvrir toutes les maisons au toit de chaume.

Lorsque le système est activé, les toits de ces maisons s'ouvrent de sorte que les gicleurs internes donnent l'air.



Figure 56 : Système d'irrigation de village.
Source : www.odditycentral.com



Figure 57 : Système d'irrigation de village.
Source : lecoqetlecerisier.wordpress.com

3.2 A l'échelle architecturale : la maison hors raison :

3.2.1 Situation géographique :

La maison anti-feu de Simon Anderson se trouve dans les Blue Mountains, une région montagneuse située à l'ouest de Sydney, en Nouvelle-Galles du Sud, en Australie, renommée pour sa beauté naturelle et son riche patrimoine écologique (Fournier, 2021). Les Blue Mountains sont réputées pour leur végétation dense et leur climat sec, ce qui en fait une zone propice aux incendies de forêt.

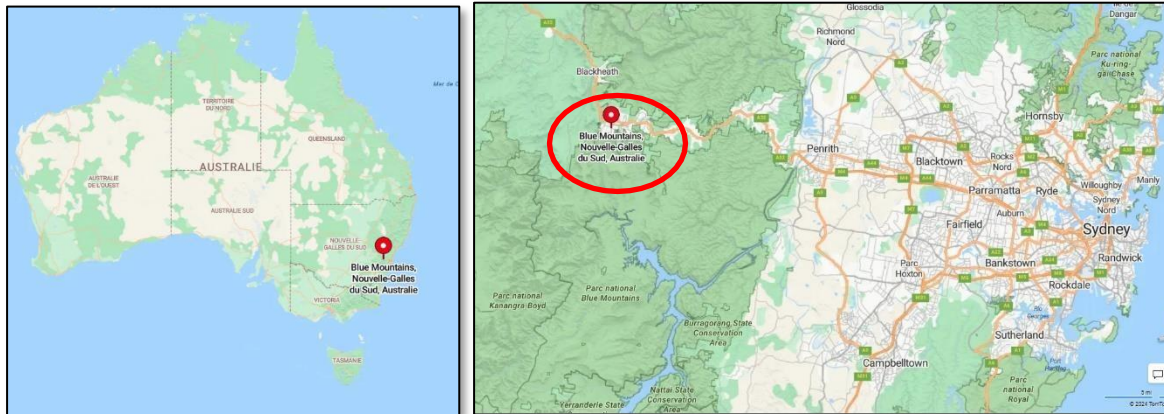


Figure58: Situation géographique de projet google maps : 2024

3.2.2 Présentation du projet :

La maison anti-feu de Simon Anderson se distingue par sa localisation au cœur du parc national des Blue Mountains. Elle a été soigneusement conçue pour résister aux incendies de forêt, résultat d'une étude approfondie menée par Simon Anderson lui-même. Cette construction utilise des matériaux ignifuges et une conception spécifique adaptée aux conditions de cette région boisée et aride, sujettes à des incendies à certaines périodes de l'année. Ce projet a également marqué un jalon important pour le cabinet en matière de maisons hors réseau, démontrant ainsi leur expertise en matière de construction durable. Avec une surface de 94m², cette maison anti-feu représente une prouesse technique, soulignant l'importance cruciale de la prévention et de la sécurité face aux dangers environnementaux.

3.2.3 Cabinet de réalisation :

Anderson architecture, est un cabinet d'architecture se situe à Sydney , en Australie depuis 2002. Dirigé par l'architecte Simon Anderson. Spécialisé dans la conception et la réalisation de projets résidentiels durable et de haute qualité, le cabinet se distingue par son expertise diversifiée et son engagement envers l'architecture contemporaine.





La philosophie du ce cabinet met l'accent sur l'humanisation de l'architecture contemporaine et la connexion avec la nature qui se reflète sur l'intégralité de leurs projets.

3.2.4 Actions d'intervention pour la préservation contre le risque de site(feux de forêt) :



La volonté de l'architecte Simon Anderson de créer sa propre maison au cœur d'une forêt, afin de profiter du paysage enchanteur entouré par de vastes étendues boisées loin de l'agitation de la ville, l'a poussé à relever le défi de concevoir une habitation adaptée à un environnement sujet à des incendies récurrents chaque année. Cette ambition l'a conduit à réfléchir méticuleusement à chaque aspect de la maison, avec pour objectif principal d'assurer sa résilience face aux incendies, permettant ainsi de profiter des qualités paisibles du site sans compromettre la sécurité. Cela c'est reflété sur l'architecture de la maison à travers :

Tableau 16 : Analyse de la maison Hors raison .Source : Auteur, 2024.

| plan et organigrammes | Façade |
|---|---|
|  <p>La maison est une habitation de 94 m² est divisée en deux volumes ressemblant à des cabanes positionnés dans des directions opposées optimise la pénétration du soleil en hiver et la ventilation transversale en été une entrée centrale.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Les espaces jour ont une relation directe et forte entre eux. -Les espaces nuit donne vers un seul couloir. - Les espaces jours sont à l'ouest, avec une cuisine américaine, une salle à manger et un salon qui s'ouvrent sur une grande terrasse. Les chambres sont à l'est, avec deux chambres et un lit mezzanine au-dessus du couloir ; Ce pavillon contient également une salle de bain et une buanderie. |  <ul style="list-style-type: none"> -Les façades sont recouvertes d'un panneau de ciment à faible teneur en carbone, donnant l'apparence de bois patiné. Ce qui reflète le paysage environnant -Les portes vitrées glissent sur les deux faces de cette pièce, créant un porte-à-faux semblable à une grotte. -Toutes les surfaces vitrées sont couvertes , |
| Caractéristiques : | |
| Performance contre les feu de forêt : | |

| | | |
|--------------|--|---|
| Entièrement | <p>La maison est construite le long d'une ligne de crête, le terrain escarpé entourée par des larges terrains boisée de tous les côtés , ce qui la rend très susceptible au risque d'incendie, cependant l'architecte à l'emmener toute construction à moins de 5 m de l'habitation.</p> |  |
| Mur et dalle | <p>Planché en dalle de béton ignifuge de plain pied et d'un système de murs préfabriqués et remplis de béton avec une couche d'isolation à l'extérieur</p> |  <p>Le béton apporte une masse thermique et une résistance au feu aux termites.</p> |
| Ouvertures | <p>Un grand auvent métallique est un élément soigné et polyvalent le long du côté sud de l'espace de vie. Il peut être complètement soulevé ou placé horizontalement pour la protection contre les intempéries sur le pont en dessous. Fermé par treuil, il ferme cette partie de la maison, avec une couverture anti-feu sur la face inférieure protégeant le verre de la chaleur et des flammes.</p> |  <p>Des moustiquaires métalliques protègent les autres fenêtres du chaud d'été et des braises possibles et de la rayonnante du feu, et stores horizontaux ouvrants ombragent les fenêtres de la chambre orientées au nord.</p>  <p>Les fenêtres à double vitrage sont conformes à la norme BAL-40, dans la taille maximale autorisée par la norme de construction des feux de brousse</p> |

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

| | |
|-----------------------|--|
| Toiture | <p>Chaque partie de la maison a un toit en skillion à forte pente orienté dans des directions</p> <p>Le toit au-dessus des chambres se soulève vers le nord pour permettre au soleil d'hiver de réchauffer les espaces. Les angles raides du toit aident également à perdre les feuilles et à réduire les charges de neige.</p>  <p>Le toit au-dessus de l'espace de vie s'élève vers le sud pour capturer des vues sur l'escarpement et fournir une pente orientée au nord pour les panneaux solaires</p> |
| Revêtement extérieure | <p>Revêtement extérieur en panneaux oxyde de magnésium résistant aux incendies.</p>  |
| Etanchéité | <p>Lorsque toutes les portes et fenêtres sont fermées, la maison est très étanche à l'air, ce qui permet d'obtenir un résultat de test de perméabilité à l'air de seulement 3,6 renouvellements d'air par heure. Ce qui offre une sécurité optimale lors de d'un incendie .</p> |
| Autres | <ul style="list-style-type: none"> •une série d'itinéraires, dans le cas où la route qui mène à leur maison serait bloquée. •les deux toits alimentent des réservoirs d'eau d'une capacité de 30 000 litres. •un système de récupération de chaleur filtre la fumée des feux de forêts. •couverture satellite afin de continuer de recevoir des informations sur les feux, en cas de coupure d'électricité et de rupture de réseau de téléphone portable. Ils peuvent également fermer certains pare-feu à distance grâce à ce système. |

3. Synthèses : après l'analyses de trois exemples précédents, 2 à l'échelle urbaine et un à l'échelle architecturale, nous avons retenu plissures synthèses :

- Les villages sont plus exposés aux feux de forêt que les villes, Cela du à leurs postions à proximité des foret.
- Lorsque il s'agit de zones déjà construites exposées au feu, les interventions post-incendie se font sur l'échelle de village , visant à réduire de la vulnérabilité de site au feux de forêt. Tels que les actions faites sur les deux exemples antérieures , débroussage

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

pour le premier exemple et installation des systèmes d'irrigation pour le deuxième exemple sans avoir aucune intervention au niveau des constructions.

- Contrairement à la conception des nouvelles constructions sur un site sujette au feu de forêt , les interventions se font sur le niveau architecturale des constructions , et la réflexion architecturale de la construction se base sur le danger de site et la stabilité de l'habitation en cas d'incendie et la sécurité des occupants. Cela se manifeste à travers une réflexion architecturale sur la conception en commençant par les caractéristiques de site : les points d'accès et de sortie, la topographie et la végétation et l'emplacement de l'habitation. Puis l'architecture de la construction en définissant sa forme son orientation , les matériaux de constructions .

- Les constructions sujettes aux feux de forêt doivent avoir une très bonne étanchéité d'air.

- Les surfaces vitrées des constructions doivent être équipées de vitrages résistants, comme le double vitrage, et être protégées par des matériaux ignifuges, tels que les volets métalliques préconisés par Semon Anderson dans sa maison hors raison .

- Grace à toutes ces dispositifs qu'elle possède cette villa est dotée du plus haut niveau de protection contre les incendies, garantissant une résistance d'environ trente minutes aux flammes. Et elle a déjà résistée aux quatre feux de forêts tout en restant intacte.

4 Programmation :

4.1 Programmation Urbaine :

Le projet sera implanté au sein d'un village, ce qui requiert le choix d'habitat individuel et semi collectif limité à un niveau de R+1 afin de préserver l'harmonie avec le paysage rural environnant. Les constructions sauront toutes desservies d'un accès mécanique pour la facilité d'accès d'engins en cas d'incendies ce qui implique une surface de voirie importante Les espaces de détente seront conçus pour répondre aux besoins de deux catégories de personnes : les habitants du village, bénéficiant de surfaces plus généreuses, et les résidents des espaces de détente dédiés. Vu l'absence totale du commerce dans le village, ce projet va offrir un centre commerciale pour répondre à la fois aux besoins des résidents de projet et des habitants de village d'Ayt usalah.

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

Tableau 17: Programmation urbaine. Source : Auteur, 2024.

| Typologie d'habitat | Programme proposé | |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|
| | Habitat individuelle | Habitat semi-collectif |
| Nombre d'habitations | 16 | 8 |
| Nombre de places de stationnement | Privé | Public |
| | 24 | 16 |
| Surface voirie | 2900 m ² | |
| Surface espace verts | 710m ² | |
| Surface des airs de jeux | 510m ² | |
| Commerce | 1188m ² | |

4.2 Programmation Architecturale :

Le programme architectural découle d'une consultation approfondie du programme d'habitat rural ainsi que de l'analyse d'exemple précédent. Les surfaces des pièces seront augmentées de 20%, reflétant ainsi la volonté du projet d'offrir des habitations plus confortables et adaptées aux besoins des résidents.

Tableau 18 : Programmation architecturale. Source : Auteur, 2024.

| | | Habitat individuel | | Habitat semi collectif | |
|--------------------|---------------|--------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------|
| Pieces | | Nombre de pièces | Superficie en m ² | Nombre de pièces | Superficie en m ² |
| Chambre principale | Chambre | 1 | 24 | 1 | 20 |
| | Dressing | | 3.5 | | 3 |
| | Salle de bain | | 3 | | 3 |
| Chambres enfants | | 2 | 18 | 1 | 18 |
| Cuisine | | 1 | 24 | 1 | 24 |
| Séjour | | 1 | 24 | 1 | 24 |
| SDB | | 2 | 9 | 1 | 9 |
| WC | | 2 | 5 | | |
| Espace tv | | 1 | 20 | | |

5 Schéma de structure existante :

L'analyse préalable du site a mis en lumière une vulnérabilité significative aux incendies de forêt. Dans cette optique, notre approche consiste à atténuer ce risque pour les habitations du projet, tout en préservant au mieux son caractère naturel. Le schéma de structure présenté synthétise de manière exhaustive toutes les caractéristiques du site à prendre en compte pour élaborer efficacement les différents scénarios.

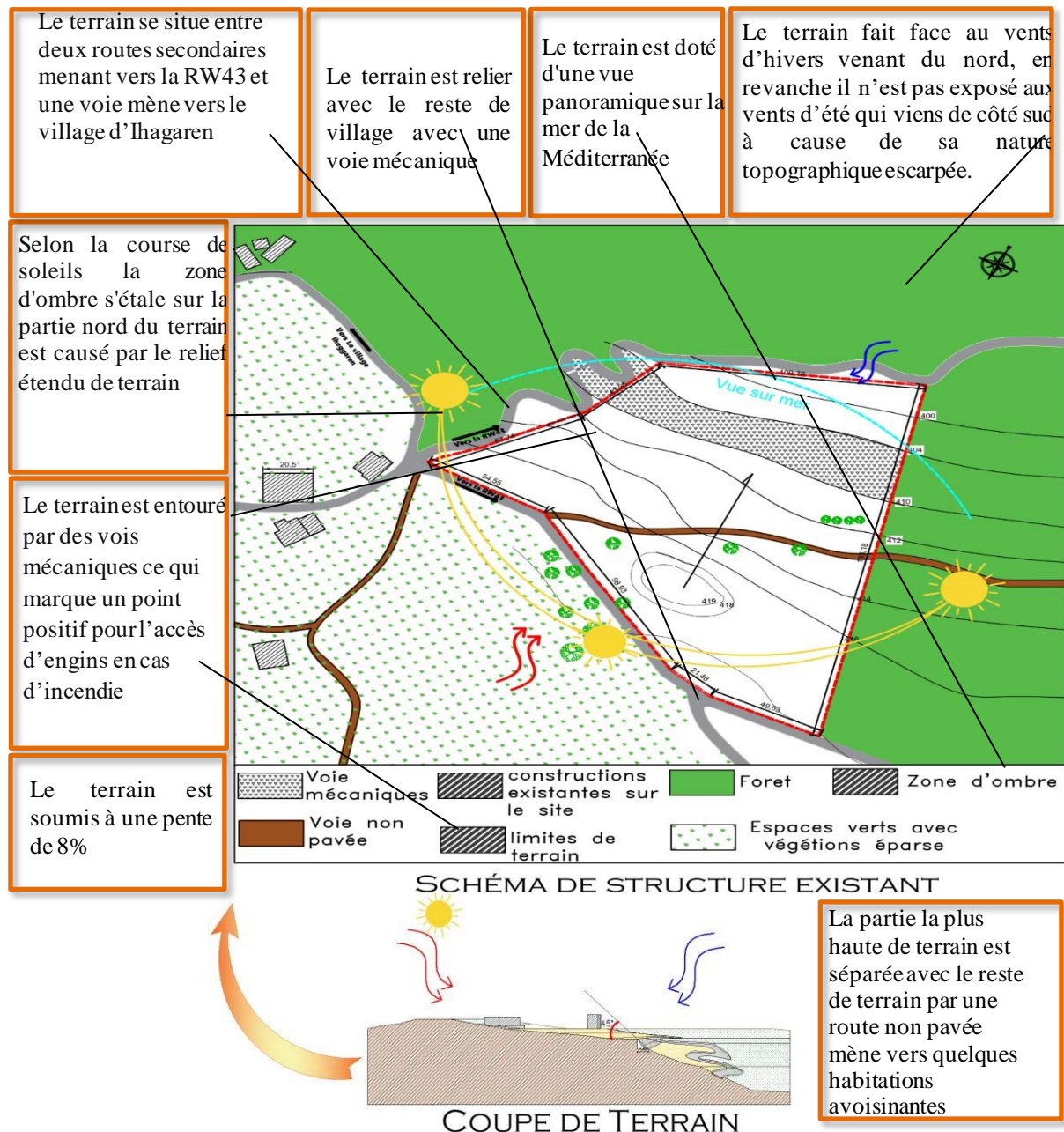


Figure 59 : Schéma de structure existant, Source : Auteur 2024

6 Schéma de principe :

À partir du schéma de structure précédent, notre approche consiste à exploiter toutes les caractéristiques positives du terrain tout en faisant face aux aspects négatifs pour concevoir le projet.

- Situé au cœur de vastes étendues de brousse, le terrain requiert en premier lieu une opération de débroussaillage sur une distance de 50 mètres aux alentours, dans le dessein de préserver l'intégrité des habitations qui s'y trouvent.
- Face à l'absence de toute infrastructure commerciale et récréative au sein du village d'Ayt Usalah, il a été décidé d'opérer une partition du terrain en deux entités distinctes : d'une part, un espace résidentiel privé, et d'autre part, une zone consacrée au commerce et aux loisirs, ouverte à l'ensemble des résidents du village. Cette séparation s'effectuera le long de l'actuelle voie piétonne, qui sera transformée en une artère accessible aux véhicules afin de permettre l'accès aux habitations et de faciliter l'intervention des secours en cas d'incendie.
- Les constructions devront être orientées de manière à minimiser l'impact des vents provenant du nord tout en maximisant la vue sur la mer.
- Le nœud des trois vois doit être valoriser et comme un repère au projet

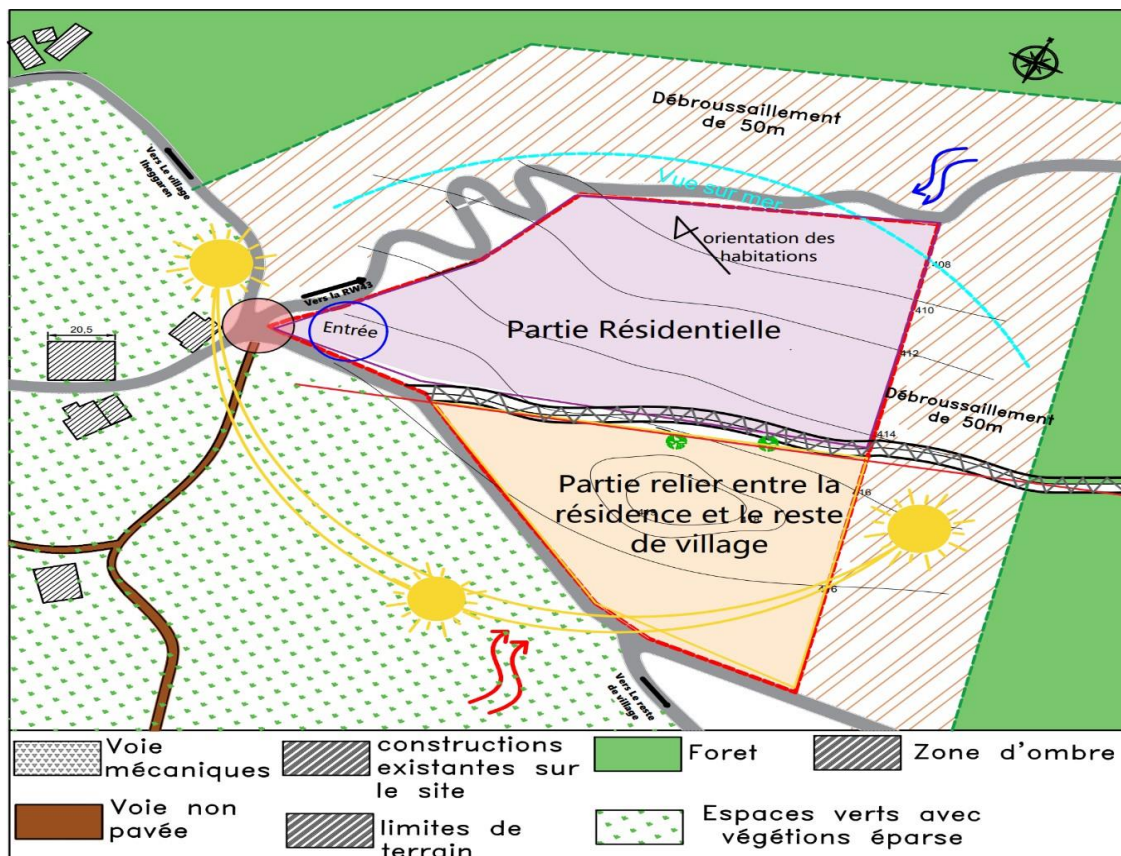


Figure 60 : Schéma de principe. Source : Auteur2024.

7 Scénarios :

7.1 S  nario01 :

Ce premier scénario consiste à organiser les habitations selon deux axes principaux. Le premier axe provient du rond-point, tandis que le deuxième axe conduit vers le reste du village. Ces axes divisent le terrain en quatre parties, centrées autour d'un espace de détente intérieur. Les habitations sont organisées selon un cercle suivant la topographie du terrain.

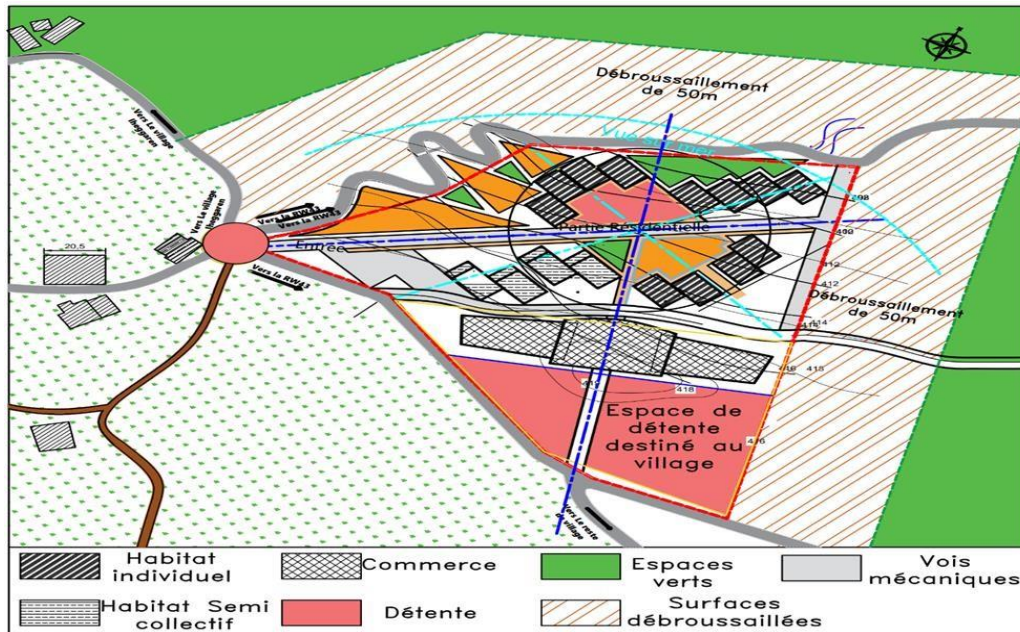


Figure 61 : Scénario 01. Source : Auteur 2024.

Prolonger l'axe du rondpoint vers la route périphérique pour assurer l'accès des engins à travers le terrain

Prolonger l'axe du voie du village pour d  viser le terrain en quarts parties

La partie sud de terrain sera réserver au commerce et à la détente pour le reste de village

Organiser les habitations selon un cercle en suivant la topographie de terrain

Réserver le centres pour les espaces en communs en le divisant en deux parties

Des placettes de détente suivant la pente

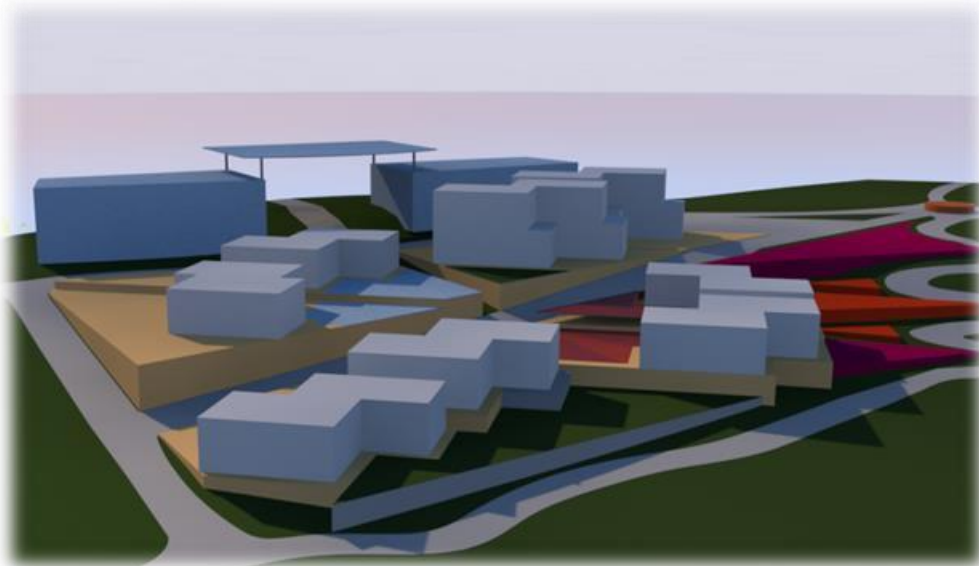


Figure 62 : 3D Scénario 01. Source : Auteur 2024.

7.2 Scénario 02 :

Ce scénario consiste à diviser le terrain en quatre parties, en suivant l'axe de la route et la topographie du terrain. La partie basse du terrain est réservée aux commerces et comprend une placette offrant une vue panoramique sur la mer.

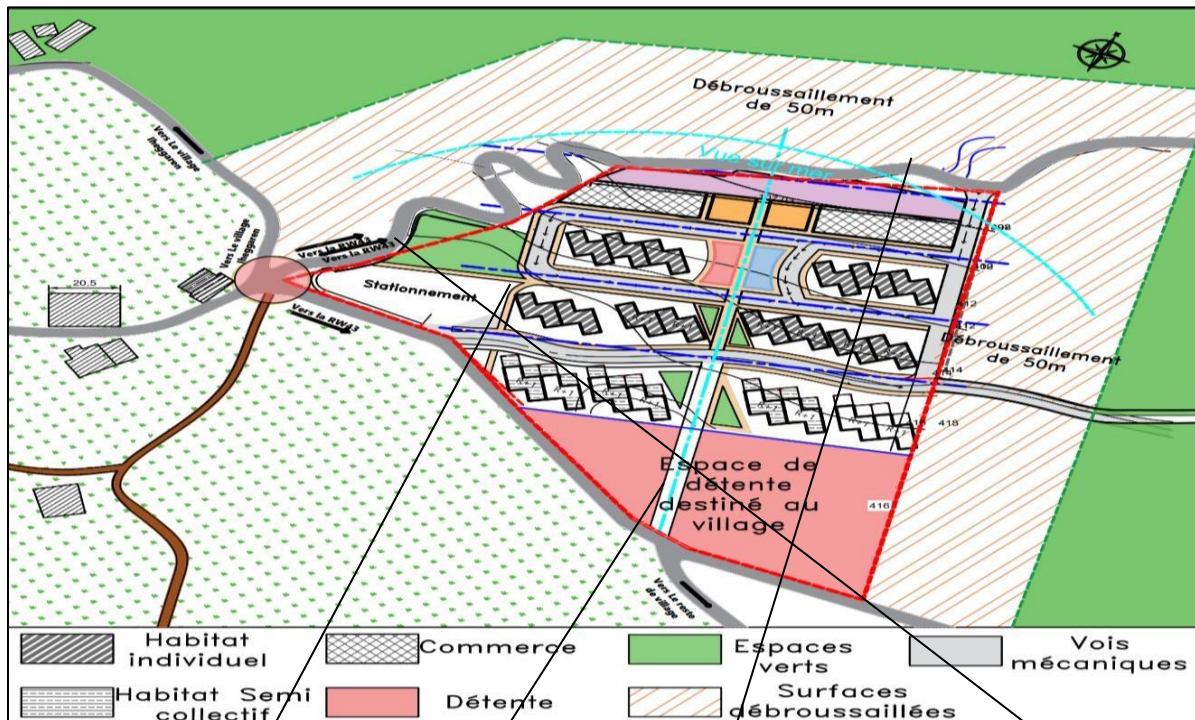


Figure 63 : Scénario 02. Source : Auteur 2024.

Diviser le terrain en 4 parties en suivant l'axe horizontale de la voie pour créer des gradins suivant la topographie du terrain

Diviser le terrain en deux parties en suivant l'axe verticale de la voie venant de village

Réunir le commerce, les placettes couvertes et ouvertes dans la partie la plus basse du terrain pour avoir une vue panoramique sur mer

Création d'une route pour engins au milieu pour avoir accès à toutes les Habitations

Réserver la partie proches du rondpoint à l'entrée et au stationnement

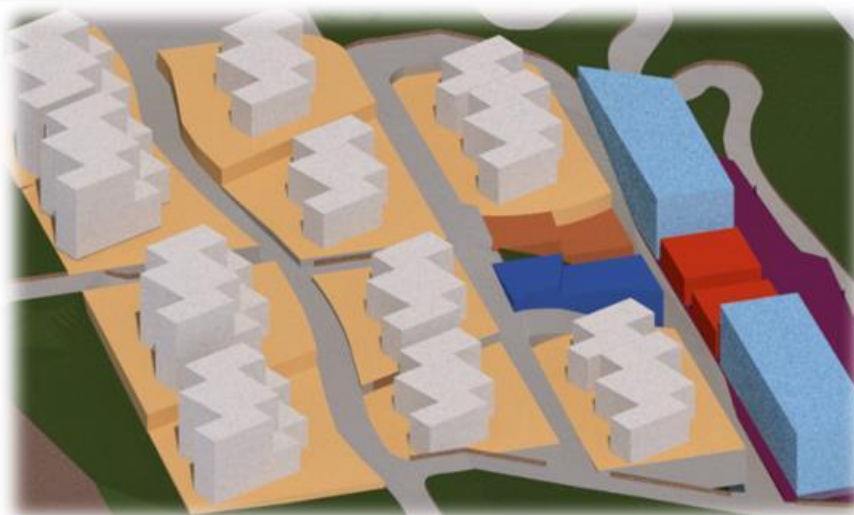
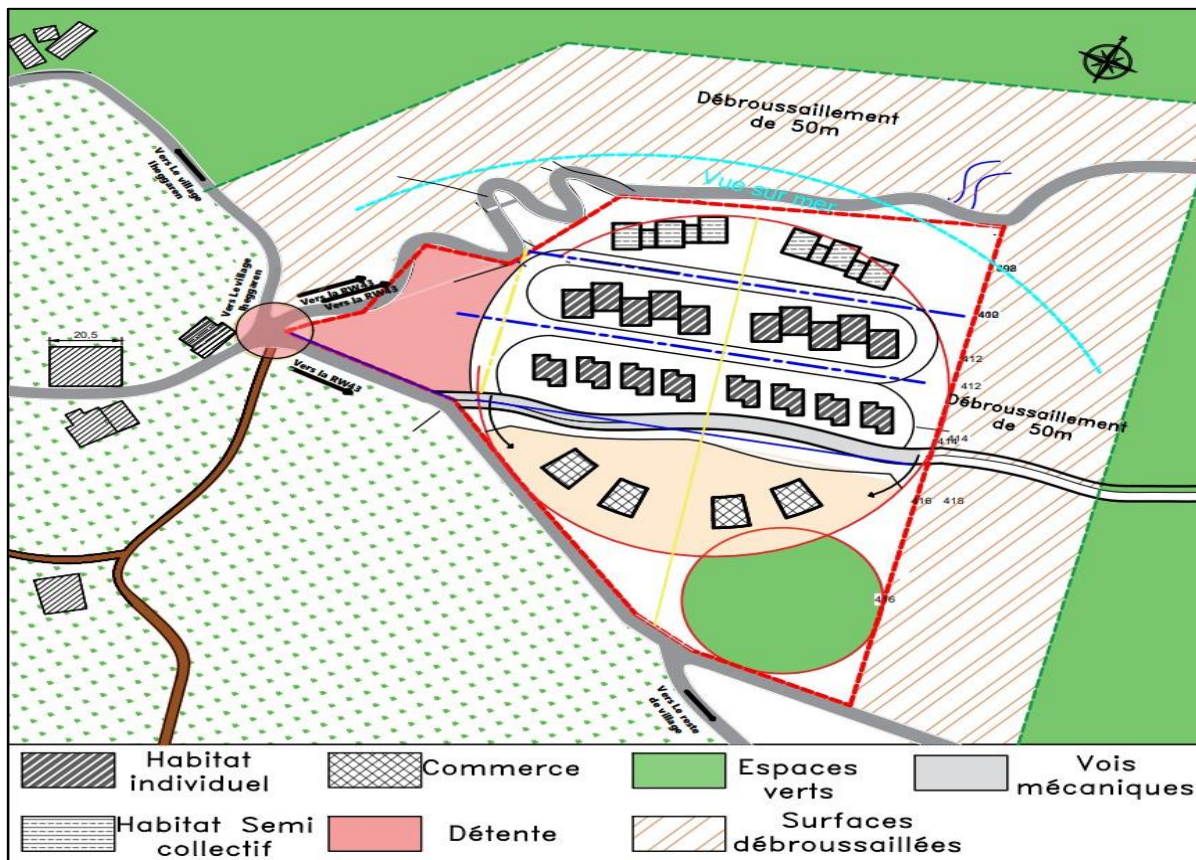


Figure 64 : 3D Scenario 02. Source : Auteur 2024.

7.3 Scénario retenu :

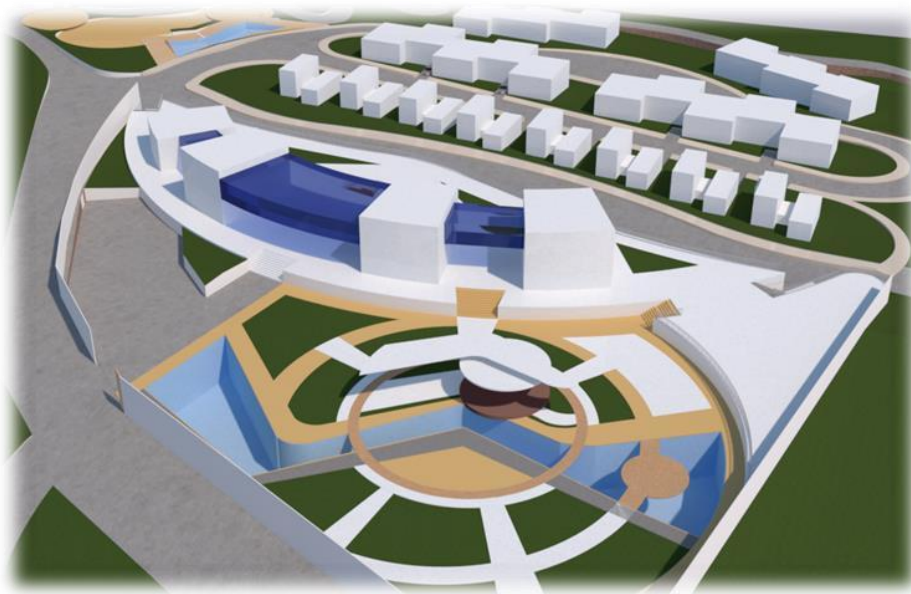
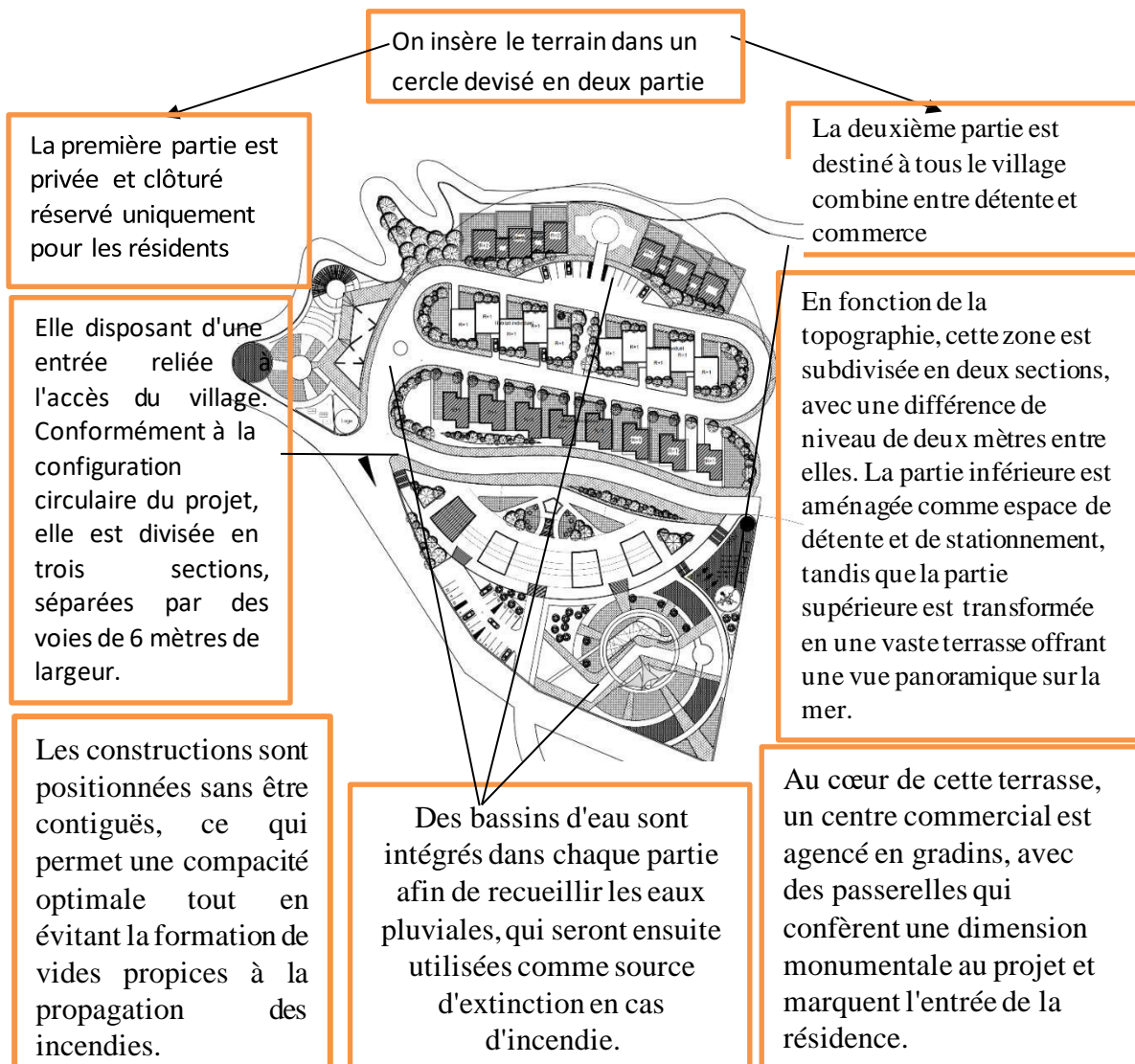
Après l'étude des deux scénarios précédents, nous avons combiné les deux en intégrant les points forts de chacun. . Nous avons retenu de premier scénario l'organisation circulaire des habitations, offrant une meilleure résistance aux feux de forêt, ainsi que la localisation de la partie commerciale au sud du terrain, en raison de sa proximité avec le reste du village. Du deuxième scénario, nous avons adopté la division du terrain en quatre parties selon l'axe horizontal de la voie, créant ainsi des gradins suivant la topographie naturelle pour atténuer l'effet de la pente. Cette disposition permet également de fournir à toutes les habitations un accès mécanique, facilitant ainsi l'intervention des engins en cas d'incendie.



8 Idéation et morphogénèse :

Le projet consiste de la création d'un groupe d'habitat dans un village qui présente une interface habitat forêt et qui est sujette au danger de feux de forêt. Notre objectif est d'assurer une résistance optimale aux feux de forêt. Pour ce faire, notre réflexion repose sur des critères de sécurité à deux échelles : urbaine, au niveau de plan d'aménagement et architecturale au niveau de la conception des habitations.

8.1 Plan d'aménagement :



8.2 Habitat individuel :

Les habitations sont dotées de deux façades : les façades latérales sont accolées l'une avec l'autre. La façade principale est dotée d'une vue panoramique sur la mer de la méditerranée tout en détournant des vents d'hivers venant de nord. Cette disposition stratégique vise à assurer un confort optimal aux résidents tout en prévenant les effets indésirables des intempéries. En revanche, la façade sud, la plus exposée au feu, est conçue avec un minimum d'ouvertures pour renforcer sa rigidité et assurer une meilleure protection.

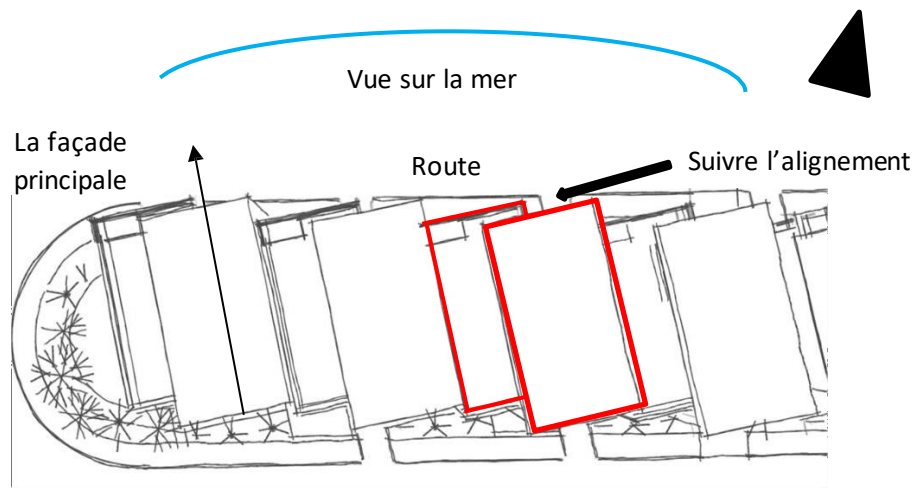


Figure 67 : Croquis vue de ciel de la disposition des habitations individuelles . Auteur :2024

La forme se développe à partir d'un cube qui est divisé en deux avec un décalage de niveau de 51 cm suivant la pente du terrain. Ensuite, une autre division verticale est effectuée afin de suivre l'alignement avec la route ; un mur est ajouté pour marquer la séparation entre les habitations.

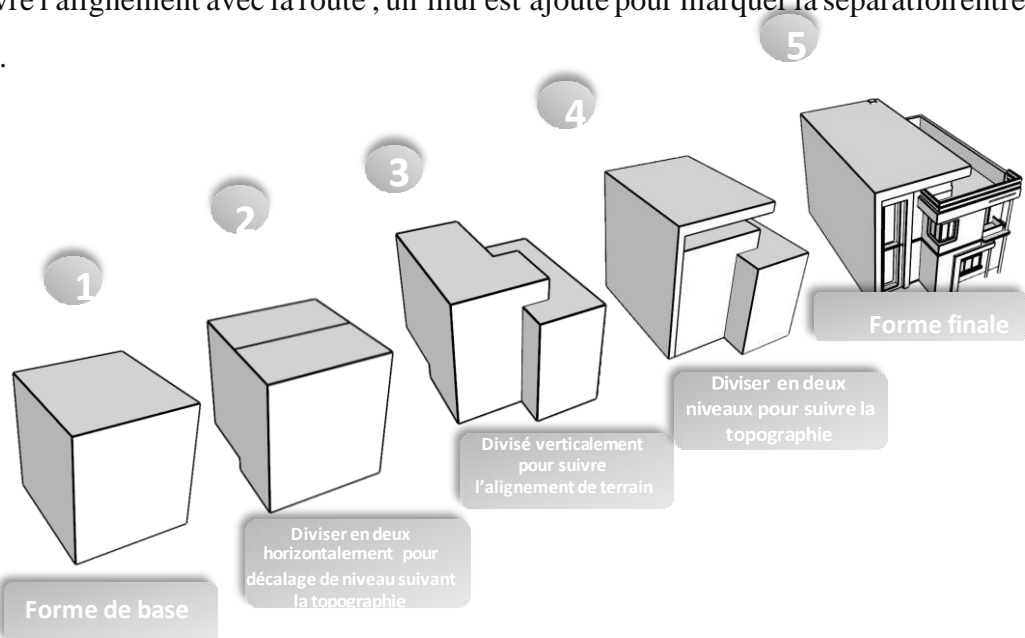


Figure 68 : Développement de la forme de l'habitat individuel . Auteur : 2024

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

Les habitations à 2 niveaux accolé l'une vers l'autre pour assurer la compacité et éviter l'effet de feu au même temps elle sont séparées par un mur en béton ignifuge de 30 cm couverts avec une couche d'acier pour éviter la propagation de feux entre les habitations

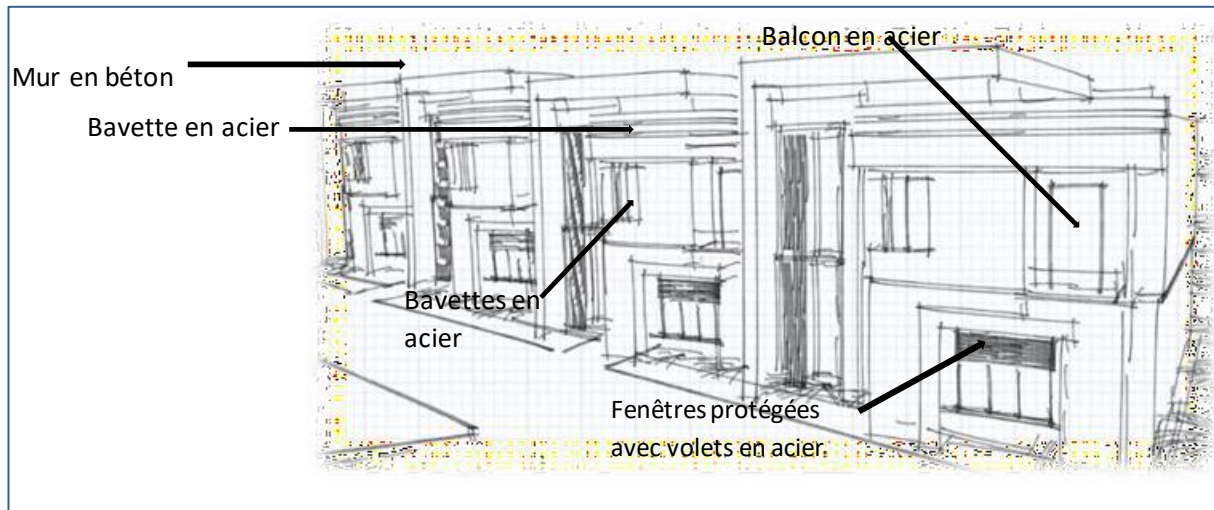


Figure 69 : Croquis habitat individuel. Auteur 2024.

Une attention particulière sera portée à la sécurité verticale des bâtiments. Ainsi, les deux étages seront démarqués par des bavettes en acier, offrant une coupure efficace des revêtements extérieurs, prévenant ainsi la propagation potentielle des flammes en hauteur.

Les balcons étant des éléments très susceptible aux feux ils vont être conçus en acier et déconnectés structurellement de l'habitation principale. Cette mesure vise à protéger l'intégrité du bâtiment en cas de propagation du feu depuis les balcons.

En ce qui concerne les ouvertures, une grande rigueur sera observée. Toutes les fenêtres seront équipées de dispositifs de protection adéquats, assurant ainsi une sécurité optimale aux occupants.

Les matériaux de construction privilégiés seront principalement la pierre et l'acier et des murs séparatifs en bétons, gages de solidité et de résilience.

En raison de la topographie variable du terrain, les constructions seront réalisées sur deux niveaux avec une différence d'altitude ajustée selon la pente, garantissant ainsi une harmonie avec l'environnement naturel tout en optimisant l'aménagement intérieur, avec notamment le séjour et la cuisine situés au niveau inférieur pour une immersion totale dans le panorama maritime.

- **Esquisse :**

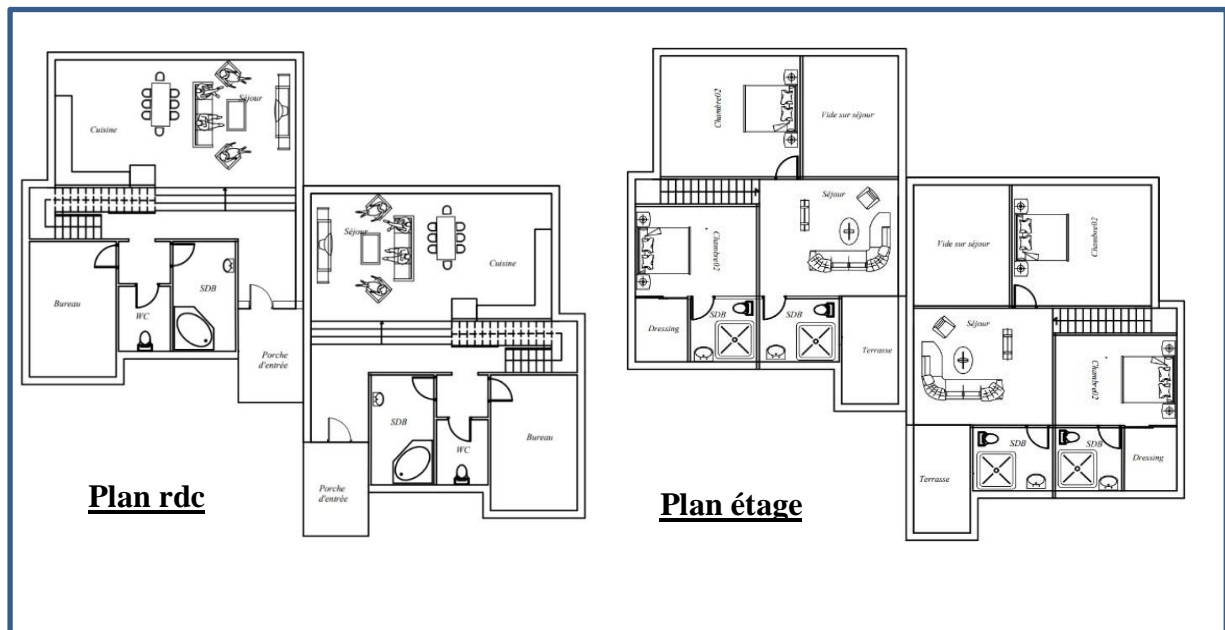


Figure 70 : Esquisse plan habitat individuel . Source : Auteur 2024.

8.3 Habitat semi-collectif :

L'habitat semi-collectif demeure configuré sur deux niveaux, ce choix étant dicté par sa position au sein de la partie la plus basse du terrain, afin de préserver la vue des habitations individuelles avoisinantes. Composé de quatre unités d'habitation, il est aménagé avec une terrasse en acier, accessible par deux paliers distincts, chacun dédié à une habitation spécifique.

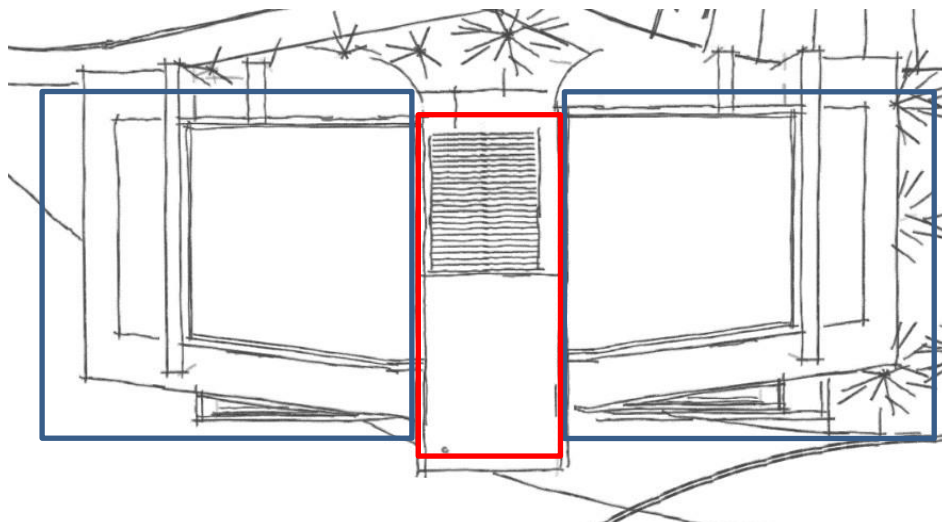


Figure 72 : Croquis habitat semi collectif. Source : Auteur 2024.

Toutes les mesures de sécurité anti-incendie qui ont été appliquées dans les habitations individuelles sont également mises en œuvre dans l'habitat semi-collectif, assurant ainsi une protection équivalente à tous les occupants.

- Esquisse :

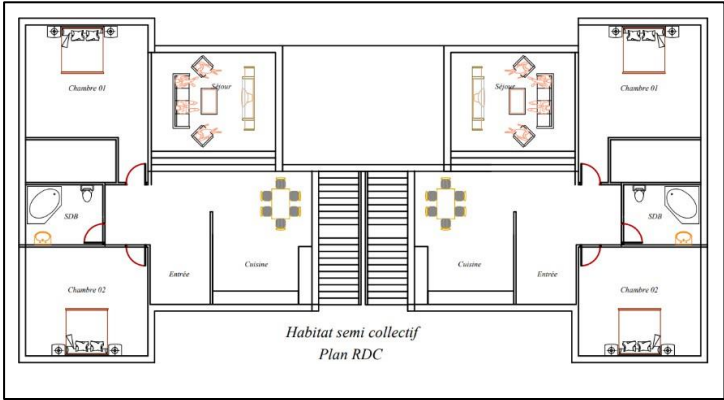


Figure 73 : Esquisse plan rdc Habitat semi-collectif. Source : Auteur 2024.

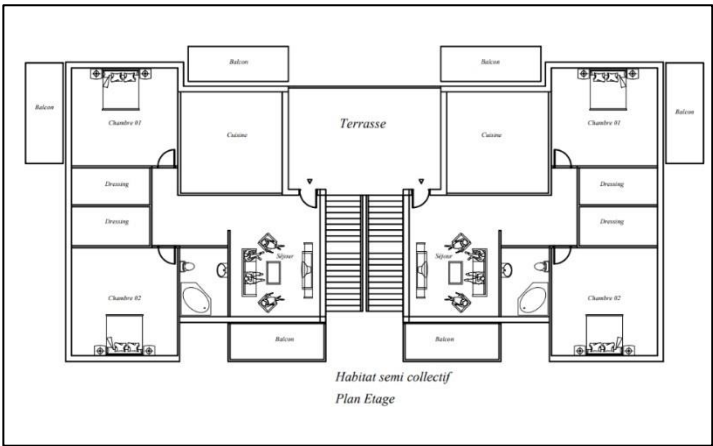


Figure 74 : Esquisse plan rdc Habitat semi-collectif. Source : Auteur 2024.

8.4 Le résumé des différentes actions anti-incendie appliquées :

Tableau19 : Actions anti-incendie appliquées. Source : Auteur, 2024.

| | Action | Explication : |
|---------|-------------------------|---|
| Urbaine | Débroussaillage | Le terrain d’implantation est entouré d’un massif forestier, avec une végétation arborée et arbustive continue dans les parties nord et est. Cela nous a incités à appliquer un débroussaillage sur une largeur de 50 mètres afin de limiter la propagation des incendies vers les habitations. |
| | Reduction de végétation | Dans le côté sud-est du terrain, la végétation est de type arborée et arbustive discontinue. Une réduction du nombre d’arbres sera appliquée au lieu d’un débroussaillage total. |

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

| | | |
|----------------|--|--|
| | Voies d'engins | Le groupement d'habitations est desservi par une route de 6 mètres de large, permettant un accès facile à toutes les habitations. Cette infrastructure garantit l'arrivée des engins de secours vers chaque habitation en cas d'incendie. |
| | Organisation compacte | Les habitations seront accolées les unes aux autres afin d'éviter les creux vides qui favorisent la propagation du feu. |
| | Bassin d'eau | Trois bassins pour la récupération des eaux pluviales seront mis en place à différents emplacements dans le projet : l'un dans la partie la plus basse du terrain pour les habitations, un autre dans la zone commerciale, et un troisième dans l'aire de détente. |
| Architecturale | Architecture formelle simple | Nous avons choisi une conception d'habitations avec des lignes épurées et des façades simples, réduisant ainsi les risques de propagation des brandons en éliminant les éléments architecturaux complexes qui pourraient retenir les débris enflammés. |
| | Orientation vers le ouest | La façade principale des habitations sera orientée vers le nord, avec une légère désorientation, afin de réduire les ouvertures sur la façade sud. Cette disposition vise à limiter l'exposition aux vents du sud, qui favorisent la propagation des incendies. |
| | Distance entre les parois et la végétation | Une distance de 3 mètres est maintenue entre les habitations et la végétation extérieure afin de réduire les risques de propagation d'incendie vers les habitations. |
| | Protection des ouvertures | La conception d'un système de fenêtres anti-incendie consiste en des volets en acier inoxydable programmés pour se déclencher une fois que la température atteint les 60°C. Ces volets serviraient à protéger les vitres, qui sont l'élément le plus vulnérable au feu dans la construction. |

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

| | |
|--|---|
| Balcon avec structure métallique séparé de la structure de la maison | Nous avons choisi d'installer des balcons avec une structure métallique indépendante de celle du bâtiment, équipés de planchers en dalles de béton préfabriquées. Les garde-corps seront en verre trempé, offrant à la fois esthétique et sécurité contre les incendies. |
| Usage de matériaux ignifuge : pierre, béton , Acier | La construction des maisons en pierre, un matériau ignifuge et présentant une haute résistance au feu. De plus, étant le matériau le plus utilisé dans le village d'Ayt Ussalh, cela contribue à une cohérence esthétique tout en offrant une protection supplémentaire contre les incendies. Avec d'autres éléments constructifs en acier. |
| Usage d'un mur de séparation entre les constructions | Nous allons mettre en place un mur de béton d'une épaisseur de 30 cm entre chaque paire de maisons, en raison de leur agencement compact. Cette mesure vise à limiter la propagation du feu d'une maison à une autre, assurant ainsi la sécurité des résidents en créant une barrière robuste contre les incendies. |
| Séparations des niveaux avec une bavette en acier | Pour éviter la propagation du feu en hauteur, nous allons placer une bavette en acier entre les deux niveaux, empêchant ainsi la propagation du feu vers le niveau supérieur. Cette mesure supplémentaire renforcera la sécurité des habitations contre les incendies. |
| La disposition d'une couvertine en acier sur les rebords de l'acrotère | Nous allons disposer une couvertine en acier sur les rebords de l'acrotère. Cette mesure ajoutée renforcera la protection contre les incendies en empêchant la propagation du feu le long des rebords du toit, |

Conclusion :

Ce chapitre résume et conclut les résultats atteints au fil de notre recherche. Après avoir analysé divers exemples, nous avons identifié différentes actions mises en place à deux échelles différentes, ce qui nous a permis de concrétiser ces idées dans notre projet de fin d'études.

Chapitre04 : Projet fin d'étude.

À l'échelle urbaine, nous avons proposé des mesures telles que l'organisation spatiale des habitations, le débroussaillage de l'environnement proche, l'installation de routes pour les engins de secours, et la création de bassins d'eau en cas d'incendie. Ces actions visent à réduire la vulnérabilité des habitations face aux feux de forêt en facilitant l'intervention des secours et en limitant la propagation des incendies. A l'échelle architecturale, nous avons mis en œuvre des stratégies portant sur l'orientation, la forme des bâtiments, le choix des matériaux, et les éléments constructifs bien réfléchis pour assurer la résistance des habitations aux feux de forêt.

CONCLUSION GÉNÉRALE :

Vivre au cœur d'une forêt offre indéniablement un cadre de vie agréable, caractérisé par un climat sain, de l'air pur et un paysage naturel enchanteur. Cependant, cette proximité avec la nature soulève une problématique critique : celle des feux de forêt, qui ravagent de plus en plus de territoires, notamment les interfaces habitat-forêt. Cette situation résulte de la combinaison de déclencheurs de feux à savoir les activités humaines, et d'un environnement propice à leur propagation, c'est-à-dire la végétation. Cela met les occupants de ces interfaces et leurs habitations en danger constant. Pour réduire ce danger et assurer la sécurité de ces occupants, il est nécessaire de diminuer la vulnérabilité de leurs habitations face à ce risque. Ainsi, notre recherche s'est penchée sur la problématique suivante : comment concevoir des habitations dans les interfaces habitat-forêt susceptibles aux feux de forêt tout en les protégeant de ce risque ?

Notre recherche s'est fondée sur des hypothèses proposant des actions à deux échelles différentes : urbaine et architecturale. Le choix d'une organisation spatiale adéquate pour les habitations et l'utilisation de matériaux de construction résistants aux feux de forêt, tout en prenant soin de chaque élément constructif, s'est avéré crucial.

Afin de répondre à la problématique soulevée et de tester les hypothèses proposées, nous avons combiné une recherche bibliographique approfondie avec une analyse détaillée de cas d'étude pour révéler la vulnérabilité de village aux feux de forêt. Un diagnostic post-incendie a permis d'étudier et de comprendre tous les dommages causés par le feu au niveau architectural des habitations. En conséquence, des essais de laboratoire seraient d'une grande valeur après ce diagnostic afin de tester les matériaux utilisés dans ce village et de voir la réaction réelle de ces matériaux au feu. Cependant, le manque de moyens et de temps nous a incités à nous limiter à une étude quantitative basée sur des logiciels d'étude thermique des matériaux. Enfin, des entretiens ont été menés avec les occupants des habitations.

En conclusion, les hypothèses formulées au début de notre recherche se sont avérées correctes, démontrant que la réduction de la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt dans les interfaces habitat-forêt est liée non seulement aux aspects architecturaux des constructions, mais également à leur organisation spatiale, qui joue un rôle crucial dans la rigidité des structures et la sécurité des habitants. En effet, les zones d'habitat isolé peuvent multiplier les zones de contact avec la végétation, rendant difficile l'intervention des secours en cas d'urgence. À l'inverse, une forme compacte minimise les zones de contact, limite la propagation des feux et facilite l'accès des secours, réduisant ainsi le temps d'intervention.

Cette organisation spatiale dépend également du système de voirie : ces zones doivent obligatoirement être desservies par des routes larges permettant l'accès à toutes les habitations pour faciliter l'intervention des engins de secours. Le débroussaillage de l'entourage de ces habitations est aussi d'une importance cruciale pour limiter la propagation des incendies.

À l'échelle architecturale, la forme et l'orientation des habitations doivent tenir compte des vents, des pentes et de la végétation environnante. Le choix des matériaux de construction est également primordial pour réduire la vulnérabilité des habitations aux feux de forêt. Concevoir une habitation dans un environnement propice à la propagation des feux nécessite une attention particulière à tous les détails architecturaux, aux éléments constructifs, à leur forme et aux matériaux utilisés.

Nous avons concrétisé ces résultats à travers notre projet de groupement d'habitats, sur lequel nous avons projeté toutes ces actions à la fois urbaines et architecturales. Notre objectif était de créer un groupement d'habitations dans une interface habitat-forêt qui profite de la nature tout en offrant une sécurité optimale à ses occupants en cas d'incendie.

Bibliographie :

- Alexandrian, D., & Gouiran, M. (1990). Les causes d'incendie : Levons le voile. *Revue forestière française*, 42(S), 33-41. <https://doi.org/10.4267/2042/26158>
- Alavalapati, J., Carter, D., & Newman, D. (2005). Wildland-urban interface : Challenges and opportunities. *Forest Policy and Economics*, 7, 705-708. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2005.03.001>
- Aperçu de Scopus—Scopus—Sources. (s. d.). Consulté 8 février 2024, à l'adresse <https://www.scopus.com/sources.uri?zone=TopNavBar&origin=searchauthorfreelookup>
- Argoud, D. (2011). De l'hébergement à l'habitat : Une évolution ambiguë. *Gérontologie et société*, 34(136), 13-27. <https://doi.org/10.3917/gs.136.0013>
- Belkaid, H., & Carrega, P. (2012). Interface habitat / forêt : Enjeu et facteur de risque incendie. *SHS Web of Conferences*, 3, 01003 <https://doi.org/10.1051/shsconf/20120301003>
- Bolay, J.-C. (1999). Habitat urbain et partenariat social : Vers une redéfinition des rôles et des pratiques dans les pays du Sud.
- Bourafa, I. (2012). L'habitat rural entre aspirations et production.
- Box, L. (2021, août 15). Fireproof and Off Grid House by Anderson Architecture | Habitus Living. *Habitusliving.Com*. <https://www.habitusliving.com/projects/simon-anderson-fireproof-home>
- Carbonell, G. (2004). Embrasement généralisé éclair en feu de forêt.
- Cerema. (2018). Prise en compte du risque incendie de forêts dans l'urbanisme. Ordonnance n°2012-92 du 26 janvier 2012 art. (V)Article L131-10. <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000025213462/>
- Cordier, J.-B., & Prin-Derre, A. (2016). Construire durable en zone à risque d'incendie de forêt : Techniques adaptées à la mise en œuvre de matériaux bois et biosourcés.
- Colin, P.-Y., & Jappiot, M. (2001). Protection des forêts contre l'incendie : Fiches techniques pour les pays du bassin méditerranéen. Food & Agriculture Org.
- Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement du Gard. (2016). Prise en compte du risque feu de forêt dans les opérations d'aménagement. Marseille.
- Eloise. (2020, mai 20). La réglementation pour la protection contre l'incendie des matériaux de construction. *La Maison naturelle | Blog*. <https://www.la-maison-naturelle.com/blog/protection-contre-l-incendie/>

- En Australie, un architecte a conçu une maison capable de résister aux feux de forêts. (s. d.). Consulté 16 avril 2024, à l'adresse <https://www.batiactu.com/edito/australie-un-architecte-a-concu-maison-capable-resister-62419.php>
- FB® CAVITY BARRIER I DISPOSITIF D'OBTURATION COUPE-FEU POUR DES LAMES D'AIR DE FAÇADES VENTILÉES. (s. d.). Consulté 27 avril 2024, à l'adresse <https://odice.com/FR/details-produit/fb-cavity-barrier-i-dispositif-d-obturation-coupe-feu-pour-des-lames-d-air-de-facades-ventilees.html>
- Feu de forêt : Chiffres, causes, conséquences et prévention. (s. d.). Consulté 12 février 2024, à l'adresse <https://greenly.earth/fr-fr/blog/actualites-ecologie/feu-de-foret-chiffres-causes-consequences-et-prevention>
- Ganteaume, A. (2016). Le risque incendie dans les interfaces habitat-forêt : Évaluer l'inflammabilité de la végétation ornementale guide technique. Irstea Cardère éditeur.
- Habitation et autoprotection face aux incendies : Le guide interactif—Prévention Incendie Forêt. (s. d.). Consulté 14 février 2024, à l'adresse <https://www.prevention-incendie-foret.com/connaitre-les-regles/habitation-autoprotection-face-aux-incendies-guide-interactif>
- Kawanami, S. (2020, décembre 26). Un ingénieux système de lutte contre l'incendie transforme ce village japonais en fontaine d'eau | Curiosités du Japon. <https://www.japaoemfoco.com/engenhoso-sistema-anti-incendio-transforma-esta-aldeia-japonesa-em-uma-fonte-de-agua/>
- Lampin, C., Jappiot, M., & Ferrier, J.-P. (2011). Modélisation du risque incendie de forêt dans les interfaces habitats-forêts. Sciences, Eaux & Territoires. <https://doi.org/10.14758/SET-REVUE.2011.HS.03>
- Lampin-Maillet, C. (2020). Caractérisation de la relation entre organisation spatiale d'un territoire et risque d'incendie : Le cas des interfaces habitat-forêt du sud de la France.
- Leroux, N. (2008). Qu'est-ce qu'habiter ? Les enjeux de l'habiter pour la réinsertion. VST - Vie sociale et traitements, 97(1), 14-25. <https://doi.org/10.3917/vst.097.0014>
- Meddour-Sahar, O., Meddour, R., & Derridj, A. (s. d.). Les facteurs favorables aux incendies de forêts en région méditerranéenne.
- Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. (2002). Les feux de forêt.
- Off Grid House. (s. d.). Anderson Architecture. Consulté 16 avril 2024, à l'adresse <https://andersonarchitecture.com.au/projects/off-grid-house/>

- Meerpoel-Pietri, K. (2021). Prédiction de la vulnérabilité des constructions lors des incendies à l'interface milieu naturel/constructions (Thèse de doctorat, Université Pascal Paoli). ffNNT : 2021CORT0010ff. fftel-03683059.
- Protéger sa maison face aux incendies : Le guide interactif. (s. d.). Consulté 14 février 2024, à l'adresse <http://www.prevention-incendie-foret.com/protection-incendie-guide-interactif>.
- Paquot, T. (2005). Habitat, habitation, habiter. Informations sociales, 2005/3(123), 48-54. Éditions Caisse nationale d'allocations familiales.
- René, S. (s. d.). 13-15 Matériaux et éléments de construction.
- SP-Batiment. (s. d.). Traitements préventifs contre les incendies – SP-BATIMENT. Consulté 19 mars 2024, à l'adresse <https://www.sp-batiment.com/traitements-preventifs-et-curatifs/incendies.html>
- Valabre. (2016, décembre 13). Incendies et feux de forêt, dossier complet. Prévention Incendie Forêt. <https://www.prevention-incendie-foret.com/dangers-incendie/incendie-de-foret>.

Annexe 01 :



Débroussaillage obligatoire : synthèse des nouveautés du Code Forestier de juillet 2012

Avec la parution de l'ordonnance n° 2012-92, le 26 janvier 2012, et du décret n° 2012-836, le 29 juin 2012, le Code Forestier est modifié.



Il s'agit pour l'essentiel d'une recodification à droit constant. Cependant, la législation portant sur le débroussaillage réglementaire est modifiée en partie. Certaines dispositions ont simplement été recodifiées, d'autres sont entièrement nouvelles.

1. Présentation synthétique des nouvelles mesures

1.1. Nouvelles mesures applicables sur l'ensemble du territoire national

L 131-12 : Lorsqu'un propriétaire doit débroussailler le terrain de son voisin, ce dernier ne peut s'opposer à la réalisation des travaux mais peut les réaliser lui-même. **En cas de refus d'accès à sa propriété, l'obligation de débroussaillage est mise à sa charge.**

R 131-14 : Lorsqu'une personne doit débroussailler le terrain de son voisin, elle doit informer le propriétaire et l'occupant du fonds voisin ; leur demander l'autorisation de pénétrer sur ce fonds pour réaliser les travaux, et **rappeler au propriétaire qu'à défaut d'autorisation donnée dans un délai d'un mois, les obligations sont mises à sa charge. Lorsque l'autorisation n'a pas été donnée, elle en informe le maire.**

L 131-13 : En cas de superposition d'Obligations Légales de Débroussaillage (OLD) sur une même parcelle, **les travaux incombent au propriétaire de la parcelle dès lors qu'il y est lui-même soumis** (schéma 1).

Dans le cas où la zone de superposition des OLD se situe sur la parcelle d'une tierce personne, **les travaux incombent au propriétaire de la construction la plus proche d'une limite de cette parcelle** (zone entourée de pointillés rouges sur le schéma 2).

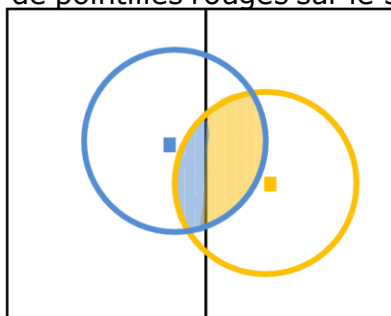


Schéma 1

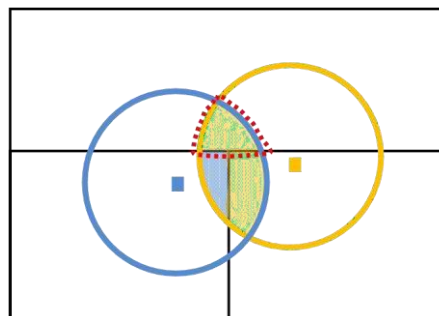


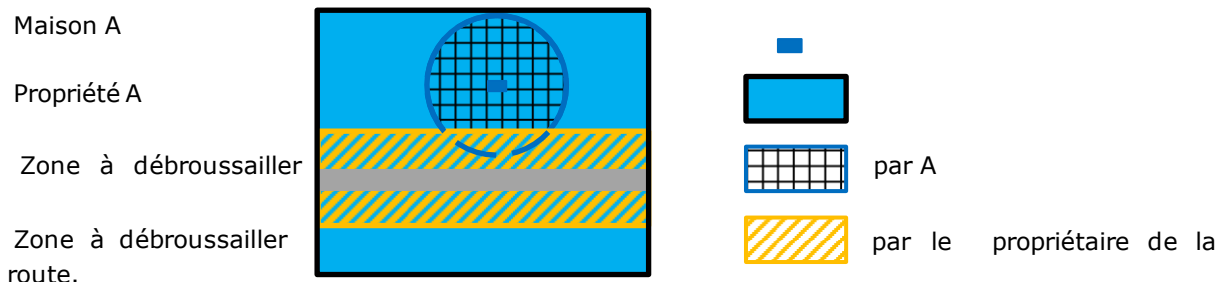
Schéma 2

1.2. Nouvelles mesures communes aux territoires, bois et forêts exposés aux risques d'incendie (dont PACA)

L 134-6: La largeur de débroussaillage des voies d'accès privées doit être **fixée par le préfet et ne peut excéder 10 m.**

L 134-13 : Les propriétaires de voies ouvertes à la circulation publique, de voies ferrées, et de lignes électriques soumises aux OLD peuvent demander au préfet un arrêté autorisant des **mesures alternatives au débroussaillage.**

L 134-14 : Lorsque les OLD de voies ouvertes à la circulation publique, ou de voies ferrées, ou de lignes électriques se superposent avec les OLD de constructions, zones urbaines, lotissements, ZAC, AFU, campings s'imposant à d'autres propriétaires, **les travaux doivent être réalisés par le propriétaire de l'infrastructure linéaire**, même sur le terrain d'autrui.



L 134-15 **Les communes doivent mentionner en annexe de leur document d'urba-** R
 134-6 : **nisme les OLD se rapportant aux zones urbaines, lotissements, ZAC, AFU, et campings ainsi que les OLD imposées par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)** (valable pour les documents d'urbanisme non adoptés au 01/07/12).

L 134-16 : **En cas de mutation, le cédant informe le futur propriétaire de l'obligation de débroussailler. A toute conclusion ou renouvellement de bail, le propriétaire porte ces informations à la connaissance du preneur.**

L 134-17 : **Le débroussaillage des voies ouvertes à la circulation publique, des voies ferrées et des lignes électriques peut être réalisé d'office** par le préfet, au frais du propriétaire de l'infrastructure, après une mise en demeure restée sans effet durant 2 mois.

L 134-18 En cas de non respect des mesures spéciales de sécurité prescrites pour les lignes électriques, leur propriétaire risque une **amende d'un montant maximal de 300 € par mètre de ligne électrique** n'ayant pas fait l'objet des mesures prescrites.

1.3. Nouvelles **DISPOSITIONS** relatives au contrôle et nouvelles dispositions pénales

L 135-1 : Le maire peut commissionner des agents assermentés pour contrôler le débroussaillage. Les contrôles peuvent également être réalisés par les gardes champêtres et les **policiers municipaux**.

L 135-2 : Le maire doit mettre en demeure les propriétaires qui ne respectent pas leurs OLD d'exécuter les travaux de débroussaillage dans un délai qu'il fixe. A l'issue de ce délai, **le maire saisit l'autorité administrative compétente de l'Etat si les travaux n'ont pas été réalisés. Cette dernière pourra prononcer une amende de 30 €/m² à débroussailler (au maximum).**

L 161-4 : Les officiers et agents de police judiciaire, les agents des services de l'Etat chargés des forêts, commissionnés et assermentés à cet effet, les agents de l'ONF commissionnés et assermentés à cet effet les **policiers**

municipaux et les gardes champêtres sont habilités à rechercher et à constater les infractions forestières, notamment en matière d'OLD. **Ce n'est désormais plus le cas des gardes-chasse et gardes-pêche commissionnés par décision ministérielle, ni des agents des directions départementales de protection civile et les officiers et gradés professionnels des SDIS commissionnés à cet effet par le préfet et assermentés ; ni des agents commissionnés des parcs nationaux.**

L 163-5 : Le propriétaire qui n'a pas procédé aux travaux de débroussaillage prescrits par une mise en demeure peut être condamné par le tribunal correctionnel à :

- une amende de 30 € par mètre carré soumis à l'obligation de débroussaillage ;
- **l'affichage ou la diffusion de la décision prononcée ;**
- **une injonction de réaliser les travaux dans un délai qu'il fixe et pouvant être assortie d'une astreinte dont il fixe le montant (30 euros à 75€ / jour / ha).**

2. Tables de concordance des articles portant sur le débroussaillage

Dans le nouveau Code Forestier, les articles commençant par :

- 131 s'appliquent : à tout le territoire national ;
- 132 s'appliquent : aux bois et forêt classés à risque d'incendie ;
- 133 s'appliquent : aux territoires réputés particulièrement exposés aux risques d'incendie (dont fait partie notre région) ;
- 134 s'appliquent : aux à la fois aux territoires, et aux bois et forêts exposés aux risques d'incendie.

Pour en savoir plus

Les nouvelles dispositions du Code Forestier sont ici présentées de manière synthétique. Pour plus de précision, se reporter à la rédaction complète des articles cités :

- sur le site internet Légifrance : www.legifrance.gouv.fr ;
- ou sur l'Espace débroussaillage : www.ofme.org/debroussaillage.

Communes forestières Provence-Alpes-Côte d'Azur – Septembre 2012.

Annexe 02 :

[illegible]

CORRECTION CONSERVATION FORESTIERCORRECTION CONSERVATION FORESTIER

| |
|--------|
| |
| -21408 |

| | |
|--|--|
| | |
| | |

| | |
|--|--|
| | |
| | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

11

11

3/14

3/14

Mois D'OCTOBRE 2023

Dégâts en Ha

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

Particuliers

N°

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

de l'Etat

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

2

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

4

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

5

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

7

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

9

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

10

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

11

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

12

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

13

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

14

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

15

