RAPPORT D'AVANCEMENT

# Facteurs Anthropiques de Vulnérabilité au Feu de Forêt dans les Interfaces Forêt-Urbain Méditerranéennes

## UNE APPROCHE INTERDISCIPLINAIRE

**Mars 2014**

**ERIC MAILLE, MARIE JACQUE, DENIS MORGE, LILIAN PUGNET, CHANTAL ASPE, NELLY PARES, ADELINE BELLET**

**IRSTEA-EMAX, Centre d'Aix en Provence**
**LPED, Aix-Marseille Université**
**IMBE, Aix-Marseille Université**
**Labex OT-MED**

Joint Research Project – Labex OT-MED 2013-2014

# Facteurs Anthropiques de Vulnérabilité au Feu de Forêt dans les Interfaces Forêt-Urbain Méditerranéennes

Approche inter-disciplinaire

*Human Factors of Vulnerability to Forest Fires in Mediterranean Wildland Urban Interfaces*

An interdisciplinary approach

## Rapport d'avancement

Eric Maillé*, Marie Jacqué[+], Denis Morge*, Lilian Pugnet*, Chantal Aspe[#], Nelly Pares[+], Adeline Bellet*

*IRSTEA, [+]LPED, [#]IMBE

**Résumé:**

Ce rapport présente les principaux avancements du projet "Facteurs Anthropiques de Vulnérabilité à l'Incendie de Forêt des Interfaces espaces naturels-urbains ». L'objectif du projet est la confrontation d'une valeur de vulnérabilité obtenue en appliquant un modèle de vulnérabilité à dires d'experts objectivés par une hiérarchisation multi-critères, à l'appréhension subjective de la vulnérabilité par les acteurs locaux analysée au travers d'une approche sociologique. Ce rapport correspond à la première phase du projet essentiellement focalisée sur l'acquisition des données sur l'un des territoires tests (commune de Gardanne (13)) et les premières analyses.

Mars 2014

Joint Research project– Labex OT-MED-2013-2014

# Facteurs Anthropiques de Vulnérabilité au Feu de Forêt dans les Interfaces Forêt-Urbain Méditerranéennes

## Approche interdisciplinaire

**1. Introduction**

L'incendie de forêt est l'un des risques naturels menaçant les biens et les personnes installés à proximités des espaces naturels combustibles en zone méditerranéenne, au sein des interfaces forêt urbain (FUI : Vaux, 1982, Bradley 1984) ou plus généralement des interfaces naturel urbain (WUI : Davis 1990).

Comme pour tout type de risque, la cindynique décompose le risque d'incendie de forêt en une composante « aléa », relative à l'évènement aléatoire susceptible de provoquer un dommage (sinistre), et une composante vulnérabilité relative à l'objet menacé de subir un tel dommage. L'attribut de vulnérabilité peut être associé à tout objet géographique composant le territoire, de l'écosystème au bâti résidentiel et à l'infrastructure, ou à toute personne présente sur le territoire.

Pour les risques naturels dont il n'est généralement pas possible de maîtriser l'aléa, l'action pour la réduction du risque portera essentiellement sur la réduction de la vulnérabilité. Le risque d'incendie de forêt a la particularité de permettre une large gamme d'actions pour la réduction de l'aléa. Néanmoins, la réduction de la vulnérabilité est l'un des leviers clé à la disposition du décideur permettant de mieux assurer la sécurité des personnes et des biens sur le territoire.

Les facteurs de vulnérabilité à l'incendie de forêt sont très diversifiés en fonction de l'objet soumis au risque. D'une façon générale, on distingue les facteurs de vulnérabilité « internes », qui concernent par exemple les matériaux de construction des bâtiments, des facteurs de vulnérabilité environnementaux, qui concerne le contexte physique (pente, exposition au vent) et le voisinage (proximité de végétation combustible, par exemple) de l'objet considéré.

Les facteurs de vulnérabilité des interfaces habitat-forêt sont dans de nombreux cas contrôlables soit par les décideurs politiques locaux (aménagements), soit par les résidents eux-mêmes. C'est par

exemple le cas de l'aménagement de la végétation combustible des abords d'habitations, du choix des matériaux des ouvertures, des équipements de défense, etc. Mais l'appréhension subjective de la vulnérabilité par les acteurs constitue également un facteur déterminant de la vulnérabilité des interfaces. Elle est par hypothèse co-déterminante des choix techniques et comportementaux conduisant au renfort ou à la limitation de la vulnérabilité des zones habitées.

L'objectif du projet est la confrontation d'une valeur de vulnérabilité obtenue en appliquant un modèle de vulnérabilité à dires d'experts objectivés par une hiérarchisation multi-critères, à l'appréhension subjective de la vulnérabilité par les acteurs locaux évaluée par une approche sociologique.

Dans la section 2 de ce rapport, nous décrivons notre démarche de choix des zones d'étude ainsi que leurs principaux traits physiques et sociaux. La section 3 est consacrée à l'avancée des travaux d'évaluation formelle de la vulnérabilité des zones d'études, la section 4 à l'avancée des travaux de l'approche sociologique. Enfin, la section 5 est consacrée à l'action de la deuxième année.

**2. Les zones d'étude**

Le choix des zones d'étude a fait l'objet d'un travail interdisciplinaire de réflexion entre l'équipe des forestiers et celle des sociologues, en sélectionnant des communes dont les caractéristiques pouvaient correspondre aux variables clés mobilisées par chaque discipline. Du point de vue de l'analyse du risque, il fallait que les zones retenues soient une interface entre un espace boisé à fort aléa (exposition au vent et composition des essences) et des espaces habités où se condense la vulnérabilité face au risque incendie. Pour les forestiers, les terrains choisis devaient aussi avoir un rapport historique différencié à la catastrophe incendie. Pour l'approche sociologique, les critères de sélection des terrains d'analyse relevaient d'une part de la composition sociale des communes concernées et d'autre part des politiques d'aménagements et d'intervention des élus en matière de prévention et de gestion des risques incendie et des espaces boisés. Dans une perspective comparative, deux zones d'étude ont été choisies en considérant deux critères principaux : le contexte de périurbanisation et la survenue récente d'un incendie de forêt.

En résumé, les critères qui ont prévalu dans la sélection des zones d'étude sont :

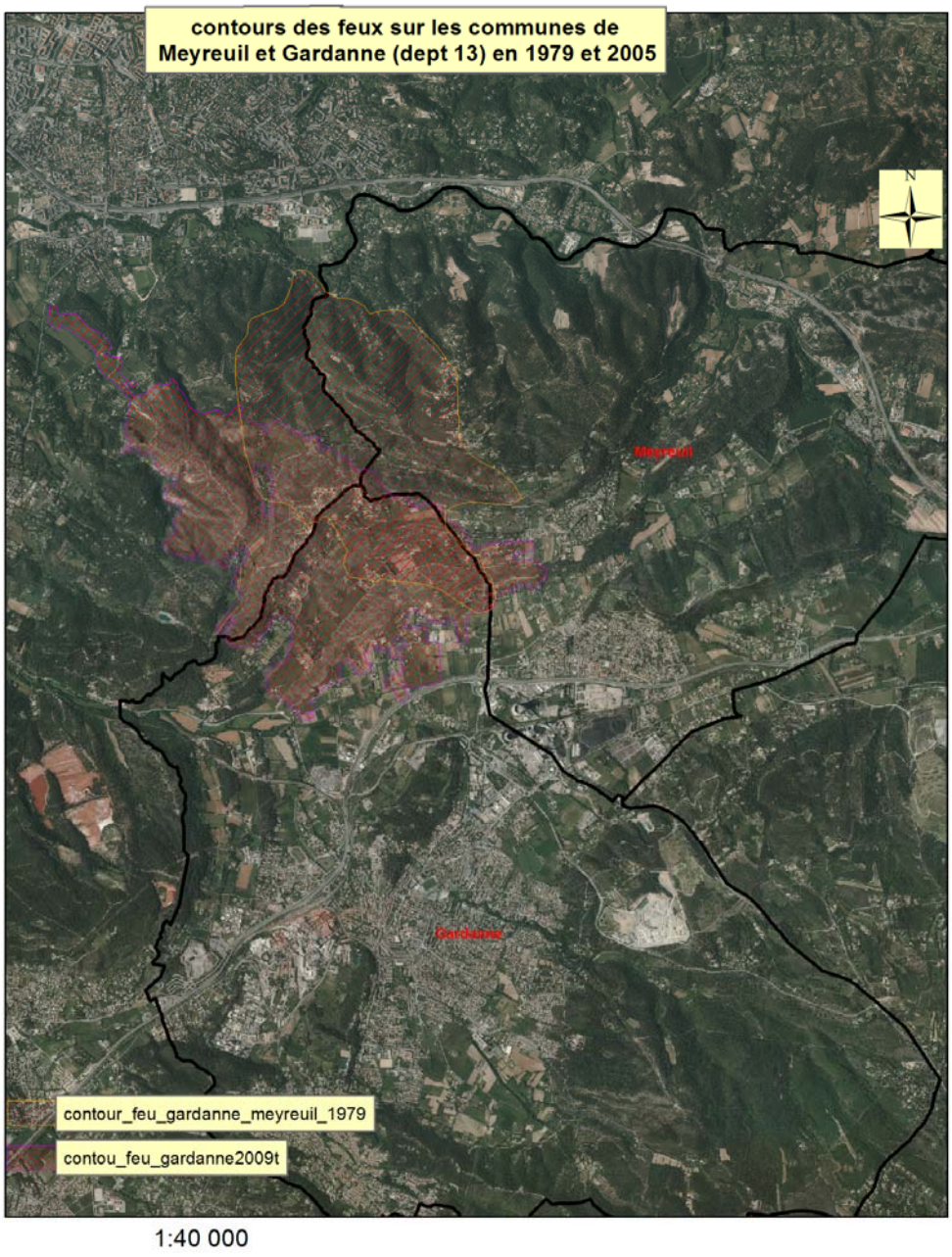
- Pour l'analyse du rapport au risque: l'exposition à un incendie de forêt et l'existence de zones d'interfaces entre le massif forestier et des habitations denses et isolées
- Pour l'analyse sociologique du risque et de la vulnérabilité : la différence de taille et de composition sociale des communes, leur caractère urbain et rural, la structure du l'habitat le fait que les communes soient engagées ou non dans une politique de d'aménagement au regard du risque incendie.

A partir de ces critères deux terrains distincts ont été retenus : la zone Gardanne/Meyereuil (13) et la zone Petit Luberon (84), communes de Puget sur Durance, Lauris et Bonnieux.

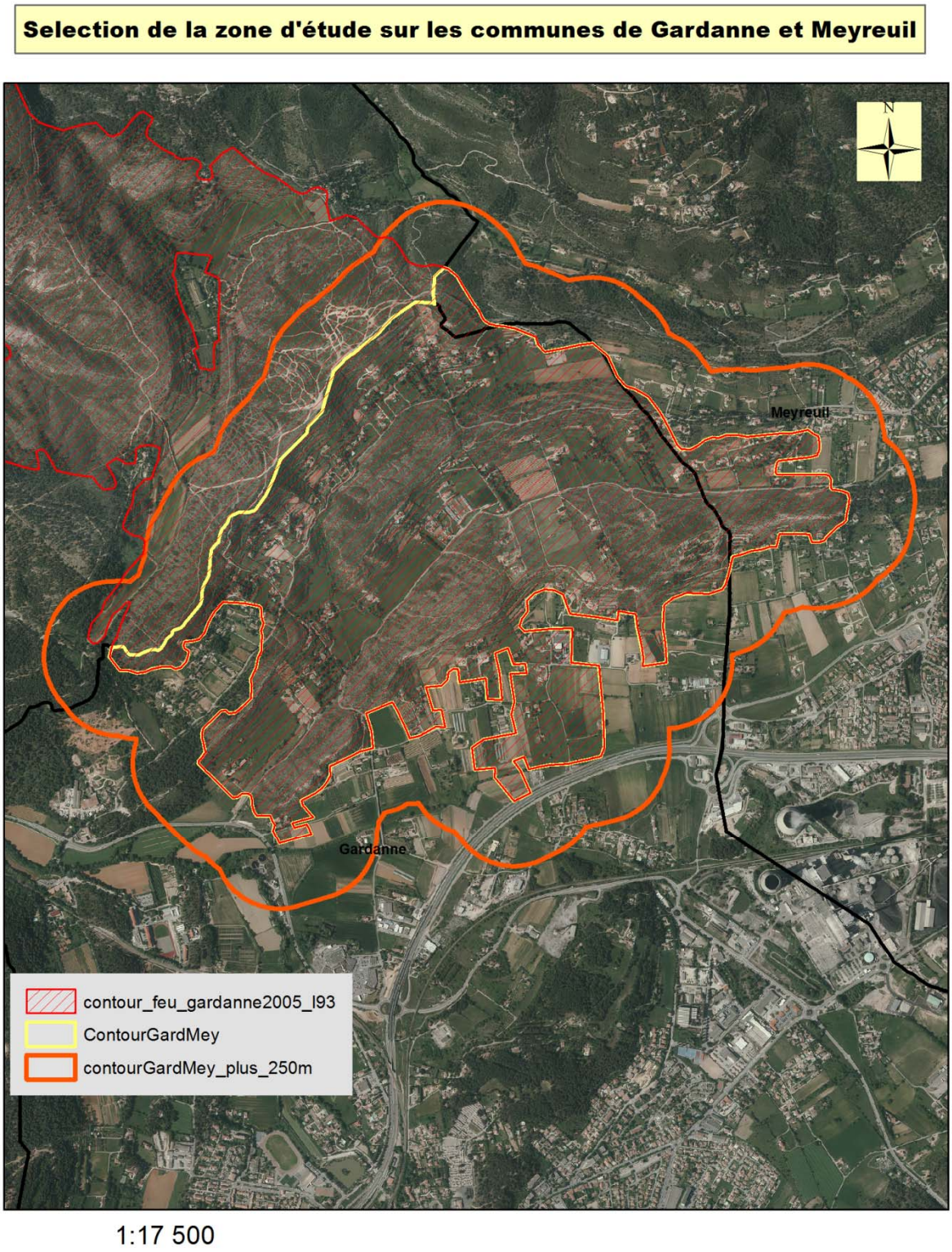
*1.1 La zone de Gardanne/ Meyreuil*

La première zone choisie est une zone d'interface à cheval sur les communes de Gardanne et Meyreuil (13). Cette zone supporte une très forte pression de périurbanisation. Elle a connu deux

feux récents (1979 et 2005) dont une proportion importante des habitants conserve la mémoire. La zone d'étude proprement dite concerne la zone d'interface habitat-forêt située dans le périmètre du feu de 2005. Le périmètre du feu de 1979 recouvre partiellement la zone d'étude (carte 1). La zone de Gardanne/Meyreuil a été définie par l'intersection entre l'enveloppe du feu de 2005 et celle définie par le périmètre des deux communes (carte 2).




Carte 1: les communes de Gardanne et Meyreuil et les contours des feux de 1979 et de 2005.




Carte 2. La zone d'interface étudiée sur Gardanne/Meyreuil

Les communes de Gardanne et Meyreuil ont connu les 5 et 6 août 2005 un incendie qui a détruit 500 hectares (source: www.promethee.com) dont un secteur habité : 5 maisons ont été détruites ou

endommagées[1]. Depuis 2005, une partie des personnes sinistrées se sont organisées pour faire reconnaître en justice ce qu'ils considèrent comme des fautes et erreurs dans la gestion de la catastrophe (intervention tardive des pompiers, problèmes de prises de décision au moment du sinistre).

Les communes de Gardanne et de Meyreuil sont des communes urbaines (respectivement 20 785 habitants et 5255 habitants en 2009) qui sont en pleine mutation, en particulier au regard de l'évolution de leur composition sociale. Ces deux communes connaissent une hausse continue de leur population, hausse qui se maintient en dépit des transformations économiques du bassin minier (fermeture de la mine de charbon et fin de l'extraction de bauxite). Cette dynamique démographique s'accompagne d'une transformation de la composition sociale sur cette zone. Entre 1999 et 2009 la diminution de la part des ouvriers (29% de la population active en 1999 contre 22 en 2009) est compensée par une augmentation du nombre de personnes appartenant à la catégorie «Cadres et professions intellectuelles supérieures » (11% en 1999 pour 16% en 2009, pourcentage supérieur à la moyenne régionale de 15%). La dynamique démographique sur la commune de Gardanne a des conséquences sur les logiques de développement de l'habitat. Cette question du développement urbain de la commune tient une place centrale dans le Plan Local d'Urbanisme adopté en 2010. Celui-ci prévoit de renforcer l'offre de logement collectif en centre ville et de limiter le développement urbain des zones exposées notamment au risque incendie. « *Au regard de l'organisation des espaces naturels et urbains de la commune et de ses perspectives d'évolution démographique, il convient de renforcer la cohérence urbaine en posant les limites de l'urbanisation en particulier […] pour les zones situées à l'écart et qui sont insuffisamment ou non desservies par des voies publiques ou des réseaux ; les sols n'y présentent pas une bonne aptitude pour l'assainissement individuel et elles s'avèrent particulièrement sensibles au risque incendie* » (PLU Gardanne, p. 10). La commune de Meyreuil a aussi intégré, plus récemment le risque incendie dans son PLU qui vient d'être adopté. Les actions dans le domaine de la gestion communale des forêts qui visent à assurer un entretien préventif des espaces boisés et développer à plus long terme la filière bois au regard du projet de central thermique à Gardanne. Comme en témoigne cet élu de Meyreuil : « *Le problème que nous avons pour la forêt, c'est que nous n'avons pas 500 ou 1000 hectares de forêt d'un bloc, nous avons une forêt totalement disséminée. Vous prenez le massif de Montaiguet, autant que ça puisse se voir, c'est en fait rempli de villas. Donc ça pose des problèmes de discipline, de forêt et de débroussaillement, ce qui n'est vraiment pas aussi simple que ça. Les habitations sont là. Ça s'est disséminé dans toute la commune; chacun a pu construire, dans le temps, comme il a voulu. Ce n'est plus le cas aujourd'hui, parce que, cette année, nous avons un PLU - on avait un POS, cette année, on a un PLU - qui délimite parfaitement les zones où l'on peut construire. Parallèlement, malgré tout, en tant que CPA, je suis membre de la commission CPA, pour toutes les forêts qui sont gérées dans le cadre des forêts des Bouches du Rhône. Donc on essaie aussi d'avoir une politique en amont, d'intégrer cette gestion de la forêt.* » (Elu risques majeurs, Meyreuil)

La structure de l'habitat entre Gardanne et Meyreuil diffère sur certains points. Gardanne s'est développée essentiellement autour de son centre urbain et des quartiers ouvriers de Biver. En 2009, la ville compte quasi exclusivement des résidences principales (pour 94% des logements, contre 73

1 http://www.sdis13.fr/haut/menu_principal/toute_l_actualite/archives/communication__1/communication/feu_du_montaiguet_reponse_du_sdis_13_au_ciq_de_gardanne_ouest

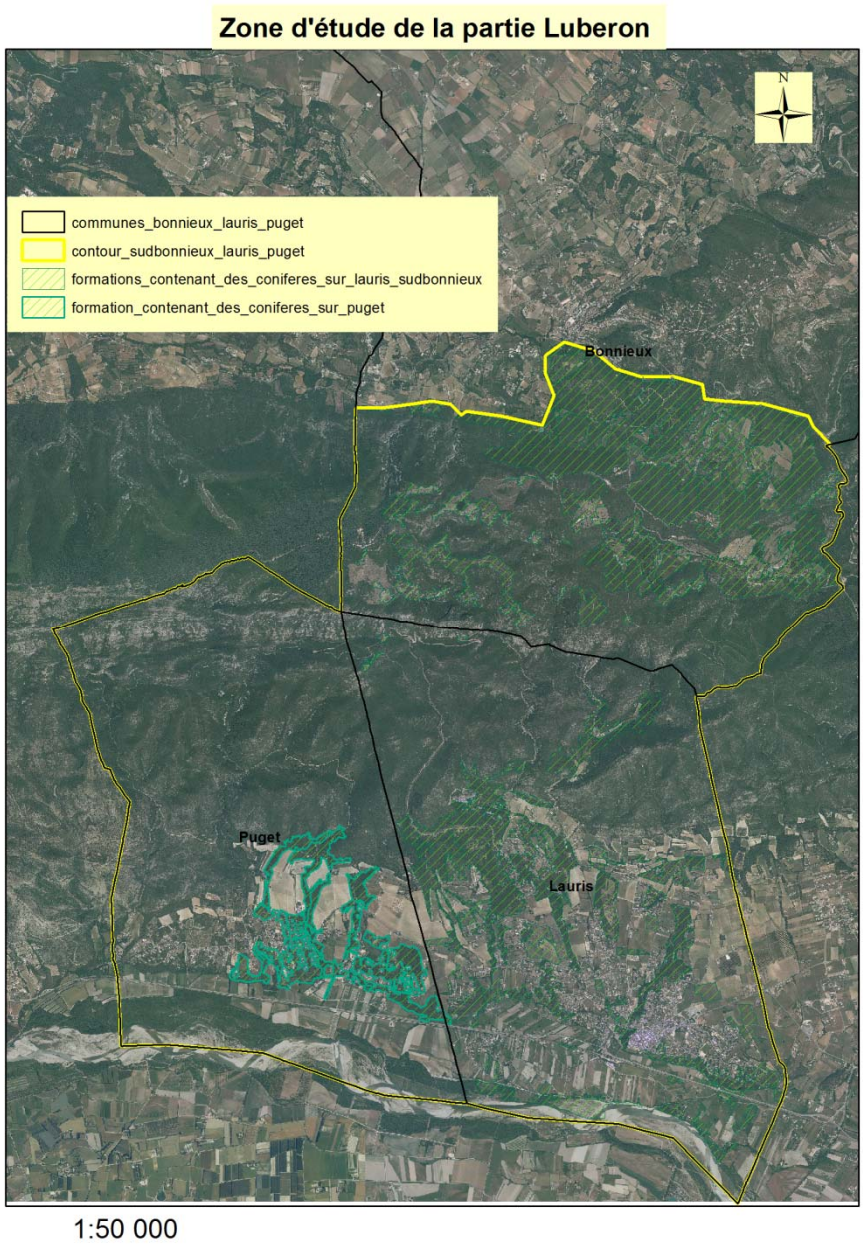
au niveau régional), dont les caractéristiques sont assez similaires à la moyenne régionale (53% des ménages sont propriétaires de leurs habitations) avec une prédominance relative de la maison individuelle (54% contre 40% en moyenne à l'échelle régionale). La ville de Meyreuil, ancien village centré sur l'activité agricole, s'est développé très majoritairement sur de la propriété individuelle, puisque les maisons individuelles représentent 84% des logements en 2009 et que presque 70% des habitants sont propriétaires de leur logement. La ville de Meyreuil regroupe davantage de personnes appartenant à la CSP «  Cadres et professions intellectuelles supérieures » (20% en 2009 contre 16 à Gardanne et 15 à l'échelle de la région), à celle des « artisans commerçants » (11% contre 7 à Gardanne et 8 à l'échelle régionale en 2009). Ces catégories ont toutes connues une augmentation de leur représentativité sur la commune entre 1999 et 2009.

Ces deux communes ont été retenues pour la généralisation de l'enquête sociologique au regard de leur caractère urbain et de leur forte vulnérabilité au risque incendie. Les caractéristiques sociales différentes de ces deux communes permettront de mesurer la façon dont l'appartenance sociale peut constituer un élément explicatif du rapport à la vulnérabilité.

*1.2 La zone « Petit Luberon (84) ». Communes de Puget, Lauris et Bonnieux.*

La deuxième zone d'étude se situe dans le Petit Luberon (Vaucluse), et recouvre partiellement les communes de Puget (84) et Lauris (84), sur le versant Sud, et de la commune de Bonnieux (84) sur le versant nord (carte 3). Cependant seule la partie sud de Bonnieux a été retenue avec l'intégralité des deux autres communes car comprises dans la partie à dominante forestière exposée sud du Massif.

Il s'agit d'une zone ayant été peu affectée par des feux récents, les populations en ayant peu conservé la mémoire. Il s'agit d'une zone de densité urbaine assez modeste. La pression de périurbanisation, quoique forte, est de nature un peu différente qu'à Gardanne : de nombreuses résidences d'interface sont ici des résidences secondaires, et une proportion moindre de population des interfaces est active (retraités notamment). La zone du Luberon a aussi été choisie Le choix a été réalisé après une visite intégrale du massif en fonction de critères relatifs au risque d'incendie lui-même : les interfaces habitat-forêt sont importantes à proximité de massifs forestiers avec des essences plutôt résineuses de type pins d'Alep et avec un climat méditerranéen assez semblable à celui de la zone Gardanne/Meyreuil.




Carte 3. La zone d'étude « Petit Luberon

Les communes de Bonnieux et Lauris/Puget situées chacune sur un versant du massif forestier du petit Luberon n'ont pas connu d'incendie de plus de 5 hectares depuis 1973 (source Prométhée). Le choix de ces deux communes a été réalisé en fonction des critères de vulnérabilité à l'incendie que pouvaient représenter la part d'habitats isolés et dispersés dans le massif du Luberon. D'un point de vue sociologique, ces deux communes connaissent une dynamique démographique inversée, puisque la commune de Bonnieux est restée une commune rurale dont le nombre d'habitant (1424 en 2009) est stable et ne connait plus d'augmentation depuis 1990. Au contraire, la commune de Lauris connait un accroissement continu de sa population et compte 3537 habitants en 2009 (pour 3100 en 1999 et 1810 en 1982). Pour ces deux communes, la part des retraités est largement supérieure à la moyenne régionale (36% de la population totale sur Bonnieux et sur Lauris en 2009 contre 28% à l'échelle régionale). Sur Bonnieux, les agriculteurs et les cadres supérieurs sont plus représentés que sur le reste du territoire régional. La structure de l'habitat est marquée par un très fort taux de résidences secondaires (42,8% des logements pour une moyenne de 17% au niveau régional en 2009)

et de maisons individuelles (90% des logements de la commune en 2009). Sur Lauris, les habitations sont davantage des résidences principales (76% des logements en 2009) en propriété individuelle (pour 70% des habitants contre 61% à Bonnieux en 2009). Lauris apparait davantage comme un lieu résidentiel pour les artisans commerçants (qui sont surreprésentés avec 18,7% de la population active en 2009 pour une moyenne régionale de 8,3%) et les employés (qui représentent 34% de la population active de la commune pour une moyenne régionale de 30,9%).
La gestion du risque incendie sur le territoire du Luberon est intégrée aux actions du Parc Naturel Régional qui a, suite à la loi d'orientation forestière de 2001, adopté en 2004 une Charte forestière qui a elle-même été intégrée depuis 2010 au volet forestier de la Charte de Territoire du Parc. Dans ce document, la lutte contre le risque incendie comprend des actions de prévention auprès des promeneurs et habitants du massif, mais aussi une intervention volontariste par la mise en place d'un plan de gestion à l'échelle du massif.

Dans la suite de ce rapport, nous présentons les avancées méthodologiques concernant l'évaluation formelle de la vulnérabilité des interfaces habitat-forêt par analyse multi-critères sur les deux zones d'étude et de l'approche sociologiques.

# II. Cadre Conceptuel et Méthodologique

**II.1 Cadre conceptuel et Méthodologique de l'évaluation de la vulnérabilité physique des interfaces habitat-forêt par objectivation de dires d'experts : approche multi-critères.**

L'évaluation des vulnérabilités anthropiques aux risques naturels se heurte souvent à la difficulté de l'expérimentation en vraie grandeur. L'expérimentation en laboratoire permet l'acquisition des attributs pyriques des objets exposés (inflammabilité, combustibilité, chaleur massique, etc.), mais les effets d'échelle la rendent assez peu adaptée à l'évaluation du comportement macroscopique de ces objets en présence d'un incendie. A échelle réelle, si les moyens expérimentaux d'évaluation de la résistance des constructions aux incendies d'origine domestique sont d'un déploiement relativement courant, l'expérimentation en vraie grandeur du comportement des bâtis exposés à un incendie externe, en fonction des conditions de cet incendie (intensité, vitesse du front de flamme, conditions météorologiques) est d'un accès beaucoup plus coûteux. Pourtant cet aspect ne constitue que l'un des critères de la vulnérabilité anthropique des interfaces. Dans une perspective opérationnelle d'aide à la décision pour la réduction de la vulnérabilité, la gamme des critères à observer est beaucoup plus large : la topographie, l'exposition au vent dominant, l'environnement de l'enjeu, la distribution spatiale du combustible de l'interface elle-même (végétation d'ornement), la défendabilité, etc. sont autant de critères de vulnérabilité à prendre en compte dans une perspective d'aménagement local ou micro-local. La hiérarchisation de ces critères peut fournir au décideur des priorités d'action à entreprendre.

La voie de la modélisation dynamique, extrêmement riche en enseignements pour le représentation de la propagation en milieu sub-homogène (Santini & al., Dupuy &. Al, ) montre quelques limites pour la représentation du comportement du feu en situation de combustible très discontinu (interfaces). Par ailleurs les modèles décrivant le comportement au feu des enjeux exposés, outre qu'il sont souvent plutôt dédiés à l'analyse des feux domestique « internes », ils requièrent une connaissance assez précise des conditions de l'exposition (temps, intensité, etc.). En plein développement, l'approche basée sur les modèles nécessite la mise à disposition de données expérimentales en vraie grandeur encore très parcellaires.

L'alternative à l'approche expérimentale réaliste en vraie grandeur réside dans l'analyse des retours d'expériences (Duché &. Al 2013). Absolument non contrôlées, ces expériences occasionnelles fournissent pourtant l'essentiel de la connaissance dont disposent les experts sur le comportement d'un incendie de forêt en milieu complexe, tel que les interfaces. C'est aussi la principale source d'information sur les mécanismes d'endommagement des enjeux. Les facteurs non contrôlés sont pourtant déterminants des processus en action : état initial, conditions météorologiques, lutte, certains de ces facteurs peuvent être retrouvé *a posteriori* selon des protocoles de recueil de données spécifiables. La rareté des évènements limite toutefois les possibilités de réunir des données sur des situations hautement comparables.

IRSTEA développe actuellement un modèle de vulnérabilité des interfaces aux incendies de forêt. Les définitions conceptuelles liées à la vulnérabilité utilisées dans cette démarche de modélisation sont proposées en annexe I. Le modèle est fondé principalement sur le croisement de trois démarches complémentaires, l'objectivation des dires d'experts, l'analyse des dommages observés et la simulation de la propagation et de l'exposition, selon l'articulation schématique suivante :

1) Sur des sites tests ayant subi un incendie d'interface, la simulation de la propagation *a posteriori* en fonction des conditions météorologiques permet la connaissance des paramètres physiques du feu en fonction du temps (hauteur de flamme, intensité, durée du

passage, etc. Modèle Phoenix). Le modèle d'exposition proprement dit permet une estimation de l'énergie reçue par les enjeux exposés (transmission radiative, effet d'occultation, durée d'exposition).

2) L'analyse des dommages permet l'estimation de la sensibilité de l'enjeu exposé, en fonction de l'énergie reçue.
3) Le modèle à dires d'experts « objectivés » permet l'obtention d'un indice global de vulnérabilité, calibré par les modèles physiques pour ce qui concerne les critères constituant des facteurs des modèles (topographie, arrangements spatiaux) et complétant les modèles physiques pour les facteurs non pris en compte, en particulier les facteurs anthropiques (conscience du risque, défendabilité).

Le travail présenté dans ce chapitre concerne la mise en œuvre du modèle à dires d'experts objectivés, en nous focalisant sur les facteurs anthropiques de vulnérabilité.

### II.1.1 Modélisation

L'objectivation des dires d'experts nécessite la confrontation d'avis d'experts contradictoires. La méthode compare les ordonnancements proposés par des experts issus de plusieurs communautés (services de secours, forestiers, gestionnaires des territoires) de différents critères de vulnérabilité initialement sélectionnés. Cet ordonnancement est ensuite traité par un processus de hiérarchisation analytique (Analytical Hierarchy Process AHP). Il s'agit d'une méthode de prise de décision multi-critères utilisée ici pour l'évaluation des poids relatifs des différents critères dans la « construction » de la vulnérabilité des interfaces.

Le détail de la méthode est fournie en annexe II (extrait de Maillé E., Pugnet L. & al., 2013).

Le recueil des avis d'experts est effectué par enquête. A l'heure actuelle, l'échantillon comprend 11 experts ayant les qualités suivantes :

- 3 experts des services de secours (Services Départementaux d'Incendie et de Secours SDIS)
- 2 experts de l'administration de l'aménagement des territoires (Direction Départementales des Territoires DDT[M]).
- 5 experts de l'Office National des Forêts (ONF)
- 1 chercheur en incendie de Forêts.

Les critères sont organisés en trois niveaux hiérarchiques (critères, sous-critères et modalités), le critère vulnérabilité globale pouvant être considéré comme le sommet de cette hiérarchie. 6 critères principaux sont considérés : aménagement, topographie, structure de la végétation, structure de l'habitat, propriétés des constructions et critère socio-économique. Chacun d'eux sont subdivisés en sous-critères et modalités.

Il est demandé à chacun des experts une comparaison quantitative des critères deux à deux pour chacun des niveaux de la hiérarchie des critères et sous-critères, sur une échelle de ratio de 1 à 9 (1 considérant les deux critères égaux en impact sur la vulnérabilité, 9 considérant l'un des critères 9 fois plus important pour la vulnérabilité que l'autre). Afin de produire un indicateur quantifié de la vulnérabilité, les modalités sont elles notées de façon absolue sur une échelle de 1 à 5.

Le tableau suivant synthétise l'ensemble des critères pris en compte ainsi que les différents poids obtenus (tableau 1).

| | | | Code | Désignation | Score |
|---|---|---|---|---|---|
| C1 (Aménagement) **0,1422** | C11 (Accessibilité) **0,1118** | C112 (Largeur d'accès) **0,6364** | i1 | l > 6 m | 1,012 |
| | | | i2 | 4 m < l < 6 m | 1,111 |
| | | | i3 | l < 4 m | 2,750 |
| | | C111 (Type d'accès) **0,3636** | i4 | Route | 1,000 |
| | | | i5 | Chemin | 1,429 |
| | C12 (Infrastructures de défense) **0,1906** | C121 (Pistes DFCI) **0,2715** | i6 | Catégorie 1 | 1,059 |
| | | | i7 | Catégorie 2 | 1,111 |
| | | | i8 | Catégorie 3 | 1,286 |
| | | | i9 | Absence | 3,500 |
| | | C122 (Ressources eau) **0,2989** | i10 | d > 100 m | 1,667 |
| | | | i11 | 50 m < d < 100 m | 1,000 |
| | | | i12 | 25 m < d < 50 m | 1,000 |
| | | | i13 | d < 25 m | 1,000 |
| | | | i14 | Absence (>200m) | 4,827 |
| | | C123 (OLD) **0,4296** | i15 | d > 50 m | 1,012 |
| | | | i16 | 50 m > d > 30 m | 1,045 |
| | | | i17 | d < 30 m | 1,296 |
| | | | i18 | Absence | 4,955 |
| | C13 (Equipements à risque) **0,1344** | C131 (Type équip à risque) **0,4091** | i19 | Stock de bois | 3,333 |
| | | | i20 | Bouteille Gaz | 3,929 |
| | | | i21 | Véhicule | 3,868 |
| | | | i22 | Annexe bois | 3,115 |
| | | | i23 | Haies | 4,132 |
| | | C132 (Dist équipt a risque) **0,5909** | i24 | d < 3 m | 4,686 |
| | | | i25 | 3 m < d < 10 m | 3,049 |
| | | | i26 | d > 10 m | 1,390 |
| | C14 (Distance Vegetation/Batiment) **0,1775** | | i27 | Contact | 4,925 |
| | | | i28 | d < 3 m | 3,913 |
| | | | i29 | 3 m < d < 10 m | 2,143 |
| | | | i30 | d > 10 m | 1,220 |
| | C15 (Séparation propriété) **0,1079** | C151 (Type séparation propr) **0,5909** | i31 | Absence | 1,062 |
| | | | i32 | Grillage | 1,220 |
| | | | i33 | Palissade | 2,172 |
| | | | i34 | Muret | 1,000 |
| | | | i35 | Mur | 1,059 |
| | | C152 (Dist séparation /bat) **0,4091** | i36 | d < 3 m | 3,176 |
| | | | i37 | 3 m < d < 10 m | 1,870 |
| | | | i38 | d > 10 m | 1,000 |
| | C16 (Veget surplomb) **0,1880** | | i39 | Oui | 4,400 |
| | | | i40 | Non | 1,000 |
| | C17 (Réseau edf) **0,0898** | | i41 | Enterré | 1,015 |
| | | | i42 | Aérien | 1,926 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| C2 (Topographie) **0,2028** | C21 (Pente) **0,2444** | | i43 | 0 à 10 % | 1,045 |
| | | | i44 | 10 à 20 % | 2,429 |
| | | | i45 | 20 à 30 % | 3,643 |
| | | | i46 | > 30 % | 4,941 |
| | C22 (Expo soleil) **0,1862** | | i47 | Adret | 3,273 |
| | | | i48 | Est | 1,261 |
| | | | i49 | Ouest | 2,676 |
| | | | i50 | Ubac | 1,037 |
| | C23 (Expo vent dominant) **0,3072** | | i51 | Au vent | 4,845 |
| | | | i52 | Intermédiaire | 2,233 |
| | | | i53 | Sous le vent | 1,000 |
| | C24 (Position topo) **0,2622** | | i54 | Crête | 4,333 |
| | | | i55 | Versant | 3,929 |
| | | | i56 | Talweg | 1,273 |
| C3 (Structure végétation) **0,2461** | C31 (Continuité horizontale) **0,4899** | | i57 | Continuité forte | 4,455 |
| | | | i58 | Continuité faible | 2,000 |
| | | | i59 | Continuité nulle | 1,015 |
| | C32 (Continuité verticale) **0,5101** | | i60 | Mixte | 4,800 |
| | | | i61 | Strate arborée | 2,600 |
| | | | i62 | Strate arbustive | 4,000 |
| | | | i63 | Herbacés | 1,290 |
| C4 (Structure de l'habitat) **0,1342** | C41 (Type structure) **0,3788** | | i64 | Isolée | 4,581 |
| | | | i65 | Diffuse | 3,185 |
| | | | i66 | Groupée dense | 1,000 |
| | | | i67 | Groupée très dense | 1,000 |
| | C42 (Position bati) **0,6212** | | i68 | Isolé | 4,629 |
| | | | i69 | En périphérie | 3,400 |
| | | | i70 | Central | 1,015 |
| C5 (Propriétés constructions) **0,1725** | C51 (Jonction toiture-murs) **0,2667** | | i71 | Charpente apparente | 3,696 |
| | | | i72 | Absence de matériaux combustibl | 1,000 |
| | C52 (Façade) **0,2215** | | i73 | Maçonnerie | 1,000 |
| | | | i74 | Bois | 2,154 |
| | | | i75 | Acier | 1,600 |
| | C53 (Ouvertures) **0,3403** | | i76 | Occultation Bois plein | 1,024 |
| | | | i77 | Occultation Bois claire-voie | 1,405 |
| | | | i78 | Occultation PVC | 3,455 |
| | | | i79 | Occultation ALU | 1,618 |
| | | | i80 | Non occultée | 4,759 |
| | C54 (Gouttières) **0,1716** | | i81 | Zinc | 1,273 |
| | | | i82 | Alu | 1,239 |
| | | | i83 | PVC | 2,864 |
| | | | i84 | Absence | 1,000 |
| C6 (Contexte socio-éco) **0,1021** | C61 (Type occup) **0,2529** | | i85 | Permanente | 1,010 |
| | | | i86 | Secondaire | 2,278 |
| | C62 (Prép des personnes) **0,3252** | C621 (Plan d'urgence) **0,3889** | i93 | Oui | 1,000 |
| | | | i94 | Non | 1,944 |
| | | C622 (Connaiss risque) **0,6111** | i95 | Oui | 1,000 |
| | | | i96 | Mesures préventives | 1,000 |
| | | | i97 | Législation | 1,848 |
| | | | i98 | Non | 3,273 |
| | C63 (Entretien) **0,4219** | C631 (Entret hab) **0,3990** | i87 | Fréquence > 1an | 1,000 |
| | | | i88 | Fréquence = 1 an | 1,111 |
| | | | i89 | Fréqence < 1an | 2,125 |
| | | C632 (Entret veget) **0,6010** | i90 | Fréquence > 1an | 1,000 |
| | | | i91 | Fréquence = 1 an | 1,045 |
| | | | i92 | Fréqence < 1an | 2,458 |

Tableau 1 : Modèle d'évaluation de la vulnérabilité physique : critères, sous-critères et modalités de vulnérabilité et poids associés

*Mise en œuvre du modèle sur les zones tests.*

La mise en œuvre du modèle comprend la phase d'acquisition des données, la phase de calcul et la phase de spatialisation des résultats. Ces opérations on été réalisées sur la zone de Gardanne/Meyreuil. Un premier échantillonnage a été effectué sur la zone Vauclusienne.

II.2.2 Acquisition des données

Trois protocoles d'acquisition des données sont utilisés pour le renseignement des différents critères intervenants dans le modèle de vulnérabilité : l'acquisition en base de données géographiques, le relevé de terrain et l'enquête résident.

- *Acquisition en base de données géographique*

L'acquisition en base de données géographiques concerne les critères disponibles ou dérivables de données disponibles. La plupart des critères ne sont pas directement disponibles mais demande à être calculées sous SIG à partir des bases de données standards. C'est en particulier le cas des critères topographiques (pentes, exposition (au soleil et au vent), position topographique) et des critères de végétation (agrégation de la végétation, distance au bâti, etc.). Le mode de calcul est pour la plupart des critères l'algèbre raster, avec une résolution décamétrique pour la topographie, et métrique pour la végétation. La carte de végétation doit elle-même être produite à partir d'informations télé-acquises, en raison de l'objectif de résolution (métrique) : en effet, la végétation linéaire (haies) et la végétation d'agrément (végétation arbustive des jardins) jouent un rôle primordial dans le calcul de la vulnérabilité. Le choix de l'extraction à partir d'images de télédétection aéroportée orthogonales (base de données IGN BDOrtho) s'est imposé pour cela.

- *Relevés de terrain*

Les relevés de terrain on pour objectif de renseigner les critères de vulnérabilité relatifs aux bâtis d'interface sur la zone d'étude. Les relevés sont effectués sur un échantillon de bâtis sélectionnés selon une méthodologie spécifiée par Lampin-Maillet C. (2009). Cette méthodologie s'appuie sur la typologie des interfaces habitat-forêt.

La typologie des interfaces habitat-forêt définie dans la thèse de doctorat de C. Lampin-Maillet « Caractérisation de la relation spatiale entre organisation spatiale d'un territoire et risque d'incendie : Cas des interfaces habitat-forêt du sud de la France. » et concrétisée par l'ouvrage « caractérisation et cartographie habitat-forêt – Guide méthodologique » (Lampin-Maillet & al. 2010) a permis de réaliser une cartographie des types d'habitat de la zone grâce au progiciel WUI Map (Bouillon C. & Lampin-Maillet C., 2011)

- *La zone Gardanne/Meyreuil*

La zone Gardanne/Meyreuil comprend une partie peu densément urbanisée de 242 habitations résidentielles.

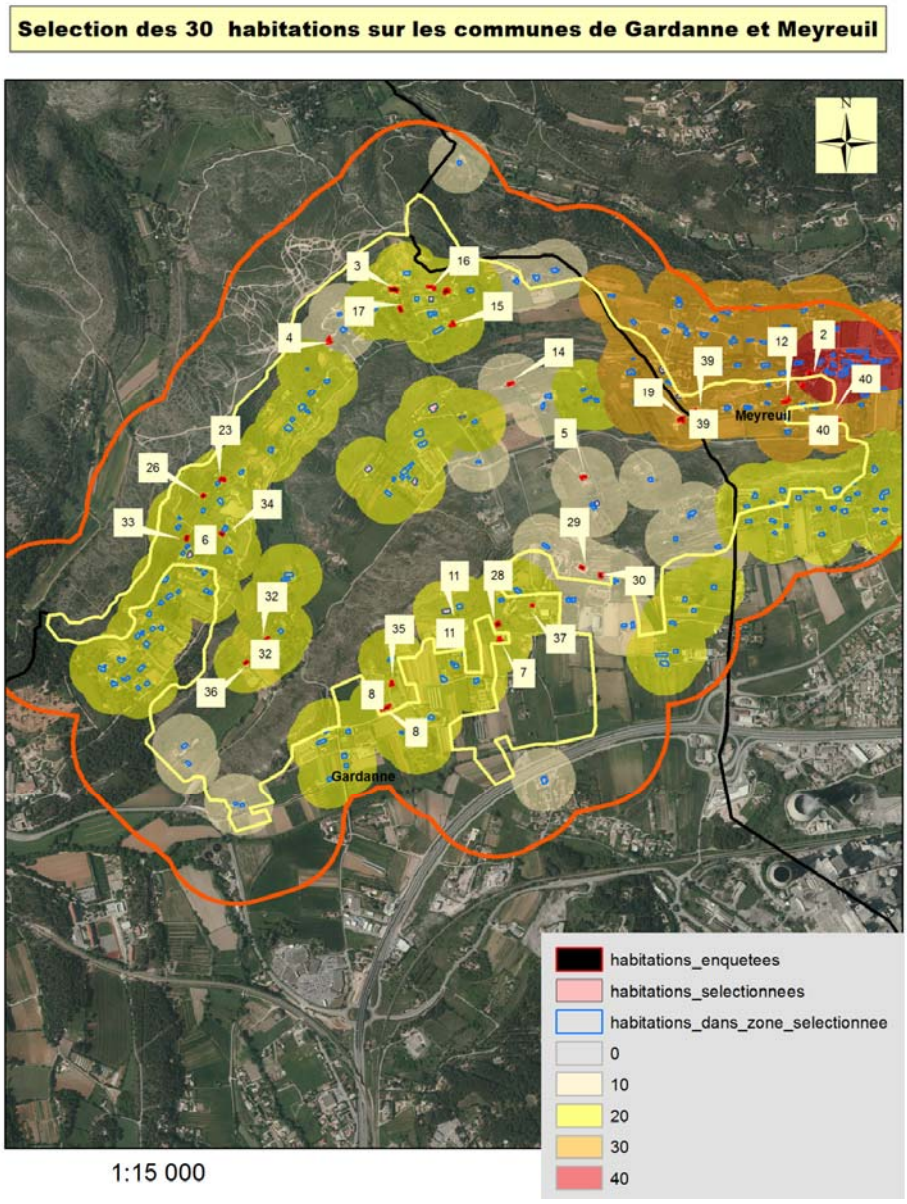
La cartographie des interfaces (carte n° 2) montre 4 types d'habitat en fonction de la distance les séparant : le type habitat isolé (type10), le type habitat diffus (type 20) le type habitat groupé dense et le type habitat groupé très dense (type 30 et 40). La répartition des 242 habitations de la zone dans ces 4 types est la suivante :

- 31 habitations de type 10 soit 13 % des habitations

- 142 habitations de type 20 soit 59 % des habitations
- 46 habitations de type 30 soit 19 % des habitations
- 23 habitations de type 40 soit 10 % des habitations.

L'objectif d'un taux d'échantillonnage supérieur à 10 % nous conduit a fixer un nombre d'habitations décrites sur la zone à environ 30 bâtis. Ceux-ci sont choisis selon une méthode d'échantillonnage stratifié par type d'interface. La même proportion dans la répartition des types d'habitat est appliquée soit : 4 habitations de type 10, 18 de type 20, 6 de type 30 et 3 de type 40. Pour ce faire, en tenant compte des potentiels refus ou absence des habitants 40 habitations ont étés tirées au hasard par le logiciel ARCGIS en respectant les même proportions soit : 5 habitations de type 10, 23 de type 20, 8 de type 30 et 4 de type 40.

La carte n° 2 montre les 30 sites bâtis décrits sur la zone.




Carte 2 : Interfaces et bâtis échantillonnés (zone de Gardanne/Meyreuil)

- *La zone Petit Luberon*

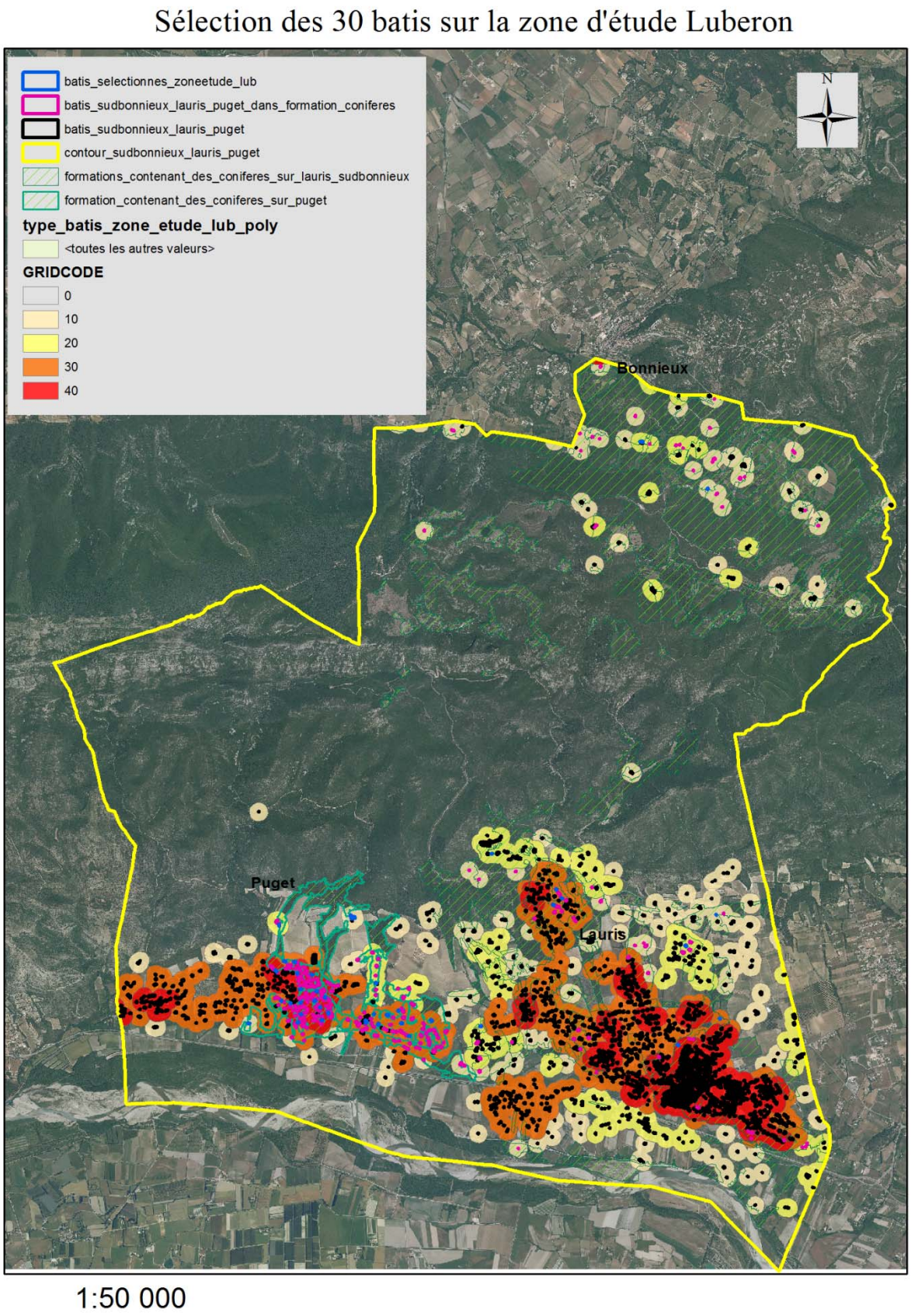
1952 habitations ont étés recensées sur la zone par notre système d'information géographique (logiciel ARCGIS d'ESRI) grâce au Thème Bâti de la BD TOPO de @IGN version 2. Seules 294 d'entre elles se trouvaient à l'intérieur ou à proximité d'un massif comprenant des résineux (carte n° 3) donc en interface habitat-forêt. Une carte de la typologie des interfaces habitat-forêt a donc été effectuée sur la zone grâce au progiciel WUIMAP (carte n° 3). Elle a permis de définir les 4 types d'habitat à l'intérieur desquels se trouvaient nos 294 habitations et d'en réaliser la répartition :

40 habitations dans le type 10, 36 dans le type 20, 101 dans le type 30 et 117 dans le type 40, soit 14 %, 12 %, 34% et 40 % dans chaque type respectif.

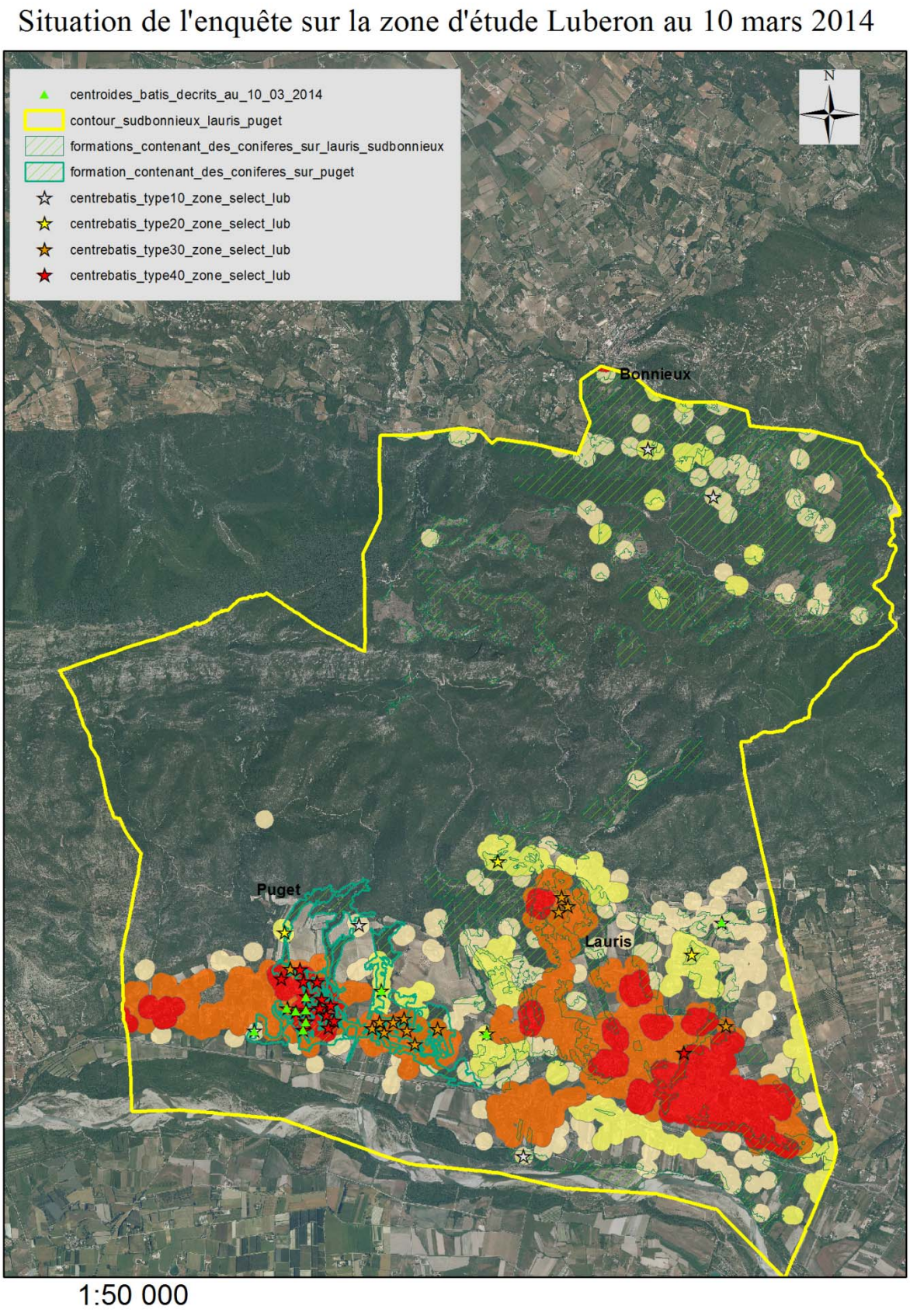
Le même choix d'habitations enquêtées que sur la zone Gardanne/Meyreuil a été effectué soit un nombre de 30. En respectant la même répartition dans les 4 types d'habitat se sont 4 habitations dans le type 10, 4 dans le type20, 12 dans le type 30 et 14 dans le type 40 qui seront enquêtées.

Pour les mêmes raisons d'éventuels refus ou absence de certains habitants, 40 habitations ont étés choisies au hasard par le logiciel ARGIS en respectant la même proportion dans les 4 types d'habitat soit : 5 habitations de type 10, 5 de type 20, 14 de type 30 et 16 de type 40.

A l'heure actuelle, 15 habitations ont étés visitées et 10 ont fait l'objet d'une description mais seuls les habitants de 2 d'entre elles ont répondu à notre questionnaire d'enquête (carte n°4).




Carte 3 : Sélection des bâtis échantillonnés sur la zone « Petit Luberon »




**Carte 4 : Situation du relevé de terrain sur la zone Petit Luberon**

- *Modalités du relevé de terrain*

Le relevé de terrain consiste en une description du bâti sélectionné et de son environnement. L'ensemble des éléments facteurs de vulnérabilité sont décrits et positionnés. La figure 1 propose un exemple de description d'un bâti échantillonné.




Figure 1 : description d'un site bâti

Deux classes de critères sont positionnés : les attributs du site bâti (par exemple les charpentes apparentes) et les attributs de son environnement contributif à la vulnérabilité du site (haie, clôture, végétation naturelle et d'agrément en particulier).

- *L'enquête résidents*

L'enquête résident vise à renseigner le critère « Contexte socio-économique » (C6) du modèle. Elle consiste en un questionnaire fermé distribué lors du relevé de terrain et retourné par voie postale. Ce questionnaire a notamment pour but d'évaluer le niveau de sensibilité des résidents au risque d'incendie de forêt, et constitue une première approche pour l'évaluation des facteurs humains de la vulnérabilité.

Le questionnaire est produit à l'annexe IV. A l'heure actuelle, le taux de retour sur le site Gardanne/Meyreuil d'environ 30% (11 retours). Sur le site « Petit-Luberon » seuls quelques questionnaires ont été récoltés.

II.2.3 – Calculs du modèle

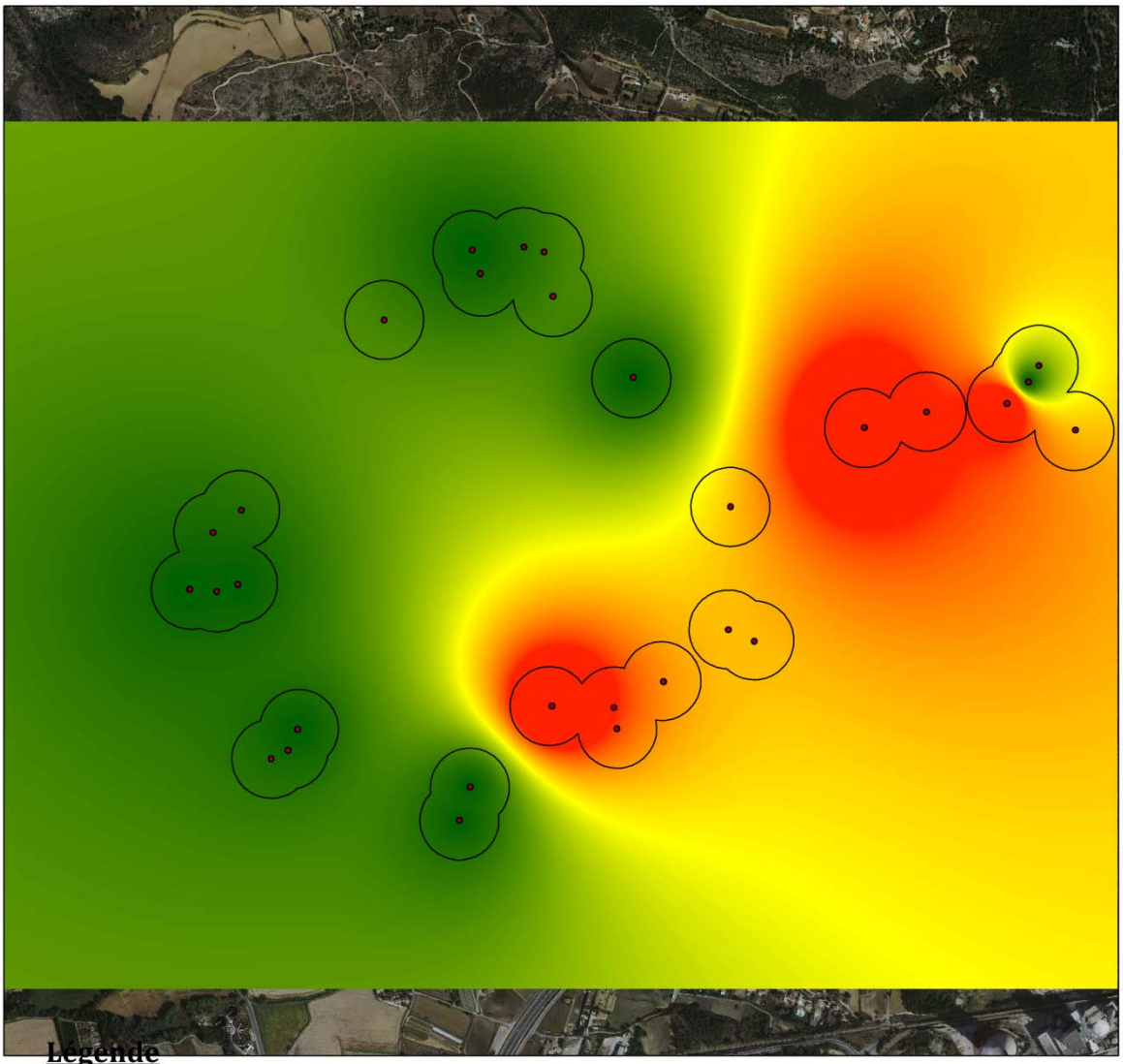
Le modèle est calculé sous ESRI ArcGIS©. La méthode de calcul du modèle dans cet environnement est décrite en annexe III.

II.2.4 Spatialisation

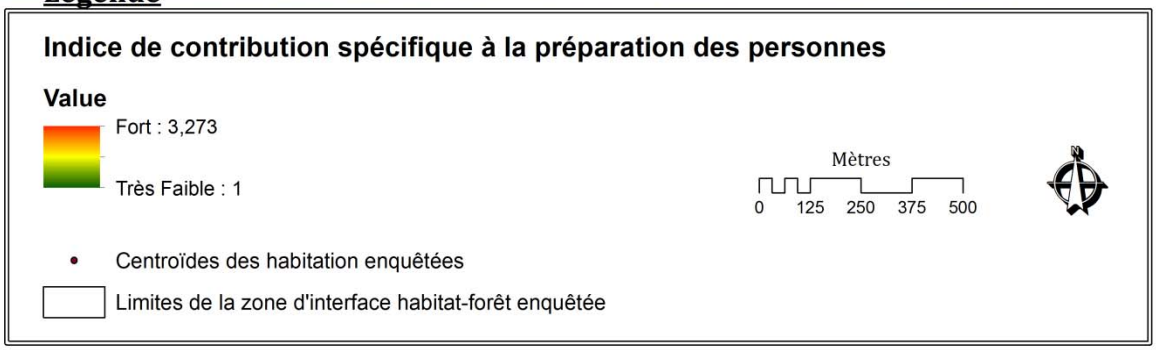
La spatialisation des sorties du modèle se fonde sur l'hypothèse d'une auto-corrélation spatiale des principaux critères de vulnérabilité. L'hypothèse sous-jacente est la structuration spatiale de la vulnérabilité par la morphologie « spatiale » des réseaux sociaux en place sur le terrain. Une illustration de cette hypothèse peut être proposée par la carte 5. Celle-ci montre la contribution du critère socio-économique « préparation des personnes » à la vulnérabilité locale. Une structure apparaît clairement permettant de distinguer une zone « sous influence » de résidents bien préparés et une zone sous l'influence de résidents peu préparés. L'analyse permet d'interpréter cette auto-corrélation spatiale par le réseau social généré par l'association des victimes du feu de 2005. Ce réseau géo-référençable est donc spatialement structurant de la vulnérabilité. Sur la base de l'étude sociologique, la deuxième phase de l'étude permettra d'approfondir la question de la structuration spatiale de la vulnérabilité sous l'influence des réseaux socio-géoréférençables.

Dans l'état d'avancement actuel du projet, les cartes de vulnérabilité ne sont pas interpolées. Nous présentons les résultats illustrant la construction de la vulnérabilité de l'enjeu (le bâti résidentiel) en fonction (i) de son environnement et (ii) des ses attributs propres.

**Cartographie de l'Indice de Contribution Spécifique à la préparation des personnes**



**Légende**




Carte 5 : Distribution spatiale de la contribution de la préparation des personnes à la vulnérabilité des enjeux.

## II.2 Cadre conceptuel et méthodologique de l'approche sociologique

La participation des sociologues de l'IMBE et du LPED au projet de recherche « Human Factors of Vulnerability to Forest Fires in Mediterranean Wildland Urban Interfaces » vise à répondre à un l'objectif initial d'apporter des connaissances sur les « représentations mentales de la vulnérabilité, des habitants des zones exposées à l'aléa incendie, pour améliorer la diffusion et la réception des recommandations de prévention ». Pour répondre à cette demande, nous avons dans un premier temps, entre janvier 2013 et février 2014, mis en œuvre une pré-enquête commune (sortie de terrain, réunion de travail pour la définition des zones étudiées, confrontation des approches disciplinaires) qui nous a permis de redéfinir la contribution de l'analyse sociologique à ce projet interdisciplinaire.

Notre question de recherche se construit autour de deux grands axes :

- Nous faisons l'hypothèse que les représentations du risque et de la vulnérabilité sont déterminées socialement, en interrogeant trois variables sociologiques : le parcours biographique de l'individu (a-t-il, lui ou ses proches connu l'accident que ce soit incendie ou une autre catastrophe naturelles, inondation, etc. ?), ses origines rurales ou urbaines, et sa CSP (Catégorie socioprofessionnelle).
- Comment, à l'échelle locale, se constituent des réseaux de voisinage qui jouent un rôle dans la diffusion de l'information sur les pratiques de prévention, d'entretien. Peut-on repérer une structure spécifique à ces réseaux de voisinage ? L'hypothèse que nous faisons est que ces réseaux s'articulent autour d'une même structure (avec un individu ou petit groupe leader qui joue un rôle clé dans la diffusion de l'information auprès d'autres groupes d'habitants, qui peuvent assurer une fonction de transmission ou être des « suiveurs »). Cette structure du réseau de voisinage constituerait alors un élément central dans la prévention des incendies, mais aussi dans la gestion des catastrophes.

Nous verrons dans une première partie comment s'est déroulée la mise en œuvre de la pré-enquête qui nous a permis de dégager les variables et concepts clés pour l'analyse du rapport social au risque incendie. Dans une seconde partie nous présenterons les deux zones d'études choisies. Dans une troisième partie, nous montrerons comment l'analyse des entretiens exploratoires nous a permis de dégager les variables clés de l'analyse sociologique du rapport au risque. Enfin dans un dernier point nous présenterons le dispositif méthodologique choisi qui sera mis en œuvre en 2014-2015.

### II.2.1 Pré-enquête

Au cours de ce travail commun de pré-enquête nous avons pu redéfinir les questionnements sociologiques du projet de recherche afin d'apporter une analyse en adéquation avec les questionnements des forestiers. Nous avons pu voir comment la connaissance par les habitants des normes de sécurité, d'entretien et d'aménagement, définies dans le cadre des politiques de prévention, représentait un enjeu central pour les forestiers. Nous avons à partir de ce constat, reformulé la question de départ en proposant une analyse sociologique du rapport au risque et à la prévention. Pour cela, nous mobiliserons deux concepts clés, ceux de « représentations sociales » et de « réseaux sociaux ».

**II.2.2 En premier lieu, nous proposons d'analyser le rapport au risque et à la vulnérabilité à partir du concept de représentations sociales.**

Ce concept est ici compris non pas en tant que perception, mais comme structure de pensée structurante des pratiques. Dans cette optique, l'objectif est de dégager des structures de pensées, d'organisation des savoirs, de significations, de valeurs de pratiques propres à des groupes sociaux dans des contextes économiquement et socialement définis. (Doise, 1992 ; Jodelet, 1996). Nous tiendrons compte de trois variables clés dans l'analyse des représentations sociales : l'appartenance sociale (CSP), l'origine rurale ou urbaine des individus (qui joue sur le rapport pratique à l'espace) et la dimension biographique des individus. Cette dernière s'avère un élément central dans la structuration des représentations sociales (Jodelet, 2006). Le choix de ces variables a été défini au regard des interrogations des forestiers, pour comprendre le rapport entretenu par les individus à la prévention, à l'entretien et à l'aménagement de leurs habitations.

La façon dont les individus se représentent et se protègent du risque varie en fonction d'un certain nombre de variables sociologiques qui déterminent d'une part l'exposition au risque et permettent ensuite d'expliquer les différences de comportements face à la vulnérabilité. (Becerra, Peltier 2009). La situation économique et le revenu des individus apparaissent comme une variable déterminante de la vulnérabilité des individus dans la mesure où il conditionne en partie l'exposition au risque (habitation sur des zones inondables ou industrielles), le niveau d'assurance des biens qui permet aux individus de faire face différemment face aux pertes de biens matériels lors de sinistres (Dauphiné, Provitolo, 2011). En région PACA, cette dimension prend une tournure paradoxale dans le cas du risque incendie, dans la mesure où la valeur des maisons en habitat diffus des zones forestière soumises au risque incendie ne perdent pas de leur valeur marchande, voire au contraire, dans la mesure où elle « capitalise les aménités paysagères généralement attachées aux espaces naturels, tout en externalisant les coûts de prévention et de la lutte ». (Napoléone, Jappiot, 2008).

**II.2.3 Le concept de « réseaux sociaux » a été mobilisé pour rendre compte des formes de diffusion et de légitimation de l'information dans la prévention des risques.**

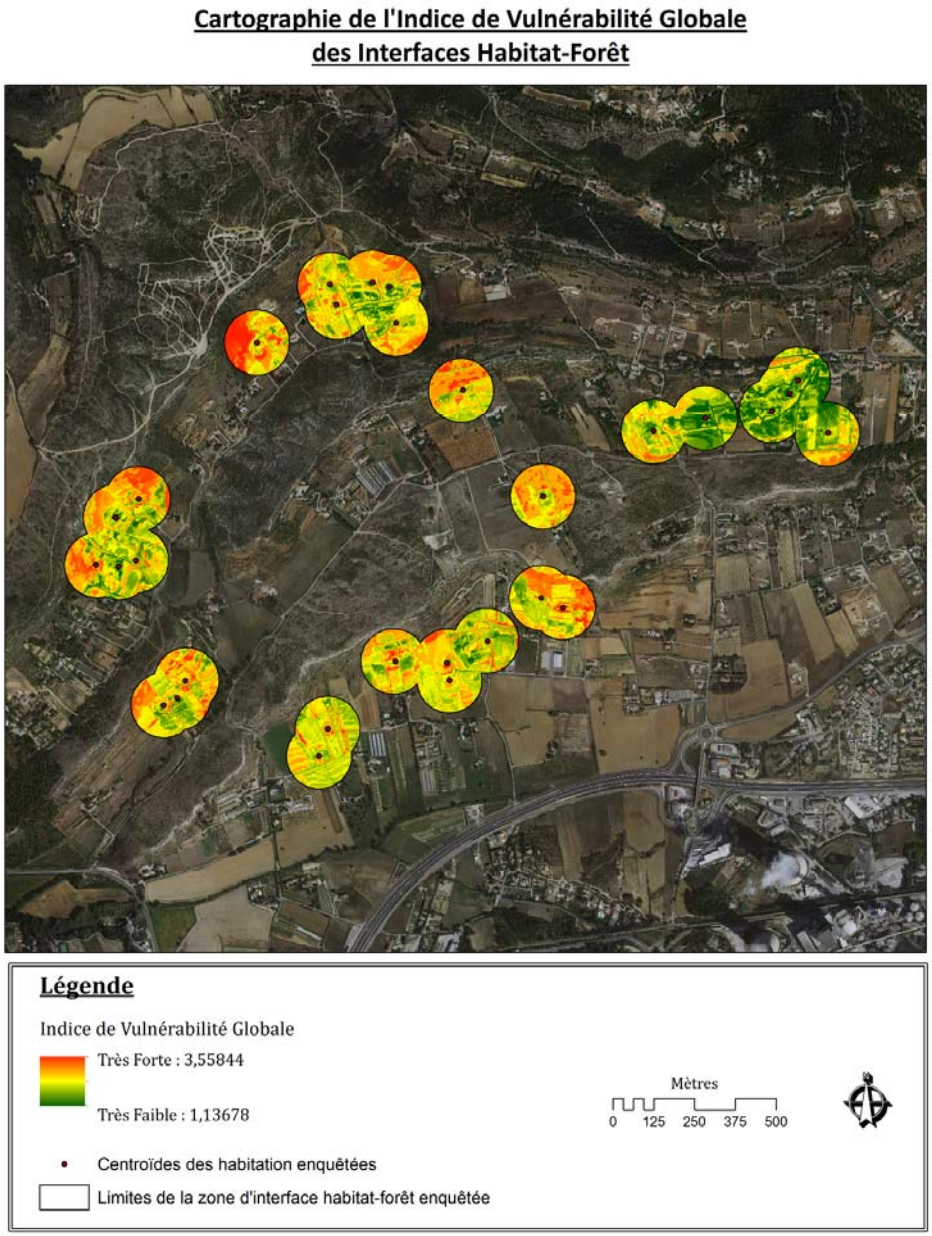
Les analyses en sociologie et en psychologie sociale d'évènements catastrophiques, comme les inondations, mettent en avant la très forte solidarité, entraide qui s'exprime entre les sinistrés au moment et après la catastrophe (Dourlens 1992 et 2003). Celle-ci s'exprime au moment du sinistre par une capacité à réagir et intervenir et à la suite dans la constitution de collectifs de sinistrés permettant aussi de répondre à l'urgence d'après sinistre (Vilain, Lemieux, 1998). Si le moment de la catastrophe semble catalyser l'expression de la solidarité entre sinistrés, l'hypothèse que nous faisons est que cette dernière peut s'expliquer par une analyse en termes de réseaux sociaux (Degenne et Forsé, 1994; Mercklé, 2004). Le concept de réseaux en sociologie décrit un ensemble de relations interindividuelles qui forment une structure et un cadre déterminants de l'action des individus. Les réseaux en tant que structures sociales sont aussi producteurs de dynamiques, et à ce titre, sont un système social opérant dans la diffusion de l'information et de pratiques dans la gestion des risques.

L’analyse en termes de réseaux sociaux permettra de comprendre la façon dont les interrelations entre voisins constituent sur les deux terrains des structures dans la diffusion de l’information comme dans la gestion concrète du risque incendie. Au regard des entretiens que nous avons menés, ces relations semblent le cadre premier et légitime de la circulation de l’information.

# III. Résultats de la première phase

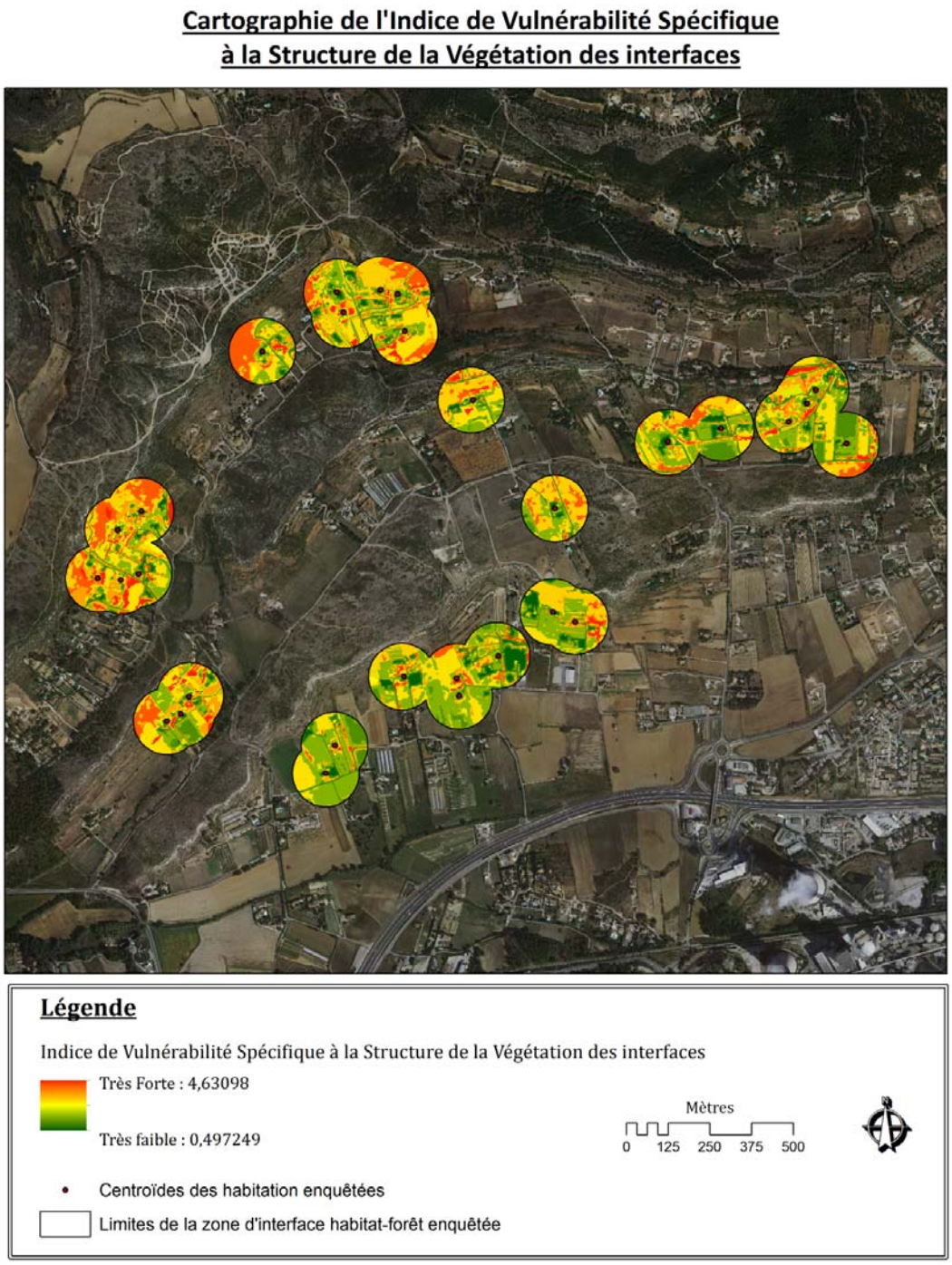
### III.1 Quelques résultats sur l'évaluation formelle de la vulnérabilité physique

Au stade actuel d'avancement des investigations, le modèle a été appliqué sur la zone d'étude de Gardanne/Meyreuil seulement. La carte 6 représente la distribution spatiale des contributions de l'environnement des bâtis échantillonnés (extrait) à la vulnérabilité globale de ces enjeux (bâtis). L'indice agrégé affecté à chacun des enjeux bâtis peut être calculé en sommant ces contributions, pondérées ou non de la distance à l'enjeu.




Carte 6 : Distribution spatiale de la contribution de l'environnement des bâtis à leur vulnérabilité globale.

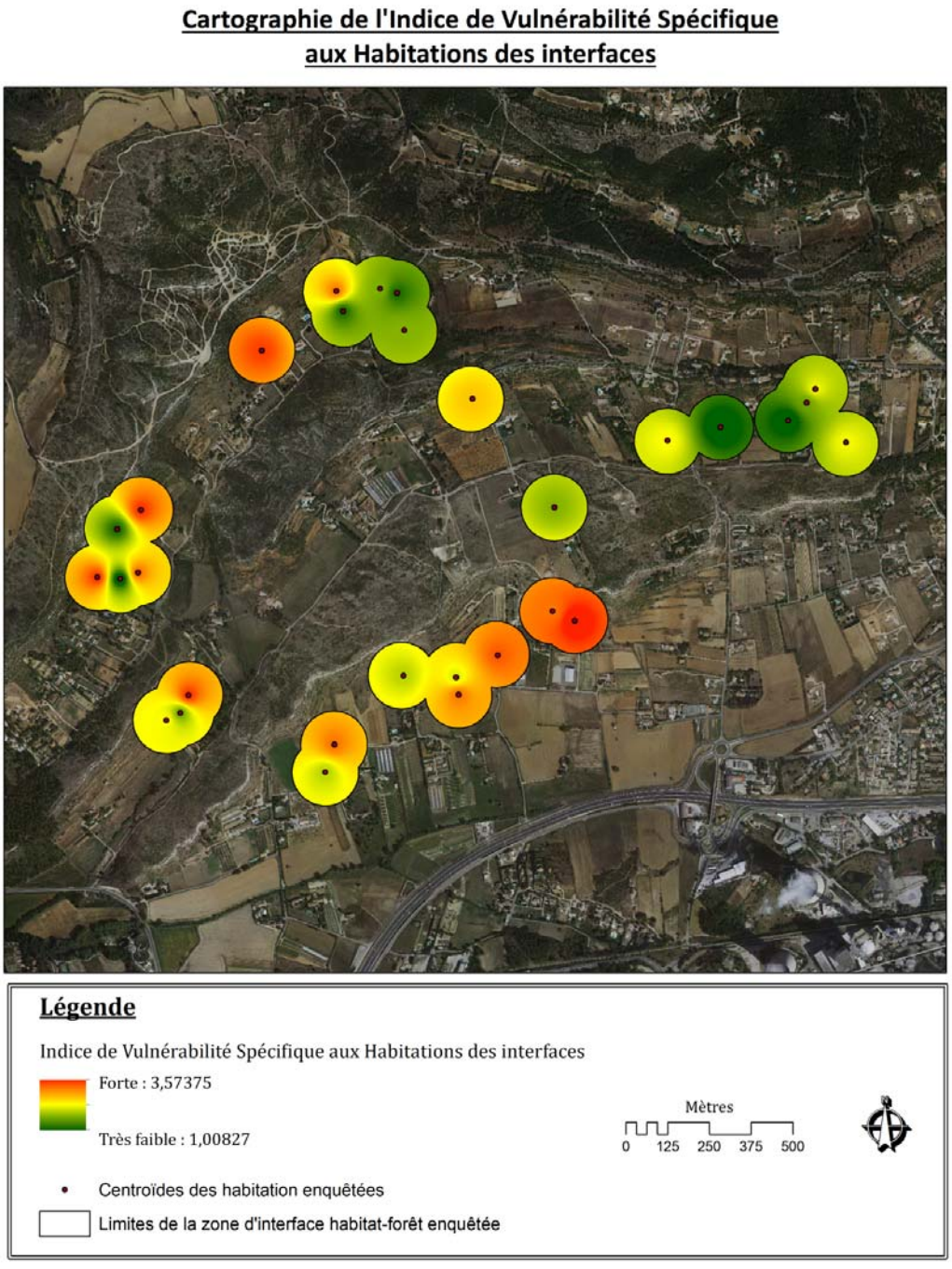
Dans une perspective d'aide à la décision pour la réduction de la vulnérabilité, cette représentation cartographique permet la détection de zones d'intervention prioritaires. La méthode multi-critères permet aussi un priorisation thématique. La carte 7 montre la distribution spatiale de la contribution particulière du critère d'environnement « structure végétation » à la vulnérabilité du bâti étudié, pour la sélection des zones prioritaires d'intervention sur la végétation.




**Carte 7 : distribution spatiale de la contribution du critère « structure de la végétation » à la vulnérabilité de chacun des bâtis échantillonnés**

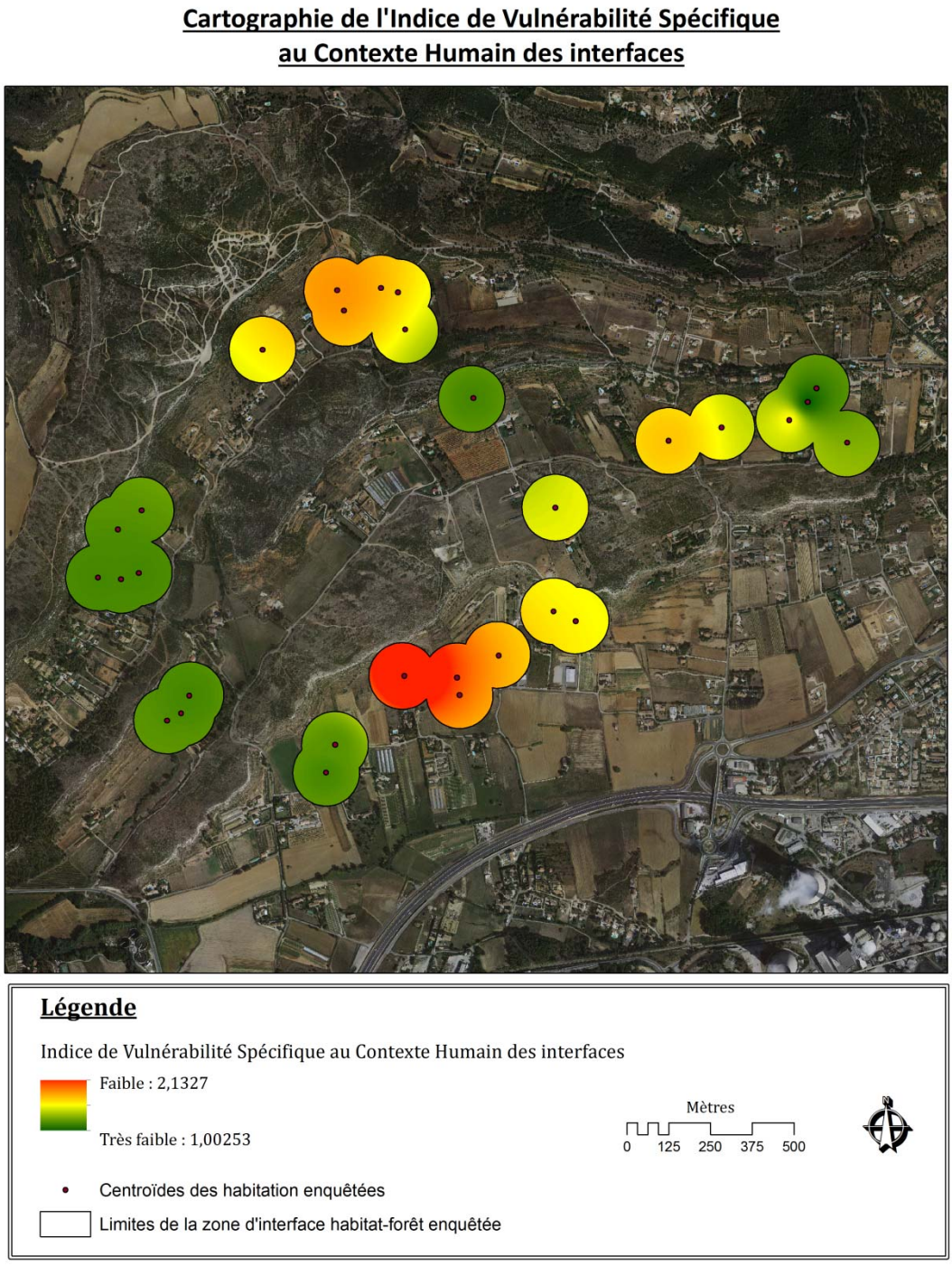
Les cartes dd deux autres critères environnementaux (aménagement, structure de l'habitat et topographie) et des attributs des bâtis sont proposées en annexe IV.

Les attributs inhérents à l'enjeu lui-même, procèdent d'une cartographie un peu différente. Celle-ci représente le champ de vulnérabilité induit par l'enjeu sur son environnement. La carte 8 montre l'exemple du critère matériaux de construction.




Carte 8 : champs de vulnérabilité induits par les matériaux de construction des habitations échantillonnées sur leur environnement proche.

Cette notion de champ de vulnérabilité induit par les enjeux s'interprète par différents processus du sinistre : par exemple, l'inflammation de matériaux vulnérables est susceptible de concourir à la propagation ; de même, l'inflammation d'un enjeu pourra mobiliser les secours, et renforcer ainsi la vulnérabilité de ses voisins. Le champ de vulnérabilité est donc à la base de la cartographie générale de la vulnérabilité à l'échelle des territoires. La carte 9 propose les cartes des champs de vulnérabilité induits par le critère « contexte » humain, incluant la préparation des personnes, mais aussi leur vulnérabilité personnelle (âge, mobilité, santé, etc.)




Carte 9 : champs de vulnérabilité induits par le contexte humain des bâtis échantillonnés

### III.2 Résultats de l'analyse sociologique du rapport social au risque et à la vulnérabilité

L'analyse des entretiens exploratoires nous a permis de dégager des hypothèses fortes pour l'analyse du rapport social au risque incendie et à la vulnérabilité. Les entretiens réalisés visent dans ce travail de recherche à apporter une connaissance sur les représentations sociales que se font les habitants de leur vulnérabilité face à l'incendie en replaçant celle-ci au regard du rapport qu'ils entretiennent avec le risque et les dispositifs et normes de prévention.

Ci-dessous la liste des entretiens réalisés :

| Commune | Profession | Age | Sexe |
|---|---|---|---|
| Gardanne | Retraité Ingénieur | 71 ans | Homme |
| Gardanne | Retraité technicienne | 69 ans | Femme |
| Gardanne | Assistante sociale | 54 ans | Femme |
| Gardanne / Meyreuil | Agriculteur | 47 ans | Homme |
| Gardanne | Retraité ouvrier Péchiney | 69 ans | Homme |
| Gardanne | Employée | 34 ans | Femme |
| Meyreuil | Ingénieur Electronique | | Homme |
| Bonnieux | Profession libérale | 45 ans | Femme |
| Bonnieux | Chambre d'hôtes | 38 ans | Femme |
| Bonnieux | Propriétaire forestier | 62 ans | Homme |

#### III.2.1 Des représentations du risque incendie et de la vulnérabilité socialement différenciées

Au sein des entretiens menés sur les différentes zones d'étude se dégagent trois types de rapport social au risque, correspondant à une concordance de variables sociologiques cumulatives (appartenance sociale / origine urbaine ou rurale des individus / héritage familial ou acquisition).

- Les habitants d'origine rurale appartenant aux classes populaires / moyennes et ayant un lien familial avec le lieu d'habitation et qui ont déjà connu un sinistre.
- Les habitants d'origine urbaine, appartenant plutôt aux classes supérieures et ayant acquis il y a moins de 15 ans leur habitation.
- Les agriculteurs et / ou forestiers qui ont un rapport productif à l'espace et qui ont hérité des exploitations.

Sur le terrain de Gardanne / Meyreuil, la zone qui a connu l'incendie en 2005, qui est la même que celle qui avait brûlé en 1979, sont des anciennes terres agricoles, aujourd'hui majoritairement résidentielle. Sur cette zone se retrouvent ainsi des habitants qui ont hérité de terrain agricole ou de maison familiale et d'autres, plus récemment installés. Dans nos entretiens, les réactions et les décisions prises par les individus au moment du sinistre se distinguent au regard de leurs caractéristiques sociologiques.
Par exemple, cet habitant, ancien ouvrier aux usines Péchiney raconte comment le feu de 2005 a détruit « tout ce qu'il possédait » et que c'est après la catastrophe qu'il s'est rendu compte qu'il n'était pas assuré contre l'incendie. « *On n'était pas assuré contre l'incendie. Donc, pas assuré contre l'incendie, donc camion pas remboursé, tracteur pas remboursé, voiture pas remboursée, voilà. La*

*maison, très mal assurée, parce qu'il faut réactualiser le contrat tous les dix ans, je ne le savais pas. Donc, je m'étais assuré à l'époque pour cinq cent mille francs, mais il y a quarante ans maintenant, et ils m'ont donné six cent mille francs.* ». Le fait que certains individus vont rester « défendre leur maison » ou partir en accord avec les consignes de sécurité semble aussi déterminé par l'appartenance sociale. Au cours de l'incendie de 2005, cette même personne est restée pour éteindre l'incendie sur son terrain et dans sa maison refusant d'obtempérer aux ordres d'évacuation des pompiers. « *Cette maison c'est tout ce que j'ai, c'est moi qui l'ai construite, elle est pour mon fils. Alors quand ils ont dit, maintenant, il faut évacuer, évacuez, je me suis embrouillé avec les pompiers, j'ai dit: "Non, non, moi je reste chez moi, la maison, elle est nettoyée autour, moi je reste chez moi. Puis arrivent des gendarmes qui commencent à essayer d'évacuer ma famille qui était autour d'une piscine, ils y arrivent pas, ils n'étaient que quatre, et eux ils étaient une trentaine, donc, à chaque fois, ils leur arrachaient la manche des mains, la manche d'arrosage, mais, eux, il y avait tout le monde qui la reprenait et qui continuait, quand ils ont vu ça, ils sont partis chercher du renfort. Ils sont revenus à huit. Matraque en tête, ils ont tapé dans le tas. Ma sœur, elle est partie avec les menottes, mais moi je suis resté* ». A l'inverse, ce retraité ancien ingénieur, a évacué sa maison plus rapidement, en respectant en grande partie les consignes de sécurité et d'évacuation ordonnées par les pompiers. « *Moi, ce qui a protégé la maison, c'est le fait que les propriétaires précédents avaient installé sur le toit des systèmes d'arrosage par aspersion. Alors quand j'ai vu le feu revenir, j'ai tout de suite mis en route tout le système d'arrosage, j'ai mouillé les murs et puis nous nous sommes calfeutrés à l'intérieur. Quand le feu a sauté la route, j'ai dit à ma femme: " Prends les papiers, on s'en va." Je me suis dépêché, j'ai pris les billets d'avion, parce qu'on partait aux Caraïbes. Donc, les passeports, les billets d'avion et on est parti».* De même, cet autre ingénieur à la retraite qui vit sur Meyreuil *: "Quand j'ai vu arriver le feu, j'ai lancé les bouteilles de gaz dans la piscine des enfants et j'ai fait évacuer ma famille. Quand les pompiers sont arrivés, je leur ai dit de passer par là, parce que par là ils ne pouvaient pas passer, et après je suis parti aussi."* (Ingénieur retraité, Meyreuil)

Le fait d'avoir déjà vécu un incendie directement ou indirectement (dans l'histoire familiale ou le récit d'un proche), permet d'expliquer aussi la façon dont les individus se prémunissent du feu et réagissent au moment de l'incendie. C'est ce dont témoigne cet extrait d'entretien d'une habitante de Gardanne qui a connu l'incendie de 2005 dont la famille possédait la plupart des terrains agricoles du secteur : « *Le risque, il y est toujours. Moi, je suis d'ici. Je suis la famille la plus ancienne d'ici. Ma famille est là depuis le XII*$^{e}$ *siècle. Mon père avait six propriétés. Moi, j'ai la plus petite. Mes frères et sœurs ont les autres. Si vous voulez, les incendies, j'en ai vu en pagaille. Celui de 1979, qui était similaire, mais avec la différence qu'on nous a laissés dans nos maisons et on a sauvé nos maisons nous-mêmes. Ça, je peux vous dire qu'on a sauvé nos maisons nous-mêmes. Nous, on avait nos chemins derrière, donc on était tout un groupe à lutter. Mon frère avait fait un grand bassin. Celle qui est plus loin, c'est pareil et on en avait une autre plus bas et, pareil, on les a sauvés nous-mêmes. Et aujourd'hui c'est pareil. De toute façon je sais qu'un jour ou l'autre cette maison brûlera. En 2005, j'avais dit à mon mari, cette année il va y avoir un feu, la maison va partir, bon on l'a sauvé, ce sera pour une autre fois !»*

Le fait d'avoir connu l'expérience d'une catastrophe semble constituer un élément clé dans la façon dont les individus intègrent ou non un certain nombre de consignes de sécurité et font face à la catastrophe lorsqu'elle survient. Au regard des différents entretiens, l'expérience de l'incendie se traduit par une lutte active au moment où la catastrophe survient. Cette variable joue aussi sur l'entretien du terrain aux abords de l'habitation et la connaissance des conditions climatiques favorables au déclenchement d'un incendie. En revanche, l'expérience de l'incendie a tendance à limiter la valeur accordée aux consignes de sécurité et d'évacuation des autorités. Les connaissances

liées à l'expérience et à la transmission d'un savoir familial semble prévaloir dans la leurs pratiques. « *On a appelé les pompiers, ils ne nous ont répondu : "Monsieur, le feu est loin". Je recevais plein de cendres sur la terrasse et tout, donc je me suis posé la question, pour savoir où il était. Et là, il vous dit: "Il est loin". Ma foi, il est loin! Et ça m'inquiétait quand même. J'appelle mon fils - parce que mon fils et ma belle-fille partaient dans le Var pour le week-end. Je les appelle, je leur dis: "Il y a un feu qui arrive et qui approche, je suis inquiet de demain." Il me dit: "Mais Papa, il est loin, il est au Pont de l'Arc." - "Il est au Pont de l'Arc? Dans une heure il est à la maison." Il vient, il fait demi-tour et il arrive, j'avais préparé à ce moment-là des bidons d'eau, des bidons de 200 litres avec des sauts, les culots tout autour de la maison, je m'étais préparé, parce que je m'étais dit, si jamais ça tombe dans l'herbe sèche, avec un saut, on peut l'éteindre. Avec des pierres aussi, mais avec de l'eau, c'est quand même mieux. Voilà, ils reviennent à la maison et il m'explique: "Voilà, il était en bas".* » (Retraité ouvrier Péchiney, fils d'agriculteur a toujours vécu dans cette maison). "*Moi chez moi il y a trois robinets avec un tuyau. En général, quand il y a le feu, on prend le robinet d'en haut, on arrose la maison, on arrose la maison qui est en dessous et en bas le champ pour ne pas que ça prenne. Mes grands-parents avaient eu une leçon déjà avant que je naisse et ils arrosaient.*" (Employée, Gardanne).
L'entretien du terrain et des zones boisées est le fait majoritairement des agriculteurs et des personnes ayant un lien familial avec le milieu agricole. « *Donc, nous, c'était tout nettoyé; et quelques années avant, on avait eu des petits incendies mis par des incendiaires, là au niveau du col, donc on était arrivé à tout bien temporisé et tout. On avait tout nettoyé, replanté des oliviers, créer une irrigation, tout. Nous, on était tranquille. Soi-disant. Et comme eux, c'était pourri... De notre côté, c'était tout propre, là, il n'y a rien qui a brûlé. A côté, on avait le pré irrigué. Il n'y a rien eu. Mais tout ce qui était de leur côté, on avait des oliviers qui ont brûlé, de tout. Tout ça, parce que ce n'était pas entretenu »* (Agriculteur, Gardanne).

De façon transversale aux entretiens réalisés, apparait un clivage marqué dans le rapport social à l'incendie en fonction de l'origine sociale mais aussi du rapport historique qu'entretiennent les individus avec leur lieu d'habitation, éléments qui sont fortement liés. En effet, les personnes appartenant aux catégories supérieures seraient davantage celles qui se sont installées récemment sur les communes de Meyreuil / Gardanne. Du fait de leur origine plus urbaine que rurale, elles ont un rapport distant à l'expérience de la catastrophe et adhèrent davantage à la mise en œuvre des consignes de sécurité et d'évacuation diffusée par l'intermédiaire des autorités compétentes. Cette tendance se retrouve sur les deux terrains étudiés, Gardanne / Meyreuil et Bonnieux / Lauris.
Sur ce dernier, qui n'a pas connu d'incendie, l'origine rurale ou urbaine des individus constitue un élément déterminant dans le rapport qu'ils entretiennent à la prévention. Les deux personnes que nous avons rencontrées sur ce site, et qui n'avaient pas une origine rurale étaient particulièrement sensibles au discours diffusé sur le risque incendie et avait intégré dans leurs aménagements les consignes de sécurité, dégageant les accès de secours et en mettant des panneaux prévenant du risque incendie.
L'enquête à plus grande échelle auprès d'un échantillon représentatif de la population des zones retenues, devraient permettre de conforter ou d'infirmer ces hypothèses et surtout de mesurer la façon dont ces variables sociologiques pèsent sur les pratiques, les choix d'aménagement que font les individus pour se prémunir du risque incendie. Les premiers éléments dont nous disposons témoignent aussi d'une différence dans la confiance accordée aux autorités compétentes dans le traitement de l'incendie (pompiers, SDIS) et à la valeur des informations et consignes de préventions qu'ils diffusent. Une des hypothèses qui se dégagent de nos entretiens à ce sujet porte sur le rôle central que joue la structuration de réseaux informels de voisinage dans la diffusion de l'information

mais aussi dans l'entraide et dans l'entretien des terrains comme lors des évènements catastrophiques.

### III.2.2 Prévention et protection contre les incendies: la prédominance des réseaux informels de sociabilité et d'entraide

Que ce soit au moment de la catastrophe ou dans une logique de prévention du risque, les réseaux de voisinage constituent le lieu d'élaboration d'un discours et de pratiques qui s'inscrivent soit en complément soit en opposition au discours institutionnel et officiel. Suite à l'incendie de 2005 sur Gardanne / Meyreuil, une partie des habitants sinistrés se sont organisés en collectif et sont aujourd'hui toujours engagés dans une démarche judiciaire pour faire reconnaitre la responsabilité des autorités dans la mauvaise gestion de la crise. Ce regroupement de sinistrés s'est fait sur la base de relations de voisinage préexistantes qui se sont renforcées à la suite de l'incendie. « *C'est vrai on se voyait, mais c'était comme ça, plutôt du bon voisinage, maintenant c'est différent, on fait pratiquement tout ensemble ! C'est devenu vraiment un groupe très soudé*. » (Ingénieur, Gardanne). « *Moi personnellement je sais que je peux compter que sur moi-même, la famille et les amis, ceux qui ont lutté avec moi* » (retraité ouvrier, Gardanne). « *Pour moi cela a été très important cette solidarité, maintenant on est inséparable, on fait tout ensemble. On fait même l'huile d'olive* » (Gardanne, Ingénieur). "*Les voisins, il y a ceux-là qui ont été endommagés, ceux de l'autre côté, les voisins là-bas qui ont été endommagés, donc forcément je les connais par rapport à ça. Je les connaissais un petit peu avant, je les connais un peu mieux depuis qu'il y a eu l'incendie. On est tous contre les pompiers. Parce que c'est inadmissible que les pompiers ils ne viennent pas. On a tous porté plainte parce que c'était n'importe quoi.*" (Employée, Gardanne)

Ce groupe d'individus forme, dans le quartier, un noyau à partir duquel s'est déployé à la fois un discours de remise en cause et de critiques des autorités, mais aussi un ensemble de relations d'entraide et de diffusion de l'information sur la connaissance du risque incendie et des mesures de prévention. *« On a eu le sentiment, très vite, que ce qui s'était passé était totalement anormal. Le feu a eu lieu le 5 août et le 1er septembre, c'est-à-dire, trois semaines après, on avait déjà écrit au Ministère de l'Intérieur, avec une lettre - d'ailleurs, si on la ressort, je peux te dire qu'elle est étonnante: on avait pratiquement tout décrit ce qui avait pu se passer, les incohérences, les problèmes, notre diagnostic était le bon. Il y a eu des erreurs tout au long de la procédure d'intervention. Là on arrive au bout de la procédure, mais cela a nécessité des recoupements, des recueils de témoignage. On a tout fait ensemble, moi je me suis chargé de la partie un peu technique, administrative, mais après toutes les bonnes volontés s'y sont mises.*» (Ingénieur, Gardanne).
L'incendie a aussi renforcé les liens d'entraide entre les différents voisins, en particulier dans l'entretien des jardins et la surveillance des risques. *"C'est mon mari qui fait l'entretien chez nos voisins. Ils sont Parisiens. Comme ils sont âgés et malades, ils ne viennent plus beaucoup. Du coup, on les aide avec l'entretien"* (Assistante sociale, Gardanne). Elle ajoute*: "Dès qu'on voit de la fumée, même un barbecue, avec les voisins on s'appelle."*

La remise en cause de la légitimité et de l'efficacité des pompiers et des services de secours a pour corollaire la valorisation des connaissances portées par le collectif constitué des sinistrés, qui semble reconnu au-delà du cercle de ses fondateurs. « *Bon, c'est vrai nous on ne les a pas rejoint, mais ils ont quand même fait un certain travail et ça peut quand même bouger les choses, faire en sorte que la prochaine fois l'intervention des pompiers soit plus rapide* » (Gardanne, Assistante sociale).

L’expertise et la connaissance de ce groupe d’individus semble reconnu, voire primer sur celle diffusée dans le cadre des mesures de prévention. De ce point de vue, émergent des leaders à l’échelle locale qui vont devenir aussi des référents auprès des autres habitants. Dans le cadre de Gardanne, cet ancien ingénieur installé depuis 15 ans dans le quartier est reconnu comme ayant une certaine expertise « *C’est vrai que J.C il a amené beaucoup, il avait déjà pas mal de connaissances, mais après il a quand même beaucoup porté. Donc moi quand il est venu à la maison il m’a dit ça, ça ne va pas, il faudrait plutôt faire comme ça*» (retraité technicienne). Cette compétence s’affirme aussi par une remise en cause des savoirs experts portés par les autorités : *« Moi, je suis émerveillé des conneries qui peuvent s'écrire dans des endroits comme ça. Ils nous montrent un exemple de photos, avec une zone avec des pins qui ne sont pas brûlés, un coupe-feu qui doit faire 25 mètres de large et de l'autre côté c'est brûlé. Et ils disent: "Vous voyez, on peut faire des coupe-feux." Mais, comment quelqu'un qui connait la forêt méditerranéenne peut-il écrire une connerie pareille, alors qu'on sait qu'il faut au moins 400 mètres de barre-feu pour que ça ait un semblant d'efficacité. Ils te montrent une photo avec un coupe-feu de 20 mètres, et ils te sortent ça. C'est inimaginable, de sortir des trucs pareils.* » (Gardanne, Ingénieur retraité). L’expérience des individus, leur vécu apparait aussi comme un élément déterminant du rapport qu’ils entretiennent au risque qui alimentent aussi un rapport critique au discours préventif. « *La réglementation, si vous voulez, elle est peut-être un petit peu utile. Le feu, s'il veut brûler, il brûle. Même avec de l'eau, c'est difficile de l'arrêter. S'il veut brûler les arbres, il brûlera les arbres, s'il veut brûler une maison, il brûlera la maison... S'il y a un feu, le feu brûlera. La prévention, oui, c'est un peu utile, quand il n'y a pas de feu. Quand il y a le feu, s'il faut qu'il passe, il passera. Vu ce que j'ai vécu, si le feu passe, il passe. Trois feux quand j'étais ici, je sais ce que ça fait le feu.* » (Employée, Gardanne).

Sur le terrain de Bonnieux / Lauris, qui n’a pas connu d’incendie depuis 1973, les réseaux de voisinage semble aussi jouer un rôle dans la circulation de l’information et des connaissances au sujet du risque incendie. Comme en témoigne cet extrait d’entretien, d’une personne récemment installée et d’origine urbaine, le réseau de voisinage constitue un élément essentiel d’un sentiment de sécurité. « *Alors moi c’est quelque chose dont j’ai très peur, j’ai mis des panneaux partout pour les gens qui passent ici, mais il faut vivre avec ce danger permanent. Je fais très attention à ça. Je sais que mon voisin, de l’autre côté de la propriété il est dans des instances, au CRPF je crois, donc je sais qu’il est au courant, que si je dois faire quelque chose il me préviendra, je peux toujours lui demander.* » (Bonnieux, Chambre d’hôtes).

Sur les deux terrains explorés, l’importance des réseaux de voisinage apparait comme un élément récurrent dans la prévention, l’entretien et l’aménagement des zones à risque, suppléant de façon aussi assez récurrente les informations et mesures émanent des organismes officiels de prévention. Ce constat peut constituer la base d’une réflexion sur les formes de diffusion de l’information en matière de risque incendie en questionnant le rôle que pourraient jouer les réseaux de voisinage dans une politique plus globale de prévention.

# IV
# PERSPECTIVES POUR LA PHASE II

***Exploration d'une formalisation pluridisciplinaire fondée sur l'interprétation des structures spatiales de vulnérabilité par l'organisation de réseaux sociaux géo-référençables***

***Exploration d'une formalisation pluridisciplinaire fondée sur l'interprétation des structures spatiales de vulnérabilité par l'organisation de réseaux sociaux géo-référençables***

L'hypothèse de la surdétermination des processus sociaux dans l'organisation spatiale de la vulnérabilité nous conduit valoriser notre production en ébauchant l'exploration d'une formalisation pluridisciplinaire fondée sur l'interprétation des structures spatiales de vulnérabilité par l'organisation de réseaux sociaux géo-référençables. Il s'agira, dans le cadre de cette étude qui reste exploratoire, d'examiner la relation susceptible d'exister entre l'organisation de la vulnérabilité à l'échelle des territoires et celle des réseaux sociaux géo-référençable. Cette perspective s'appuie sur le matériel expérimental dont l'acquisition était initialement prévue dans le cadre du projet, en procédant aux adaptations nécessaires en qualité (et non en volume) pour tenter de contribuer à cet objectif. Il s'agit notamment de l'enquête sociologique sur les deux zones d'études, et de la spatialisation des sorties du modèle de vulnérabilité physique.

**IV .1 Mise en œuvre de l'enquête sociologique : Méthodologie**

L'objectif de l'enquête sociologique vise à vérifier les deux hypothèses centrales que nous avons retenues au cours de la pré-enquête :

- Définir et mesurer l'importance respective des variables sociales dans le rapport au risque incendie par une analyse en termes de représentations sociales
- Définir et mesurer l'implication des réseaux informels de voisinage dans la construction et la diffusion d'un discours de prévention et des pratiques de protection contre l'incendie.

Pour cela nous mènerons au cours de l'année 2014 une enquête par entretiens auprès d'un échantillon représentatif des populations de Gardanne / Meyreuil et de Bonnieux / Lauris. La variable de construction de l'échantillon retenue est celle de l'appartenance sociale. La structure de la population en CSP étant connue, nous construirons un échantillonnage par quota. Nous réaliserons sur l'ensemble de ces terrains une soixantaine d'entretiens proportionnellement répartis entre Gardanne / Meyreuil et Bonnieux / Lauris par rapport à la population totale de ces deux zones.

Les indicateurs qui structurent la grille d'entretien doivent permettre de répondre à nos hypothèses :

- **Le parcours social et biographique de l'individu**. Comme nous l'avons vu l'origine sociale des individus comprise à la fois comme leur trajectoire personnelle mais aussi familiale influe sur le rapport qu'ils entretiennent avec leur lieu d'habitation et a une incidence sur le rapport au risque.
- **Le rapport au risque incendie et à la vulnérabilité**. Il s'agit ici de comprendre comment le rapport au risque incendie se construit en analysant les représentations sociales du risque et de la vulnérabilité qui constituent un élément déterminant dans l'explication des pratiques d'entretien et de prévention. Les questions de représentations permettront de comprendre les formes différenciées et communes du rapport au risque et de mettre à jour, par le croisement avec les questions précédentes, les déterminants sociaux de ces représentations.
- **Les réseaux de voisinage**. Par une reconstitution du réseau de voisinage dans lequel est inséré l'individu il s'agira d'analyser la façon dont celui-ci agit sur les choix, les pratiques des individus et comment il peut aussi constituer un système dynamique à l'échelle locale dans la

diffusion de l'information et l'émergence d'une expertise profane sur ces questions de protection contre l'incendie.

L'ensemble des entretiens réalisés seront retranscris et analysés à partir de deux méthodes complémentaire : l'analyse sémantique de discours (Blanchet, 2010) et une analyse structurale des représentations sociales (Abric, 2003) et enfin Nous procéderons à une analyse structurale des réseaux sociaux (Forsé, Degenne, 1994) permettant de dégager les régularités dans leur fonctionnement sur les deux terrains choisis.

**IV.2 Spatialisation des sorties du modèle de vulnérabilité**

L'acquisition des données pour la spatialisation du modèle de vulnérabilité doit se poursuivre sur la zone du Petit Luberon, selon le plan de travail initialement prévu.

La spatialisation des sorties du modèle requiert un support d'interpolation exhaustif, susceptible de fournir une base de référence de la population totale des bâtis de chacune des zones. Le facteur « préparation des habitants » étant par hypothèse déterminant de nombreux autres facteurs, l'interpolation se fondera sur ce critère, renseigné au moyen d'une enquête postale exhaustive sur chacune des zones (au taux de retours près).

**IV.3 Vers l'exploration d'une formalisation pluridisciplinaire**

Cette phase exploratoire visera à mettre en relation la spatialisation de la vulnérabilité au risque d'incendie de forêt cartographiée au moyen du modèle multi-critères de vulnérabilité à dires d'experts et la structure sociologique géo-référençable par le lieu de résidence des acteurs.

**Bibliographie**


Abric Jean-Claude, *Méthode d'étude des représentations sociales*, Eres Editions, 2003

*Becerra Sylvia, Peltier Anne (dir.), Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés,* Paris, L'Harmattan, 2009.

Blanchet Alain, Gotman Anne, *L'enquête et ses méthodes, l'entretien*, Collection U, Armand Colin, 2010.

Dauphiné André, Provitolo Damienne, *Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Collection U, Armand Colin, 2011.

Doise Willem, L'ancrage dans les études sur les représentations sociales, *Bulletin de psychologie*, n°405, pp.189-195.

Dourlens Christine, Quand les experts ne sont plus très formels,: La protection de Nîmes contre les inondations, in Theys J. (dir) *Environnement, Science et Politique. Quand les experts sont formels*, Tome 2, Cahiers du GERMES n°14, 1992.

Dourlens Christine, La question des inondations, le prisme des sciences sociales, Ministère du transport et du logement, *Rapport*, 2003.

Forsé Michel, Degenne Alain, *Les réseaux sociaux*, Collection U, Armand Colin, 1994.

Jodelet Denise, Place de l'expérience vécue dans le processus de formations des représentations sociales, in Hass V. (dir), *Les savoirs du quotidien. Transmissions, Appropriations, Représentations*, Rennes: Les Presses universitaires de Rennes, 2006, pp. 235-255. 274.

Jodelet Denise, *Les representations sociales*, Presse Universitaire de France, 1997.

Mercklé Pierre, *Sociologie des réseaux sociaux*, Edition La découverte, 2004.

Napoléone Claude, Jappiot Marielle, Et si l'efficacité de la lutte contre les incendies de forêt jouait comme une incitation aux comportements les plus risqués ?, Forêt Méditerranéenne, T. 39, n°1, 2008, pp. 3-11.

Vilain Jean-Paul, Lemieux Cyril, La mobilisation des victimes d'accidents collectifs, Vers la notion de groupe circonstanciel, in *Politix*, Politiques du risque, n°44, Paris, L'Harmattan, 1998, pp. 18

**ANNEXES**

**ANNEX I : Conceptual & formal definitions**

As any other risk, forest fire risk has two main components: hazard and vulnerability.

$$Risk = f(hazard, vulnerability)$$ [1]

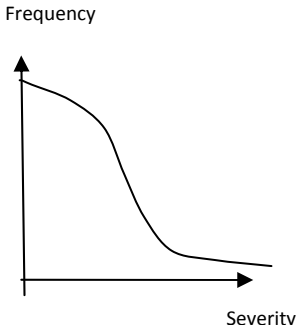
The formulation of the function between hazard and vulnerability to quantify the risk is strongly debated by the different authors (*). The simple multiplication operator is sometimes proposed, but also radically denied by some authors. It has the advantage to propose a simple way to combine hazard and vulnerability.

$$Risk = (hazard * vulnerability)$$ [2]

If hazard is null (for example the probability of occurrence of fire within a desert area without any vegetation) then the risk is null. Same if vulnerability is null (no stake or null value of the stakes – for example, risk of meteorite falls on the moon: high hazard but null vulnerability).

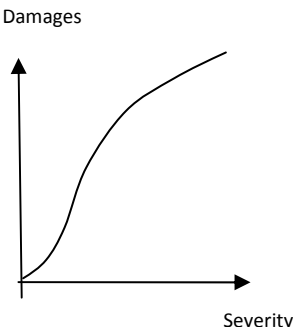
*Hazard*

Hazard is defined by all the stochastic variables that determine the probability of occurrence of a given disaster event, characterized by its attributes, in particular its severity. An example of hazard definition can be formalized as a function between the frequency and the severity of an event (fire).




*A theoretical example of hazard definition*

Vulnerability is more difficult to define. In a first approach, it can be considered as an assessment of the consequences (the damages) of a given event, regarding its severity (fig 2). Severity mainly depends on the intensity of the event and of its duration. The curve may be quite complex (fig 2).




*A theoretical example of vulnerability definition*

Vulnerability does not dependent on any stochastic variables, but it is an attribute of each object potentially affected by a disaster event (the stakes). The global vulnerability of a geographical object (for example, a territory managed by one decision-maker) is the sum of the vulnerabilities of its components (stakes).

For some authors, vulnerability cannot be assessed without assigning a *value* to each stake. In that vision, a forest inhabited by human beings is more vulnerable to fire than the same forest just inhabited by animals, because human beings have a far higher "*value"* than animals. In that perspective, ethical considerations are also to be carefully taken into account in the way of assigning a *value* to the stakes.

Depending on the author, vulnerability might depend on the *resistance* of the stake to the disaster, and its *resilience*, i.e. its capacity to recover. Resilience is particularly important to take into account while considering natural stakes, in particular ecosystems. But "*economical resilience*" (i.e. capacity of a local economy to recover) is also considered as part of the vulnerability of human stakes by some authors.

Values are usually assigned by human societies to the stakes. But is does not mean that it is always a matter of economical value. Depending on the point of view, some components of an ecosystem might have greater value than other, in relation to the importance of these components in the global functioning of the ecosystem. In the same range of idea, the presence of some threatened species about to disappear might give more value to a given ecosystem, independently from its economical value, or even functional value.

Some authors may distinguish internal vulnerability and external vulnerability of an object: internal vulnerability is related to attributes describing the object itself, while external vulnerability is related to attributes describing its environment. This distinction leads to introduce the notion of "*exposure*" as part of vulnerability.

*Exposure*

Exposure results notably from the local spatial relationship between fuel objects and the considered vulnerable stake objects, as well as other parameters like local average wind conditions. Exposure is a major parameter that can be influenced by individual decision making. Choices of ornamental species, arrangement of ornamental plantations around the house, choice of house location in relation to the forest border, shrub cleaning, etc. are individual decisions that directly affect exposure.

Exposure can be limited by defense means. Defense might refer to individual means of "auto-defense" available to fight against a possible fire (pumps, pools, water subsiding, etc.) or/and to the concept of "*defendability*" i.e. facilities for firefighters to defend the stake (access, public water points, etc.). Distance of the house from the closest firefighters' station might also be considered as a criterion of defendability.

An example of vulnerability formulation might be given by the following formula:

$$\text{Vulnerability} = \sum_i \frac{value_i * (exposure_i - defense_i)}{(resistance_i + resilience_i)} \qquad [3]$$

The term *(exposure – defense)* is called “susceptibility” to the risk.
The term *(1 / (resitance + resilience))* is called “fragility” of the stake.

In that formulation, vulnerability is null if either values or “susceptibility” is null (i.e. exposure is null or defense is greater or equal to exposure), or if the objects are infinitely resistant or resilient (or both). Vulnerability is maximum if value *and* exposure are maximum and defense low, or if both resistance and resilience are null (high fragility).

*Damages*

Damages are not attributes of a stake but of a fire event (disaster). For a given event, damages on an object after the fire are essentially related to its *resistance*, and of the total energy received. This is assessed by the sum (temporal integration) of fire instantaneous intensity the object was exposed to.

For a give *i* object:

$$\text{Damages}_i = \frac{1}{resistance_i} * \left(\int_t Intensity * dt\right) \quad [4]$$

Damages might be high if either if resistance is low (and so vulnerability is high), or fire intensity is high even during a short lap of time, or again intensity is moderate during a long lap of time.

The instantaneous fire intensity received by the object depends on the local instantaneous intensity of the fire and on the exposure of the object. The exposure is notably determined by the spatial relationship between fuel objects (vegetation) and the vulnerable considered object (in particular, a house).

Long term damages (we call this “scars”) depend moreover of its resilience and of time since the fire occurrence.

$$\text{Scars}_i(t) = f(\text{damages}_i, \text{resilience}_i, t) \quad [5]$$

As an example, a possible formulation is:

$$Scars_i(t) = \frac{damages_i}{(resilience_i * t)+1} \quad [6]$$

Fire scars equals damages at t = 0 and disappear (tend to zero) after a certain duration, depending on the resilience.

# Annexe II

## Expert-opinion based method for vulnerability assessment

## (from Pugnet & al. 2013)

Because of the impossibility of real scale experimentation in WUI (and difficulty outside WUI) for assessing risk, methods based on expert opinions (firefighters, forest engineers, land managers) are precious information for risk assessments at WUI. This knowledge is to be considered as a valuation of past fire real scale experiences. However, expert opinion based methods of forest fire have strong limits:

- It is subjective information, depending on the interviewed expert ;
- The information is "contextualized", i.e. may be true for a given context (the context where the expert gathered his experiences) but false out of this context.

In order to try to increase reliability of expert opinion based methods, a formal method of expert opinions aggregation was developed. Its aim is to formally aggregate opinions of experts of different types (job, geographical origin, etc.) in order to propose a general risk model at WUI. The method is based on a multi-criteria decision making approach.

**1 – Principle of the method**

Multi-criteria method for assessment of vulnerability to forest fire is based on multicriteria Multi-criteria decision Making (MCDM) general methods. Multiple criteria decision making is an analytic method to evaluate the consequences and outcomes based on a given set of alternatives governed by multiple criteria. These include means to carry out complex decision making processes in the fields ranging from economics, to industrial research to environmental risk assessment.
MCDM problems can be broadly classified into two categories: multiple objective programming and multiple criteria evaluation. The basic purpose in both case, however, is to take explicit account of more than one criterion in supporting the decision process.

Properties of a specific multi-criteria evaluation method can be stated as: (i) to assign a given set of multiple criteria that can be analyzed for the problem ; (ii) to specify explicit weights for each criteria to assign preferential importance of each ; (iii) to specify the acceptable metrics and their range, pertaining to the application at hand ; (iv) to gather a wide range of judgmental opinions from varied sources and integrating them ; (v) to facilitate consideration of varied courses of action to be evaluated on a unique scale. The following scheme locates the MCDM within the different decision analysis methods family possibly applied to risk assessment.

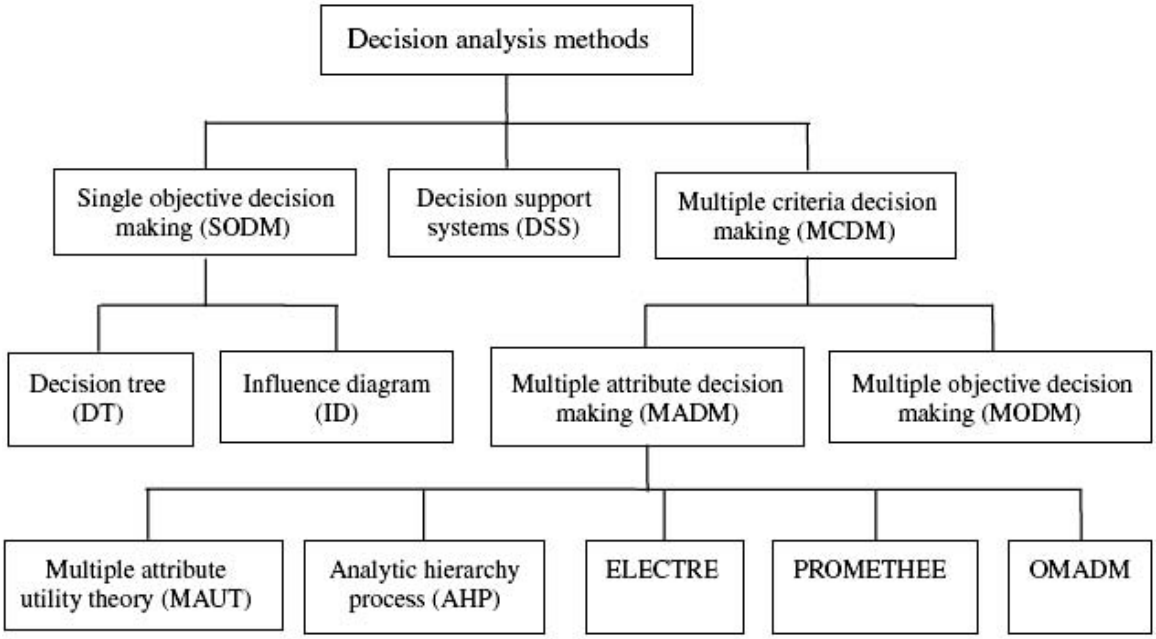



*Fig 2. Decision analysis methods family, to be possibly applied to risk assessment*

MCDM methods have been widely used by researchers across the globe in recent times to carry out study on diverse topics. Each of the method for Multi Criteria Decision Making, as such provides a different approach to solving the given problem at hand through a process of choosing a particular among a given set of preselected alternatives, and rank them as desired.

The MCDM method that best suits our need to make a comprehensive Wild Fire Risk Assessment at the level of a house and a community happens to be the **Analytical Hierarchy Process (AHP)**.

2. The Analytic Hierarchy Process (AHP)

The **Analytic Hierarchy Process (AHP)** is a structured technique for dealing with complex decision making requirements. The process presents a means to identify the best suited alternative, instead of picking one single outcome, through subjective understanding of the problem at hand. Hence, it comes rather handy when the decision making comes to listing down between a given set of choices and alternatives and the need to develop a rank among them, as in our case.

Based on mathematics and psychology, it was developed by Thomas L. Saaty in the 1970s and is often referred to as the Saaty method. But it has gone extensive refining since the very inception of its usage in varied fields of study. The crux of Analytical Hierarchy Process (AHP) lies in its effectiveness in establishing a coherent conclusion between conflicting alternatives. The judgment derived henceforth, are relative to each other based on their respective importance.

The basic steps in the AHP process for making a decision on the given problem could be listed down as:

I. To simplify the decision problem into a hierarchy of more easily comprehended sub-problems, each of which can be analyzed independently.

II. To decide which criteria are relevant for the given particular problem, and what metrics should be used to assess these set of criteria.
III. To evaluate its various elements (criteria) by comparing them to one another two at a time so as to make comparative analysis with the help of given data
IV. To check the consistency of the judgments and come to a final decision based on the results of this process.

As mentioned above, the method includes structuring the problem into a hierarchical scheme by distributing it into the various factors affecting the problem. This is followed by a set of criteria that go on to affect these factors, thereby contributing the main issue at the top of hierarchy. The next phase lies in deciding upon the relative importance among these set of factors and criteria based on human judgments.

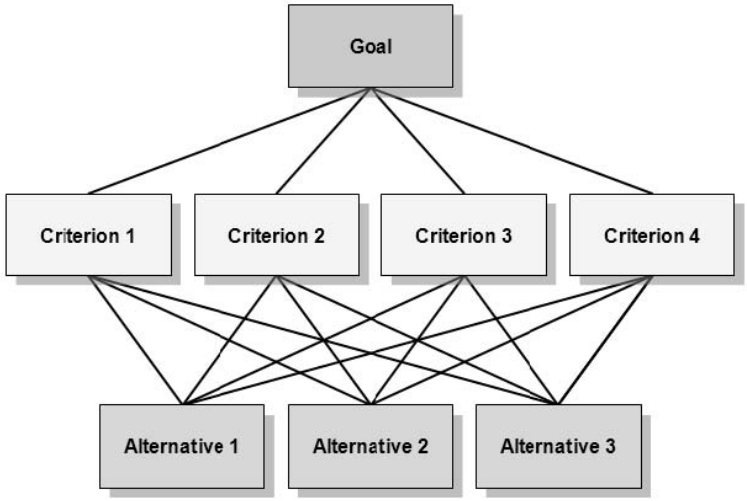



*Fig 3. A criteria hierarchy*

Hence, the method helps cover not just a wide range of alternatives that affect the problem at hand, but also helps include a wide spectrum of ideas from various sources and decision makers, and correlate them to get a final conclusion. It allows comparing (and assessing) the contribution of elements (criteria) of different “semantics” on a same problem. Further, the strength of the process lies in the ability to make a consistency check over the judgments made over the problem in consideration.

An analysis of the data available for the elements under consideration can be carried out to establish their impact and overall taking on the goal to address the problem. The analysis is threaded up the hierarchy, there by finally deriving a numerical value out of the entire process, to have a generic perspective of the analyzed result. The common scale that is used for the comparison is as given:

| The Fundamental Scale for Pairwise Comparisons | | |
|---|---|---|
| **Intensity of Importance** | **Definition** | **Explanation** |
| 1 | Equal importance | Two elements contribute equally to the objective |
| 3 | Moderate importance | Experience and judgment slightly favor one element over another |
| 5 | Strong importance | Experience and judgment strongly favor one element over another |
| 7 | Very strong importance | One element is favored very strongly over another; its dominance is demonstrated in practice |
| 9 | Extreme importance | The evidence favoring one element over another is of the highest possible order of affirmation |
| Intensities of 2, 4, 6, and 8 can be used to express intermediate values. Intensities 1.1, 1.2, 1.3, etc. can be used for elements that are very close in importance. | | |

*Tab 2. Quantification ("note") of relative importance of one criterion relatively to another one*

The process of judgment is carried out through a Saaty defined scale of comparison. In this scale, every alternative is compared to every other at the same level in hierarchy in a set of two; thereby establishing a comprehensive comparison among all the alternatives with respect to each other.

*3. The mathematical basis*

The mathematical basis of the AHP lies in fundamental calculation over simple matrix and vector outlining the set of alternatives.

In case, we have n elements to be compared. The value $a_{ij}$ denotes the averaged relative importance of element i with respect to element j (table 1). The set of $a_{ij}$ forms a square matrix $A=(a_{ij})$ of order n with the constraints that $a_{ij} = 1/aji$, for $i \neq j$, and $a_{ii} = 1$, all i. Such a matrix is said to be a reciprocal matrix.

| | criterium A | criterium B | criterium C |
|---|---|---|---|
| criterium A | 1 | 5 | 2 |
| criterium B | 0.2 | 1 | 0.33 |
| criterium B | 0.5 | 3 | 1 |
| Total | 1.7 | 9 | 3.33 |

*Tab 3.* A*n example of a reciprocal matrix of averaged relative importance*

This matrix has to be normalized in a matrix B=($b_{ij}$)

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}, \quad i,\ j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

| | crit A | crit B | crit C | Total |
|---|---|---|---|---|
| **crit A** | 0,59 | 0,56 | 0,60 | 1,75 |
| **crit B** | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,33 |
| **crit C** | 0,29 | 0,33 | 0,30 | 0,92 |

*Tab 4. Normalized matrix of relative importance*

Then the normalized scores of relative importance are aggregated in order to calculate a weight for each criterion, as following:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} b_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} b_{ij}}, \quad i,\ j = 1, 2, 3, \ldots, n$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

| criterium | weigth |
|---|---|
| **A** | 0,58 |
| **B** | 0,11 |
| **C** | 0,31 |
| Total | 1 |

Because some criteria may be inconsistent, a Consistency Index can be calculated. That needs to be assessed against judgments made completely at random and Saaty has calculated large samples of random matrices of increasing order and the Consistency Indices of those matrices. A true Consistency Ratio is calculated by dividing the Consistency Index for the set of judgments by the

Index for the corresponding random matrix. Saaty suggests that if that ratio exceeds 0.1 the set of judgments may be too inconsistent to be reliable. In practice, CRs of more than 0.1 sometimes have to be accepted. A CR of 0 would mean that the judgments are perfectly consistent.

*4. Multi-level analysis*

Weights do not give any information about the relationship between the criterion's absolute value and the risk level, but only the relative importance of the criteria regarding the risk. However, it is possible to assess this relative importance not only of the criteria itself, but also of each of its classes of value (or qualitative classes for qualitative criteria), as soon as such classes are defined pertinently. These classes of values, called "Indicators" are close to the concept of "modality" in the domain of multi-factorial data analysis. In that case, the indicators' weight sum equals to 1 within each of the criteria. However, the interest of determining weights with AHP is to be able to compare, based on domain experts' knowledge, criteria (or sub-criteria) having different semantic: for example, the matter might be to compare the importance of *slope* and the importance of socio-economic context. In the case of indicators, these are all of the same semantic. It is often easier (and quicker for the interviewed experts) to directly give a (relative) *score* to each indicators, without performing an AHP on the indicators (only on criteria and sub-criteria).

For a better semantic accuracy of the model, moreover, criteria are divided into sub-criteria, each sub-criterion is set into a hierarchy within the criteria: the sub-criteria weight sum equals to 1 within each of the criteria.

Finally, the hierarchy structure has got 4 levels: criteria (level 0), sub-criteria (level 1) and indicators (level2), the model itself being at the top level (level 00).

| LEVEL 00 | Wildfire Risk Assessment at the WUI (House Level) | | |

$$Sc_E = \sum_i (W_{ci} \cdot \sum_j (Wsc_j \cdot W_{Ik}))$$

I*k* being the particular indicator value for sub-criterion $sc_j$ of criterion *i*.

This score allow ordering the relative risks of the different elements. It does not produce an absolute value of the risk but order the different situations. Elements are usually reclassified into qualitative ordered classes.

*5. Spatialization*

Most of the criteria mentioned by the experts as influencing forest fire risk are spatial variables: slope, vegetation, buildings density, etc. are criteria involved in the model which value can be known for all the locations on the territory. Each of these locations is affected with a value (indicators) for each sub-criterion, so the spatialization of the model is immediate on a GIS.

*6. Scale*

Application of the specified model requires very local data, relative to each buildings of the WUI: local topography, materials used for buildings, local WUI structures, etc. These data can only be collected at a local scale, using terrain data collection. The usual scale of the specified method corresponds is the smallest administrative entities (for example the *commune (fr), municipio (sp), etc.*) for an area around 1 000ha to 10 000ha.

*7. Inputs*

Inputs required for performing the method are GIS layers, usually under raster format, representing the factor (criteria) taken into account. Criteria are detailed in the next part of the deliverable.

*8 Conclusion: Context dependency of the model*

Performing the AHP methods for forest fire vulnerability mapping at WUI requires two steps: first step is model specification; the second step is model application to a given territory. Generality of the specified model depends on the interviewed experts sampling, in terms on geographical context they are used to practice their expertise (for example forest fire fighting). The wider is the range of contexts the model is valid, the lower is its precision (detail of the criteria).

## Annexe III

## Séquence de calcul du modèle de vulnérabilité physique sur le Système de Traitement de l'Information Géographique ESRI ArcGIS©.

(environnement = extend, taille pixel=1)

### C1 CRITERE AMENAGEMENT (score = 0.1422)

Calculatrice raster : c1 = (c11 + c12 + c13 + c14 + c15 + c16 + c17) * 0.1422

### C11 Accessibilité (score = 0.1118)

Calculatrice raster : c11 = (c111 + c112) * 0.1118

C111 Type d'accès (score =0.3636)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C111 (i4-Route-1.000, et I5-chemin-1.429) (*output=idw_c111*)

Multiplier *idw_c111* par la contribution type d'accès 0.3636 (*output=c111_score)*

C112 Largeur d'accès (score =0.6364)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une IDW sur le champ Score_C112 (i1-l>6m-1.012, i2-4m<l<6m-1.111, i3-l<4m-2.750) (*output=idw_c112*)

Multiplier *idw_c112* par la contribution largeur d'accès 0.6364 (*output=c112_score*)

### C12 Infrastructures de défense (score =0.1906)

Calculatrice raster : c12 = (c121 + c122 + c123) * 0.1906

C121 Pistes DFCI (score =0.2715)

*Input : Shape des Buffer100m autour des bâtis relevés*

Aucune piste DFCI ne traverse les Buffer 100m autour des bâtis relevés, on donne donc le code « i9 - absence » qui a un score de 3,5.

Dans le shape Buffer100 : Ajouter un champ « code C121» > calculatrice de champ = score i9 soit : 9

Convertir ce shape en raster, Value = « code C121» (*output = C121featoras*).

Reclasser ce raster 9=>9 (i9), NoData=>0 (*output=c121Reclass*)

Dans *c121_Reclass* : ajouter un champ « score_C121 »
calculatrice de champ = score i9*contribution « Pistes DFCI »

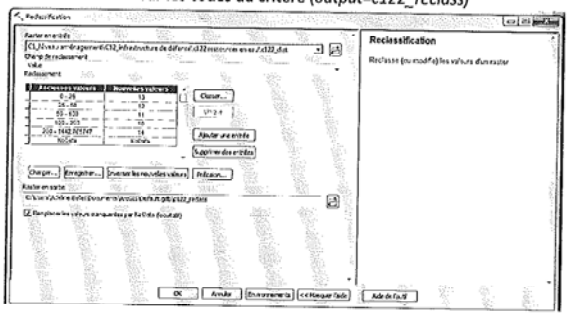
- pour i9 => Value = 9 : 3.5*0.2715=0.95025
- pour NoData => Value = 0 : calculatrice de champ = 0

Lookup sur le champ score (*output=C121lookup*), symbologie = valeurs uniques (0 et 0.95025)

C122 Ressources en eau (score =0.2989)

*Input : Shape des bornes et poteaux incendies combinés => Merge_RessEau .shp*

Calcul de la distance euclidienne à partir de ce shape. (*output=c122_dist*)
Symbologie du raster : 5 classes correspondant aux codes (i10 à i14)
Reclasser ce raster sur les codes du critère (*output=c122_reclass)*




Dans *c122_reclass* : ajouter un champ « score_C122 » (Value = code du sous-critère i10 à i 14)
calculatrice de champ = score i...*contribution « ressource eau » :

- Pour i10 => Value = 10 : 1.667*0.2989 =0.498
- Pour i11 => Value = 11 : 1*0.2989=0.2989
- Pour i12 => Value = 12 : 1*0.2989=0.2989
- Pour i13 => Value = 13 : 1*0.2989=0.2989
- Pour i14=> Value = 14 : 4.827*0.2989=1.443

Lookup sur le champ score (*output=c122_lookup*), symbologie = valeurs uniques

C123 OLD (score =0.4296)

Dans *criteres_ahp.shp,* faire une IDW sur le champ Score_C123 (i15 à i18) (*output=idw_c123*)

Multiplier *idw_c123* par la contribution OLD 0.4296 (*output=c123_score*)

## C13 Equipements à risque (score =0.1344)

Calculatrice raster : c13 = (c13véhi+c13haie+c13cit+c13bois+c13anex) * 0.1344

C131 Type d'équipement à risque (score =0.4091)

(i19*3.333)*0.4091

C132 Distance des équipements à risque (score =0.5909)

A partir des shapes de chaque type d'équipement (stockbois.shp, citernes.shp, vehicule.shp, annexebois.shp et haie.shp)

## C2 CRITERE TOPOGRAPHIE (score = 0.2028)

### C21 Pente (score =0.2444)

### C22 Exposition au soleil (score =0.1862)

### C23 Exposition au vent dominant (score =0.3072)

### C24 Position topographique (score =0.2622)

## C3 CRITERE STRUCTURE DE LA VEGETATION (score =0.2461)

Calculatrice raster : c3 = (c31 + c32) * 0.2461

### C31 Continuité horizontale (score =0.4899)

A partir du raster d'agrégation de la végétation *aigardme_fin* (value = codes i57 à i59) : Reclass avec scores des codes i57 à i59 (*output = c31_reclass*)

Calculatrice raster : *c31_reclass*0.4899 (*output = c31_score*)

### C32 Continuité verticale (score =0.5101)

A partir du shape de continuité verticale de la végétation , featuretoraster > value field = continuité verticale (60, 61, 62, 63, pour codes i60 à i63) *output = cv*

Reclasser pour transformer les NoData en 0 (*output=c32_recl*)

Dans *c32_recl*, ajouter un champ « score_c32 »
calculatrice de champ : score i...* contribution « continuité verticale » :

- Pour i60 (Value= 60) : 4.800*0.5101
- Pour i61 (Value= 61) : 2.600*0.5101
- Pour i62 (Value= 62) : 4.000*0.5101
- Pour i63 (Value= 63) : 1.290*0.5101
- Pour 0 : 0

Lookup sur le champ score (*output=c32_lookup*), symbologie = valeurs uniques

## C4 CRITERE STRUCTURE DE L'HABITAT (score =0.1342)

Calculatrice raster : c4 = (c41 + c42) * 0.1342

## C41 Type de structure (score =0.3788)

A partir du shape Buffer100m des 30 batis, faire un *featuretoraster* sur le champ de code du WUI (10, 20, 30, 40) (*output=c41typewui*)

Reclasser pour transformer les NoData en 0 (*output=c41_typwui*)

Dans *c41_typwui*, créer un champ « code » + calculatrice de champ i64 à i67 (+ 0 pour Value=0) / ou indiquer les codes i64 à i67 dans le champ value, en remplacement de 10, 20, 30, 40.

Puis créer un champ « Score_c41 »
calculatrice de champ : score i...* contribution « type structure » :

- Pour i64 : 4.581*0.3788
- Pour i65 : 3.185*0.3788
- Pour i66 : 1.000*0.3788
- Pour i67 : 1.000*0.3788
- Pour 0 : 0

Lookup sur le champ score (*output=c41_lookup*), symbologie = valeurs uniques

## C42 Position du bâti dans l'interface (score =0.6212)

*Featuretoraster* sur le champ « Score_C42 » du shape des zones centrales/périphériques (*merge_BuffuErase.shp*) (*output=c42FeatToRas*)

Reclasser pour transformer les NoData en 0 (*output=c42_recras*)

Dans *c42_recras*, créer un champ « code » + calculatrice de champ i68 à i70 (+ 0 pour Value=0) / ou les indiquer dans le champ value.

Puis créer un champ « Score_c42 »
calculatrice de champ : score i...* contribution « position bâti » (0.6212)

Lookup sur le champ score_c42 (*output=c42_lookup*), symbologie = valeurs uniques

## C5 CRITERE PROPRIETES DES CONSTRUCTIONS (score =0.1725)

Calculatrice raster : c5 = (c51 + c52 + c53) * 0.1725

### C51 Jonction toiture-mur (score =0.2667)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C51 (*output=idw_c51*)

Multiplier *idw_c51* par la contribution « Jonction toiture-mur » 0.2667 (*output=c51_score)*

### C52 Matériaux de façade (score =0.2215)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C52 (*output=idw_c52*)

Multiplier *idw_c52* par la contribution « Matériaux de façade » 0.2215 (*output=c52_score)*

### C53 Ouvertures (score =0.3403)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C53 (*output=idw_c53*)

Multiplier *idw_c53* par la contribution « Ouvertures » 0.3403 (*output=c53_score)*

### C54 Gouttières (score =0.1716)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C54 (*output=idw_c54*)

Multiplier *idw_c54* par la contribution « Gouttières » 0.1716 (*output=c54_score)*

## C6 CRITERE CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE (score =0.1021)

Calculatrice raster : c6 = (c61 + c62 + c63) * 0.1021

### C61 Type d'occupation (score =0.2529)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C61 (*output=idw_c61*)

Multiplier *idw_c61* par la contribution « Type d'occupation » 0.2529 (*output=c61_score)*

## C62 Préparation des personnes (score =0.3252)

Calculatrice raster : c62 = (c621 + c622) * 0.3252

C621 Plan d'urgence (score =0.3889)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C621 (*output=idw_c621*)

Multiplier *idw_c621* par la contribution « Plan d'urgence » 0.3889 (*output=c621_score)*

C622 Connaissance du risque (score =0.6111)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C622 (*output=idw_c622*)

Multiplier *idw_c622* par la contribution « Connaissance du risque » 0.6111 (*output=c622_score)*

## C63 Entretien (score =0.4219)

Calculatrice raster : c63 = (c631 + c632) * 0.4219

C631 Entretien de l'habitat (score =0.3990)

Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C631 (*output=idw_c631*)

Multiplier *idw_c631* par la contribution « Entretien de l'habitat » 0.3990 (*output=c631_score)*

C632 Entretien de la végétation (score =0.6010)

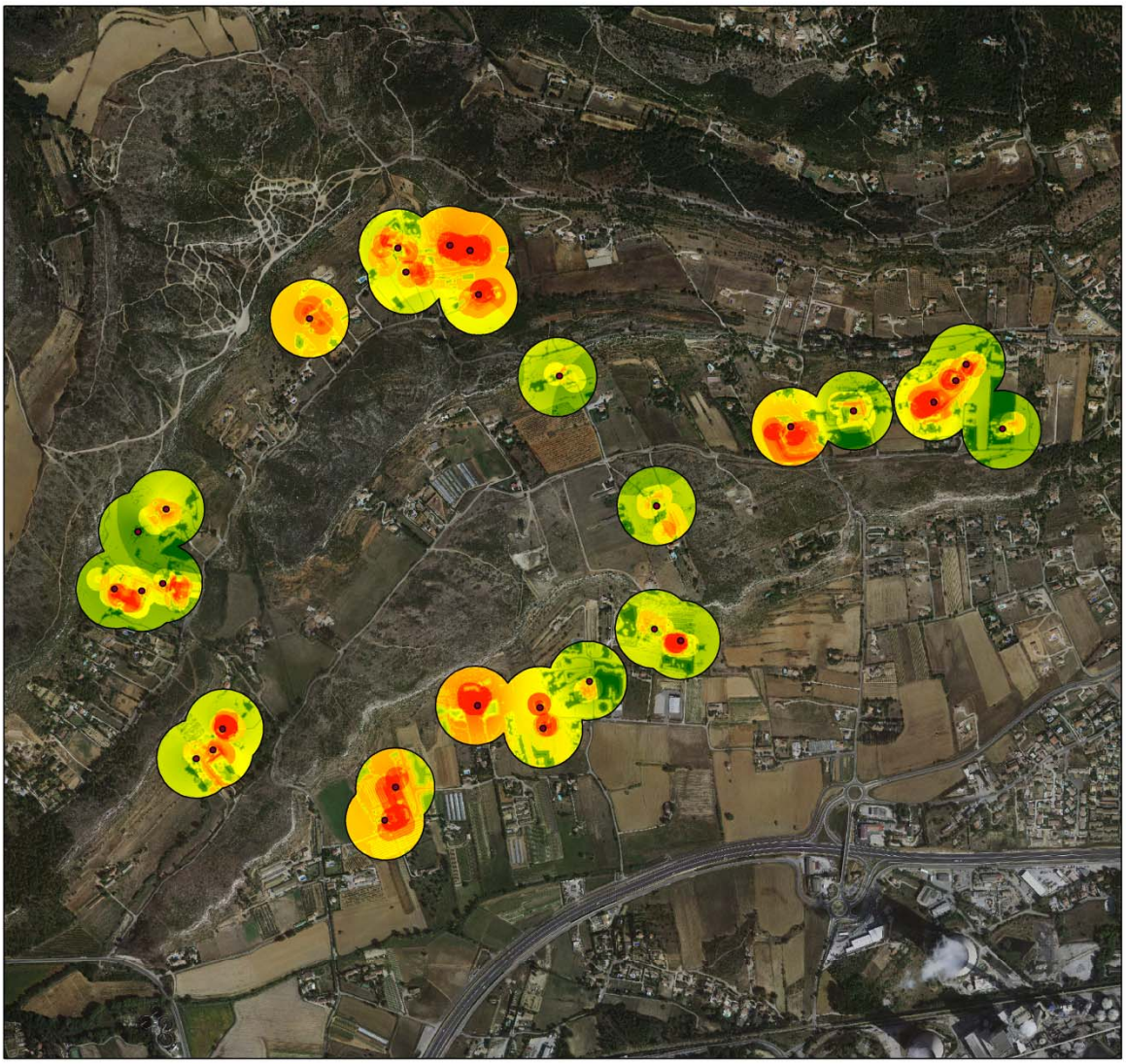
Dans *criteres_ahp.shp*, faire une interpolation par l'inverse de la distance (IDW) sur le champ Score_C632 (*output=idw_c632*)

Multiplier *idw_c632* par la contribution « Entretien de la végétation » 0.6010 (*output=c632_score)*

**Annexe IV**

**Carte des distributions spatiales des contributions à la vulnérabilité du bâti pour les critères environnementaux et co-localisés**

## Cartographie de l'Indice de Vulnérabilité Spécifique à l'Aménagement des Interfaces



**Légende**

Indice de Vulnérabilité Spécifique à l'Aménagement des interfaces

Très forte : 4,65932

Très faible : 1,05621

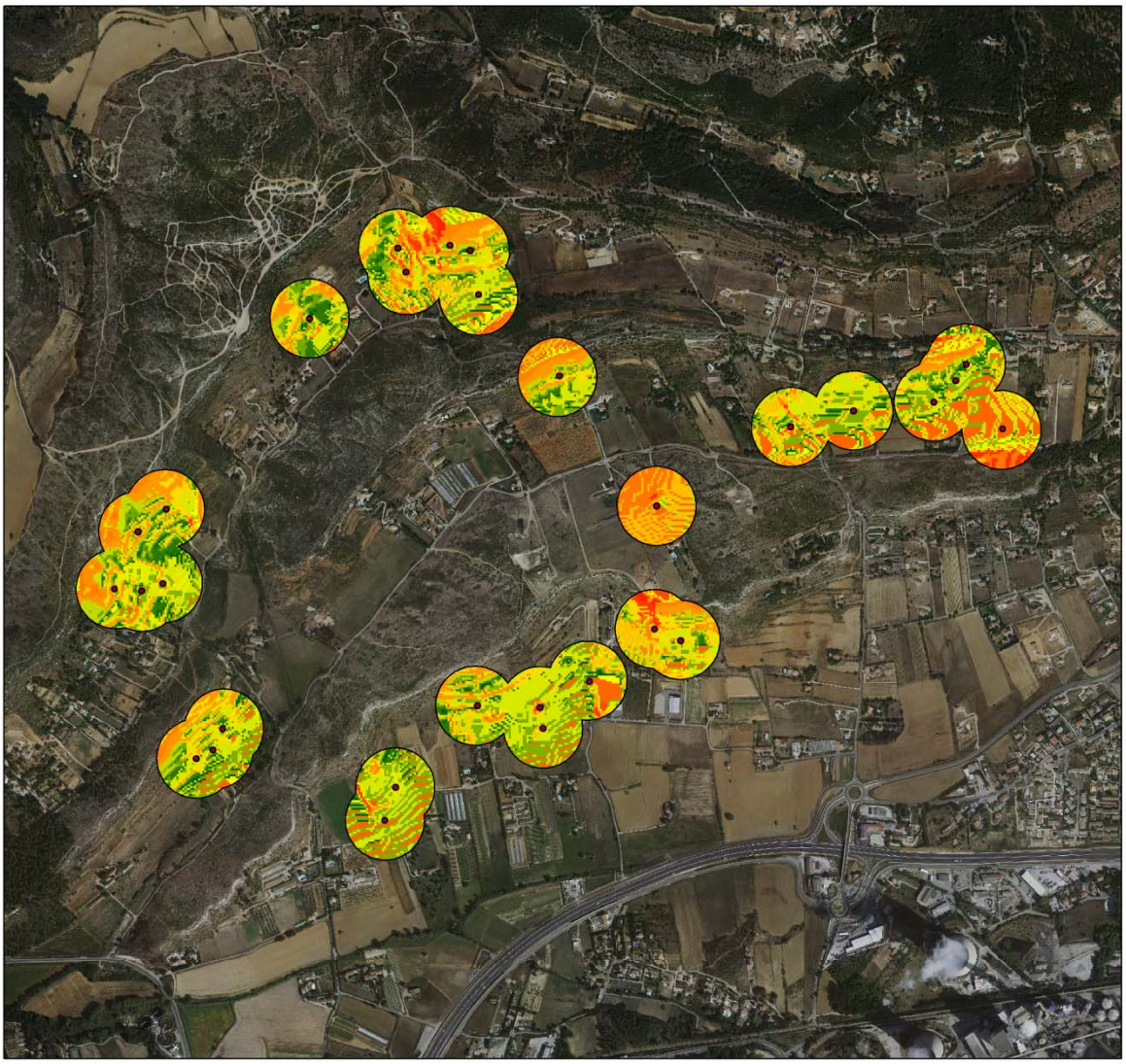
Mètres

0 125 250 375 500

Centroïdes des habitation enquêtées

Limites de la zone d'interface habitat-forêt enquêtée

## Cartographie de l'Indice de Vulnérabilité Spécifique à la Topographie des interfaces



**Légende**

Indice de Vulnérabilité Spécifique à la Topographie des interfaces

Très Forte : 3,91924

Très Faible : 1,49897

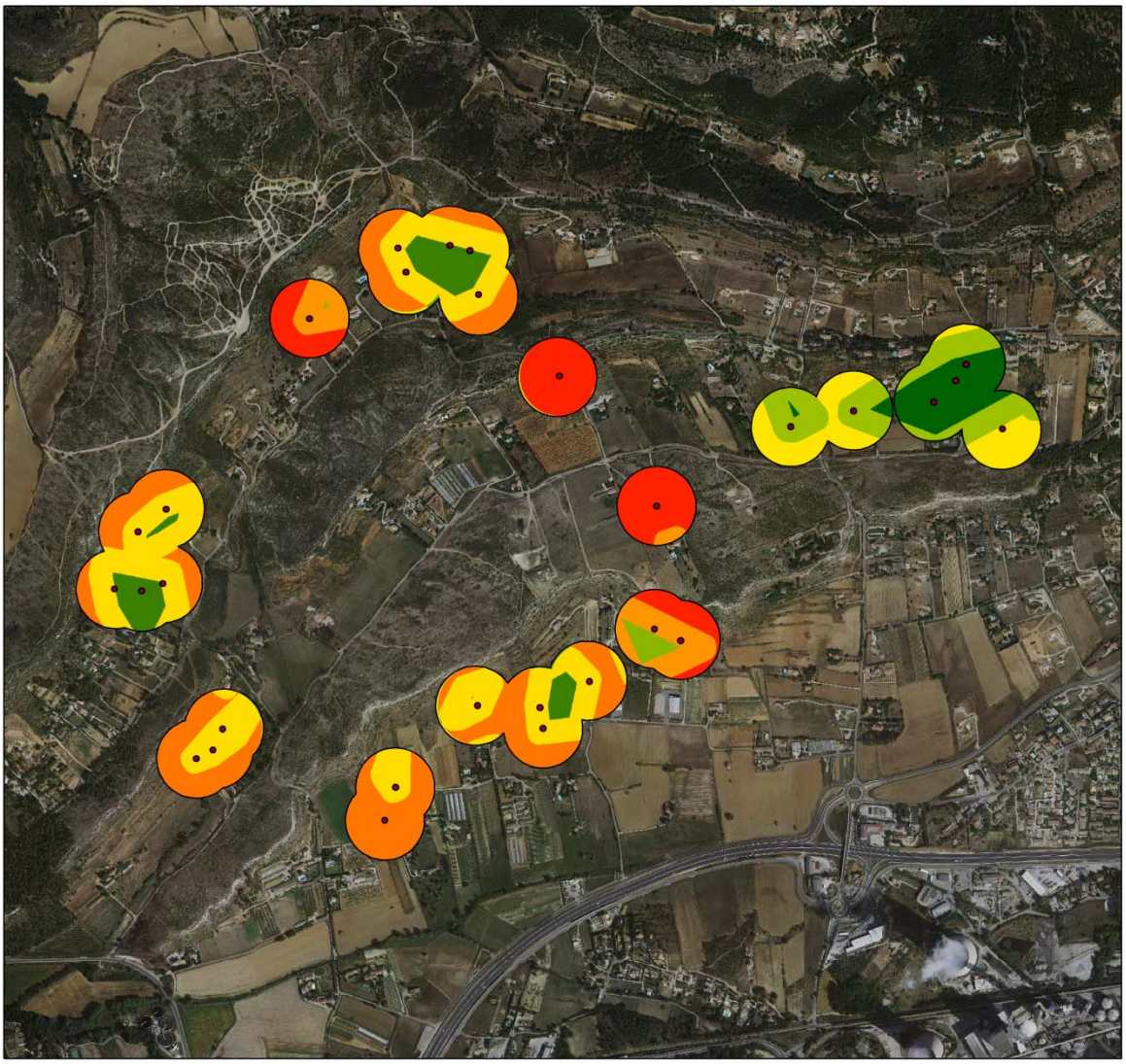
Mètres

0 125 250 375 500

Centroïdes des habitation enquêtées

Limites de la zone d'interface habitat-forêt enquêtée

## Cartographie de l'Indice de Vulnérabilité Spécifique à la Structure de l'Habitat des interfaces



**Légende**

Indice de Vulnérabilité Spécifique à la Structure de l'Habitat des interfaces

Très forte : 4,61082

Très faible : 0,630518

Mètres

0 125 250 375 500

Centroïdes des habitation enquêtées

Limites de la zone d'interface habitat-forêt enquêtée