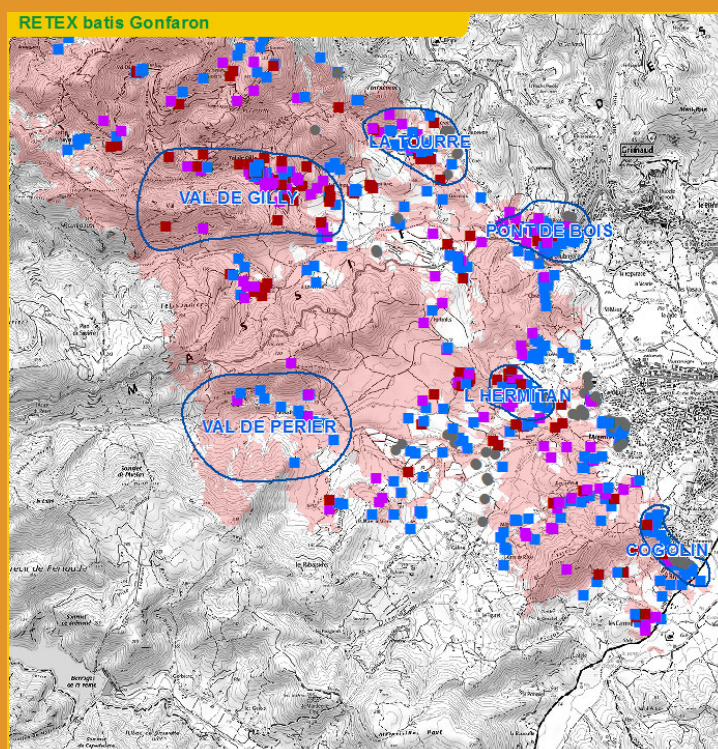
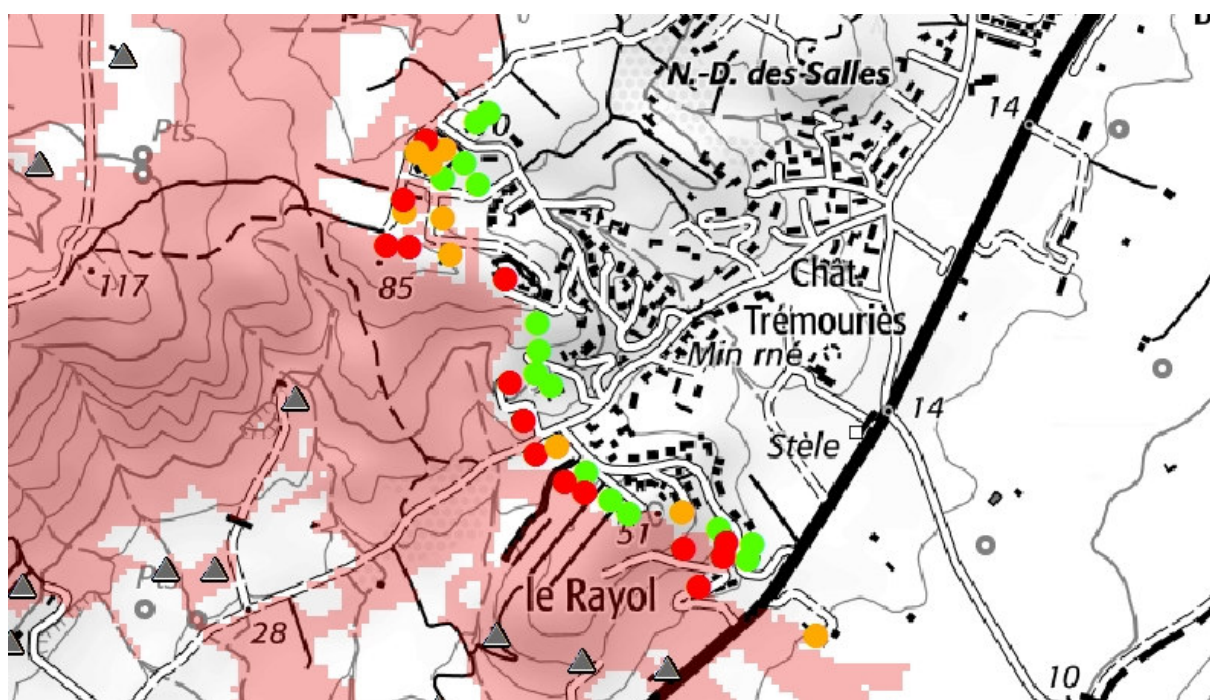
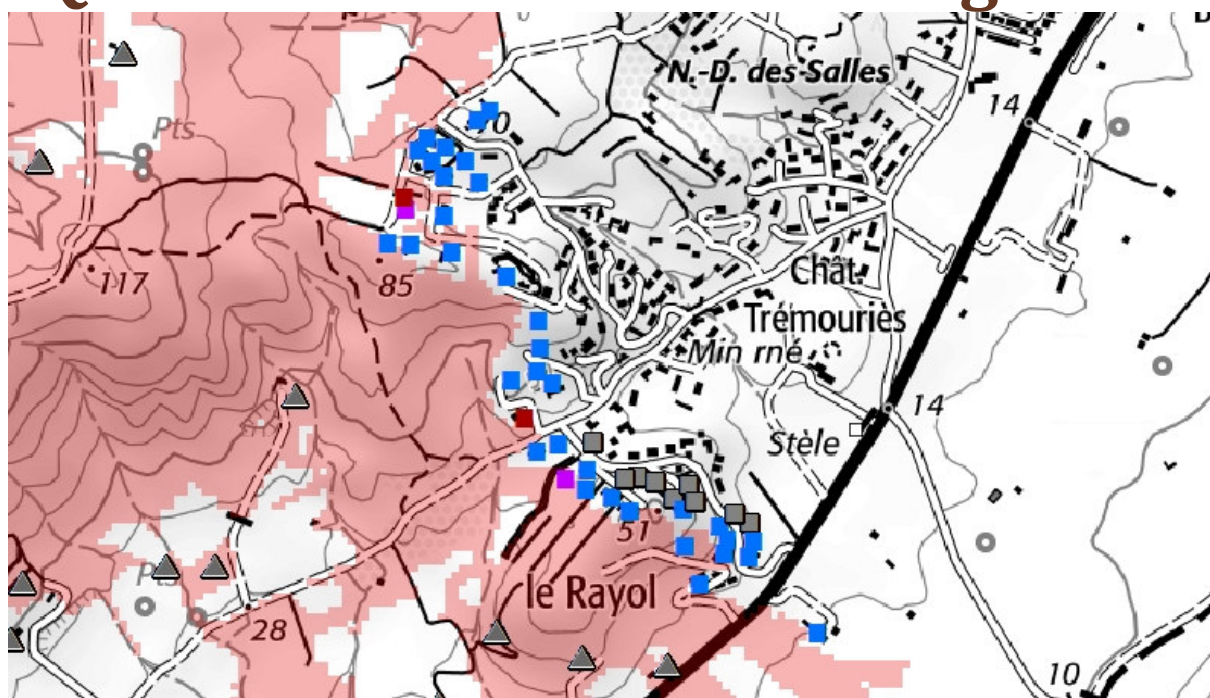


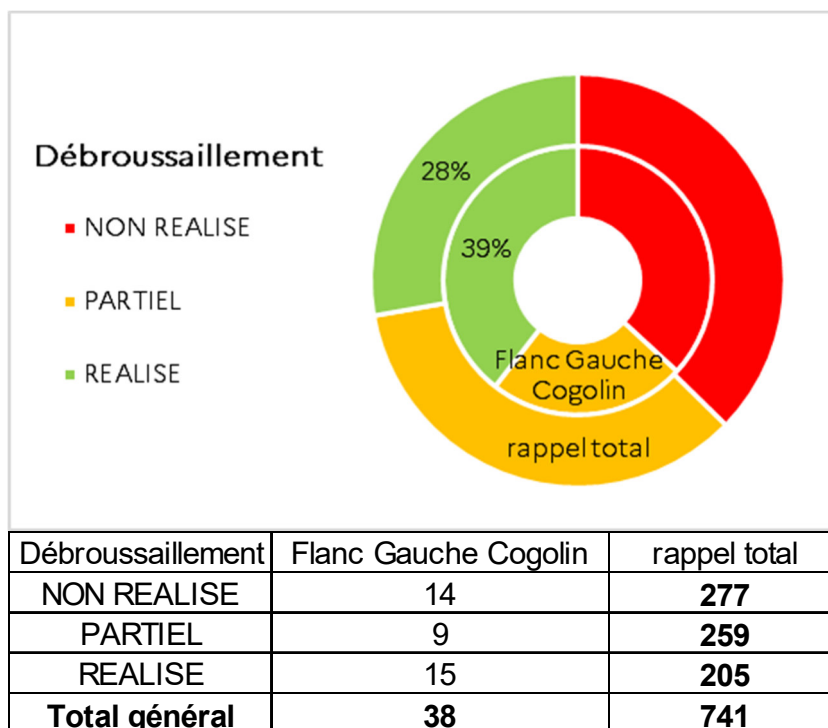
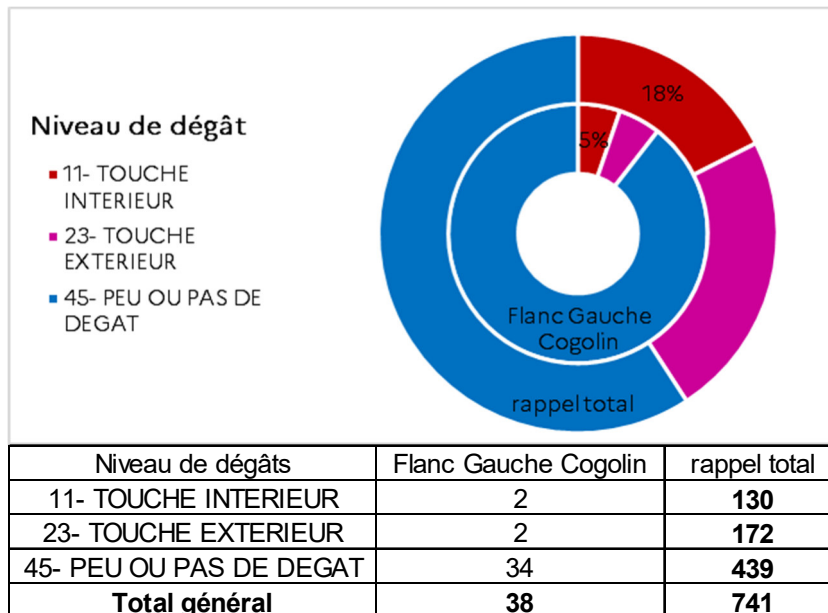


## *Illustration de quelques quartiers*

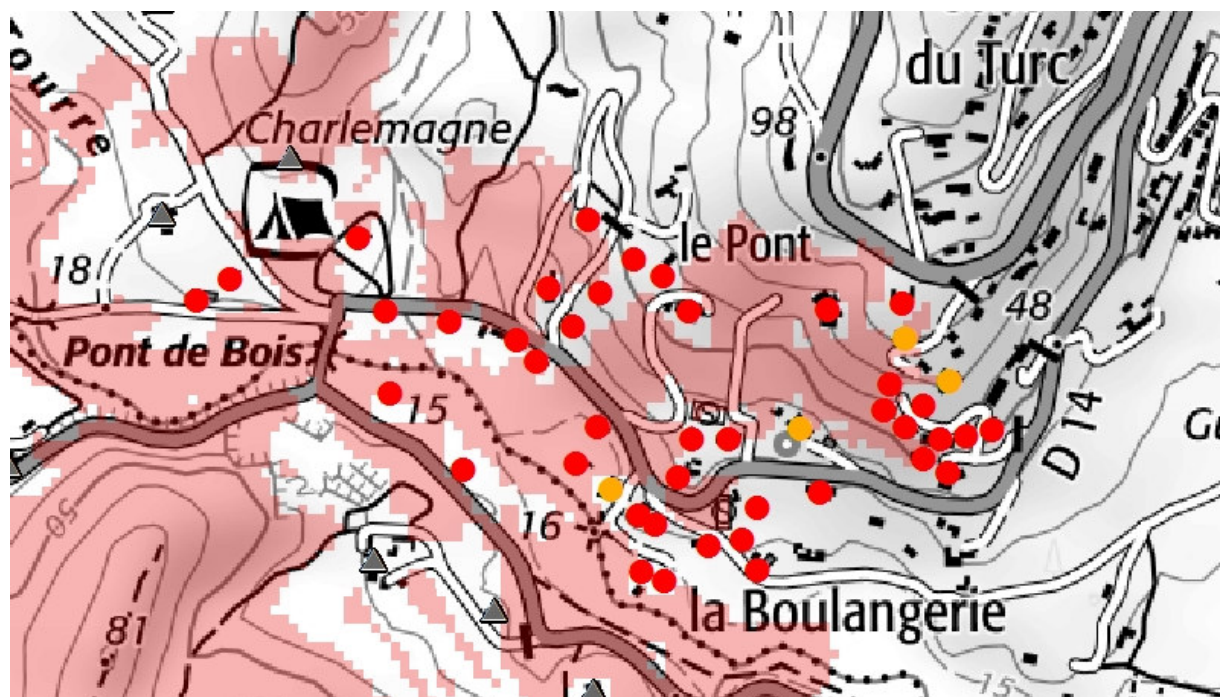
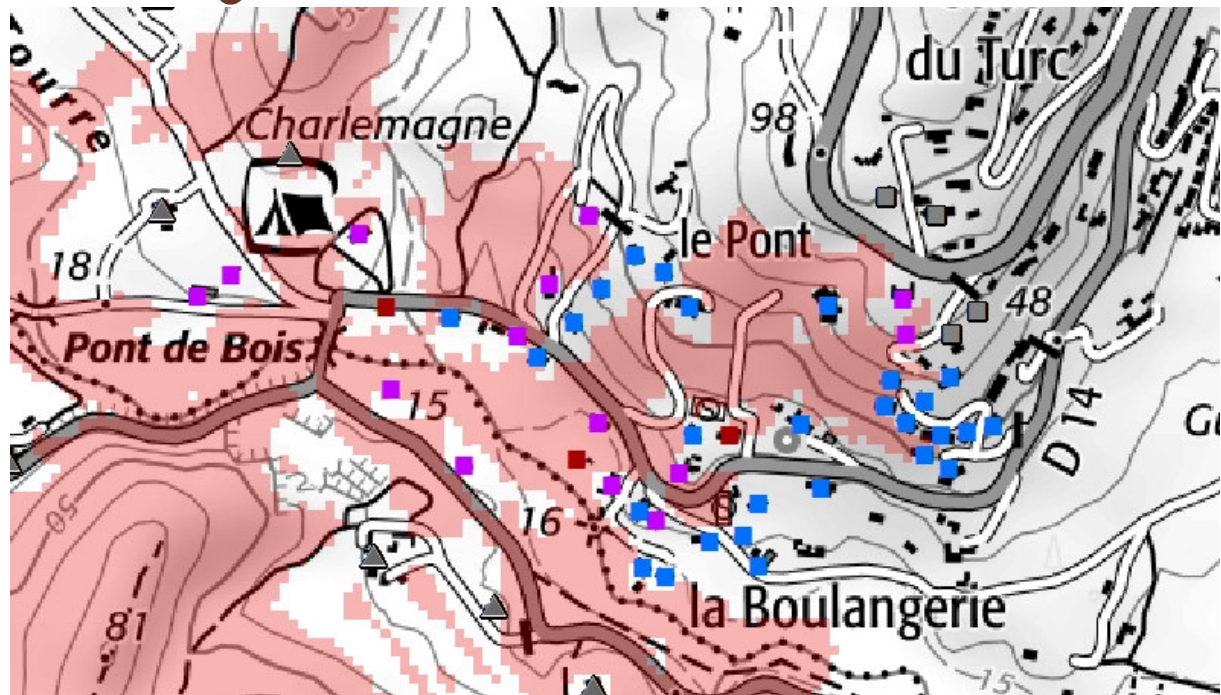


# Quartier « Flanc Gauche Cogolin »



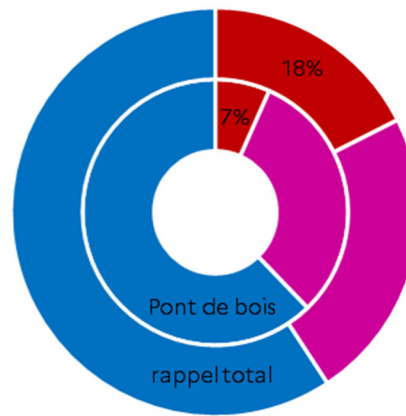


## Quartier « Pont de bois »



### Niveau de dégât

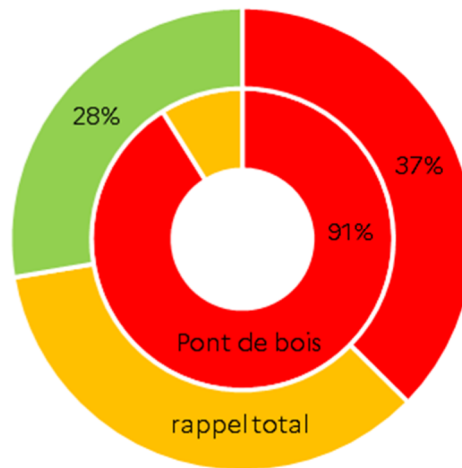
- 11- TOUCHE INTERIEUR
- 23- TOUCHE EXTERIEUR
- 45- PEU OU PAS DE DEGAT



Niveau de dégâts	Pont de bois	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	3	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	14	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	28	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>45</b>	<b>742</b>

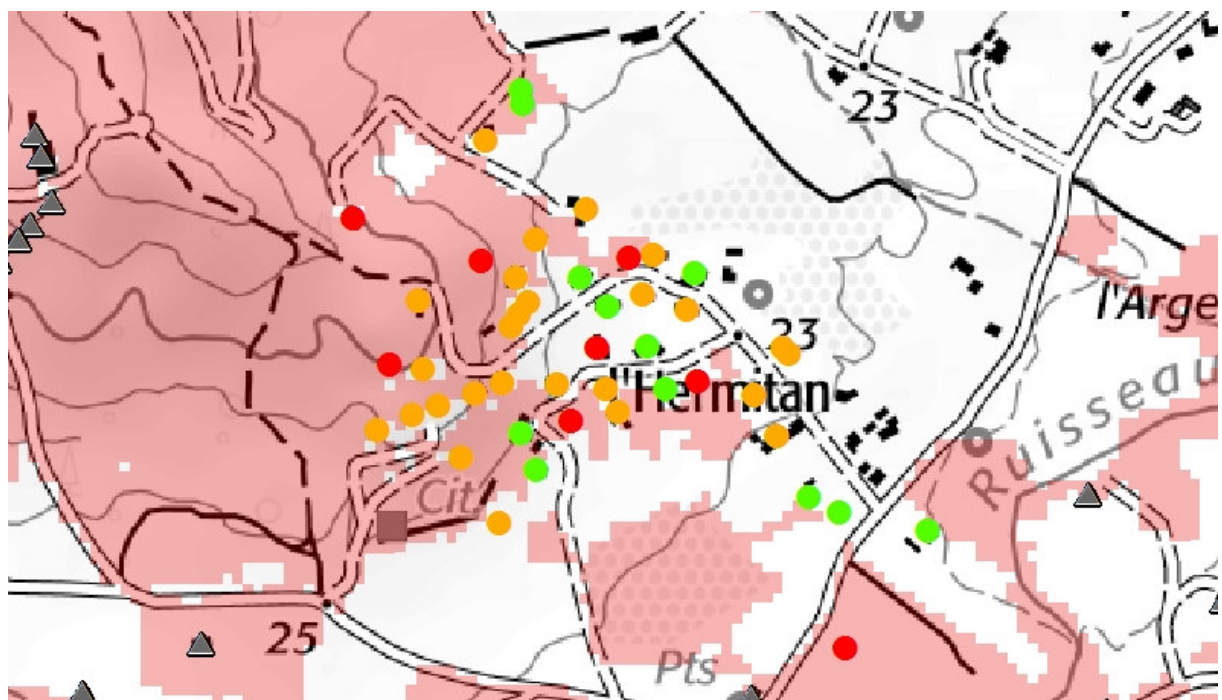
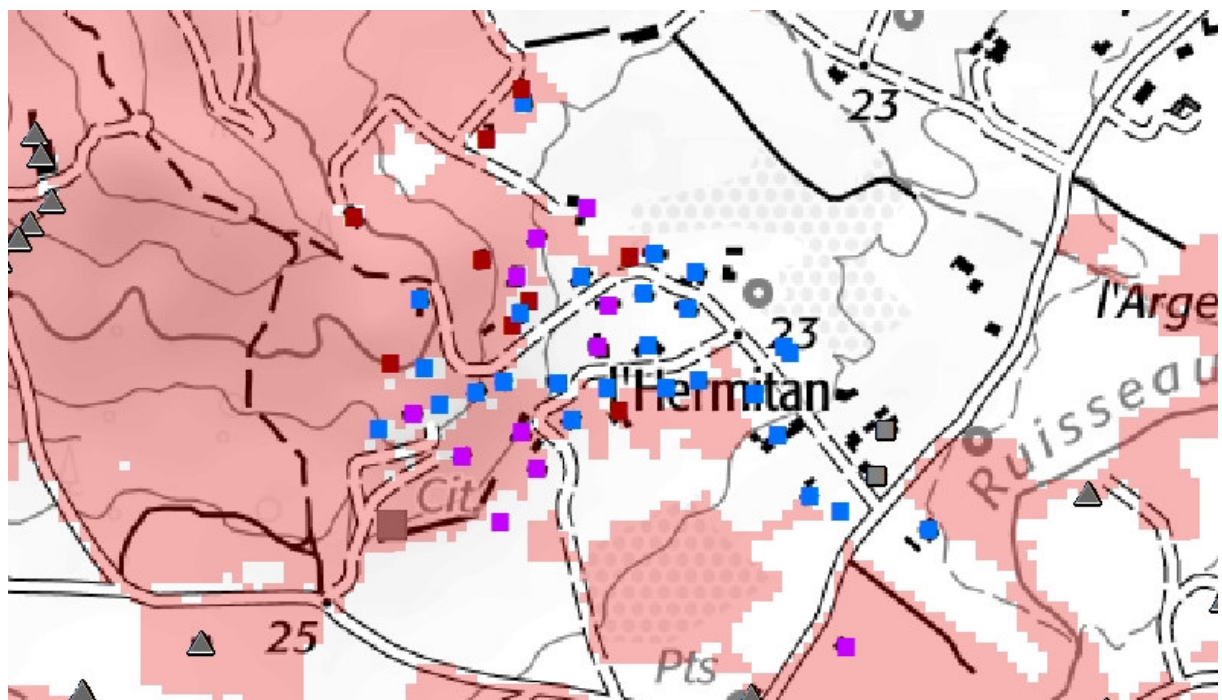
### Débroussaillage

- NON REALISE
- PARTIEL
- REALISE

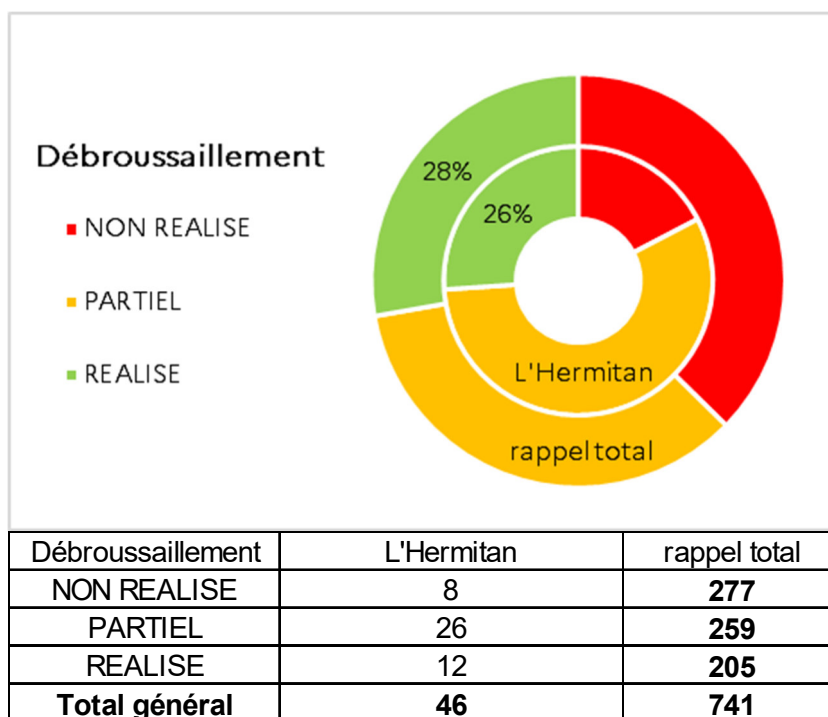
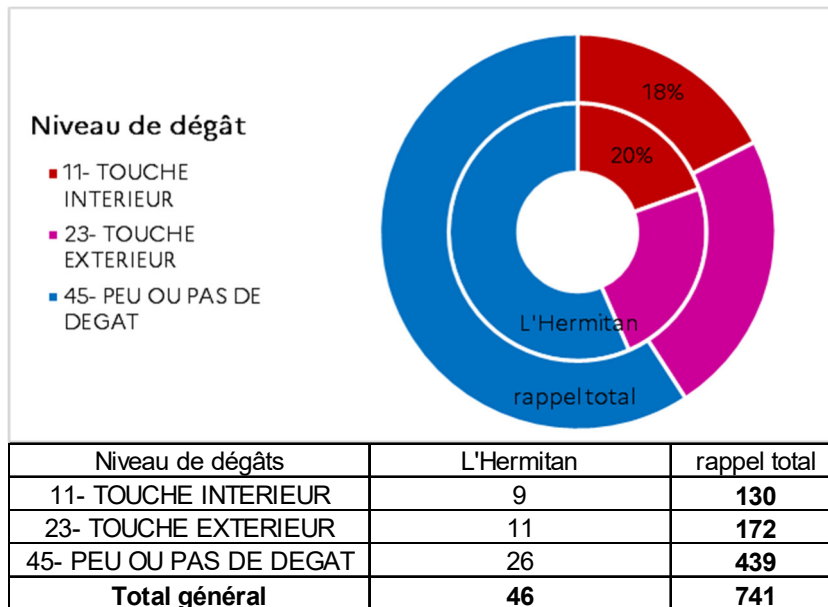


Débroussaillage	Pont de bois	rappel total
NON REALISE	41	<b>277</b>
PARTIEL	4	<b>259</b>
REALISE	0	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>0</b>	<b>742</b>

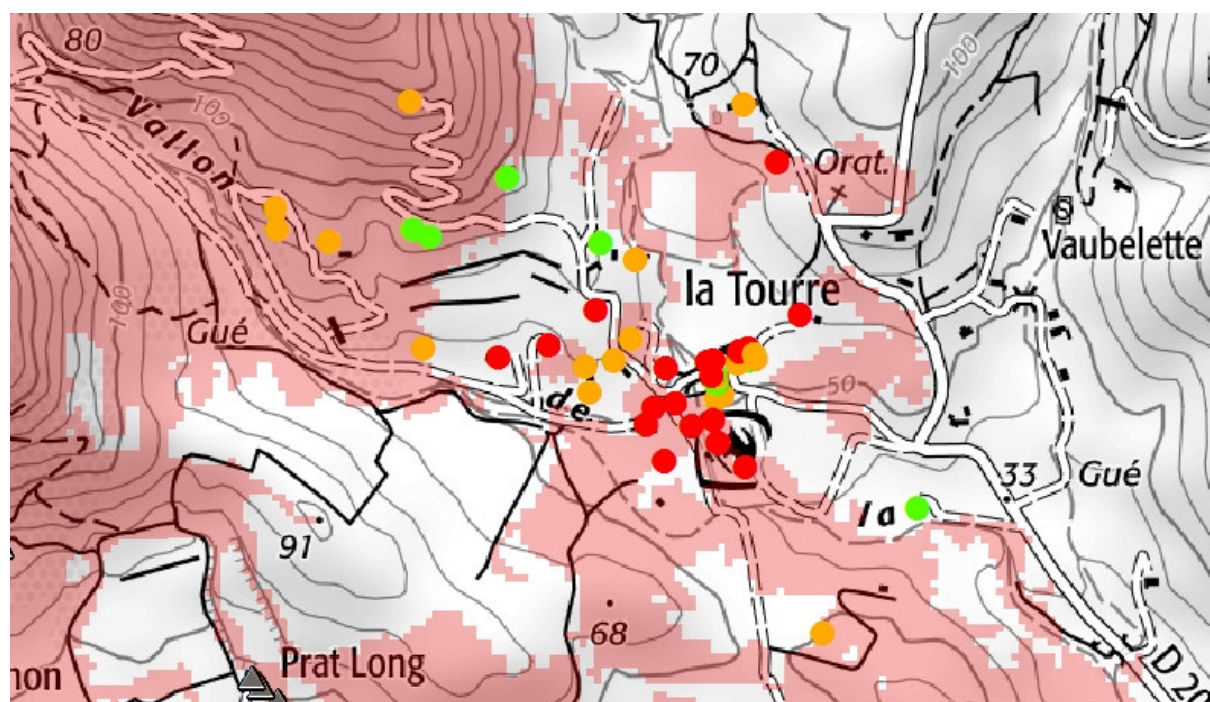
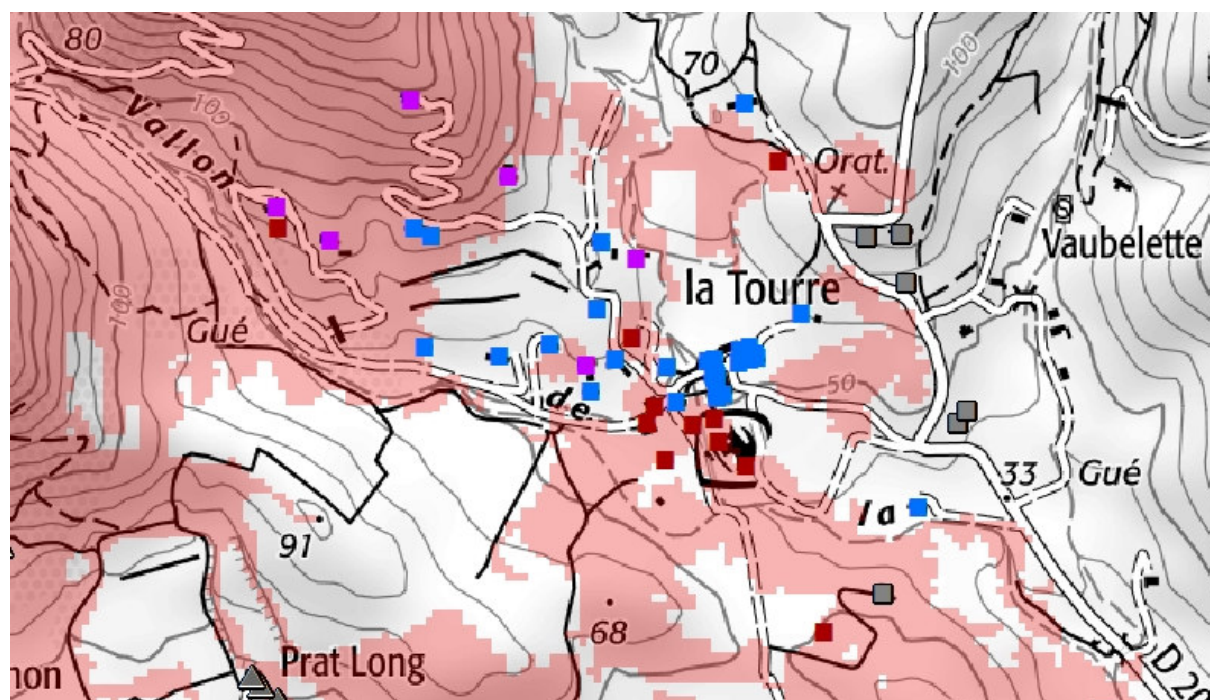
## Quartier « L'Hermitan »

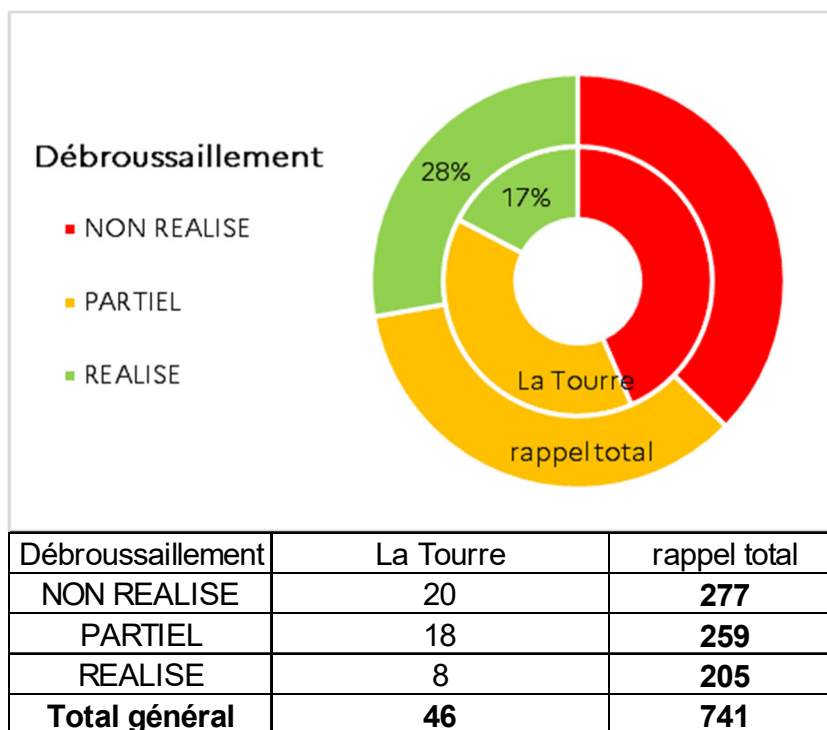
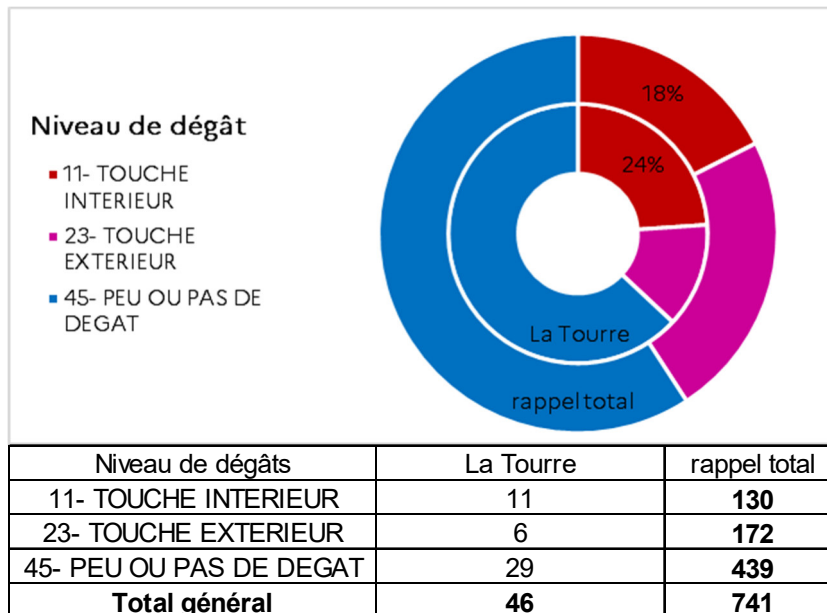




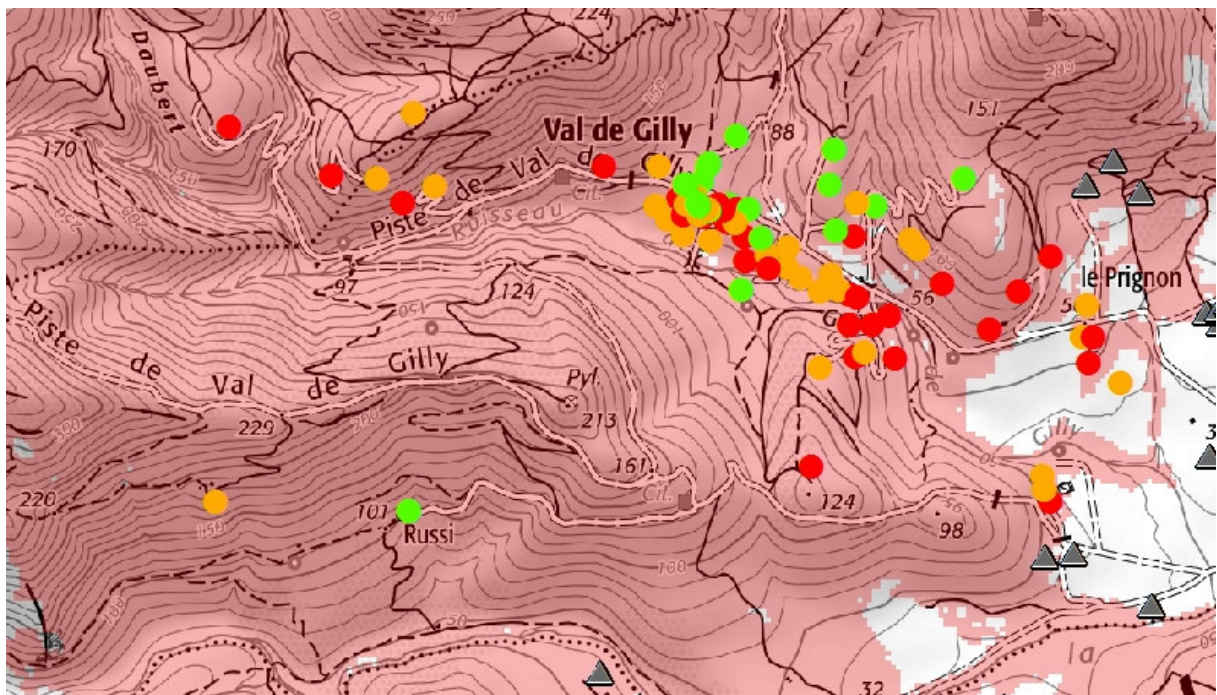
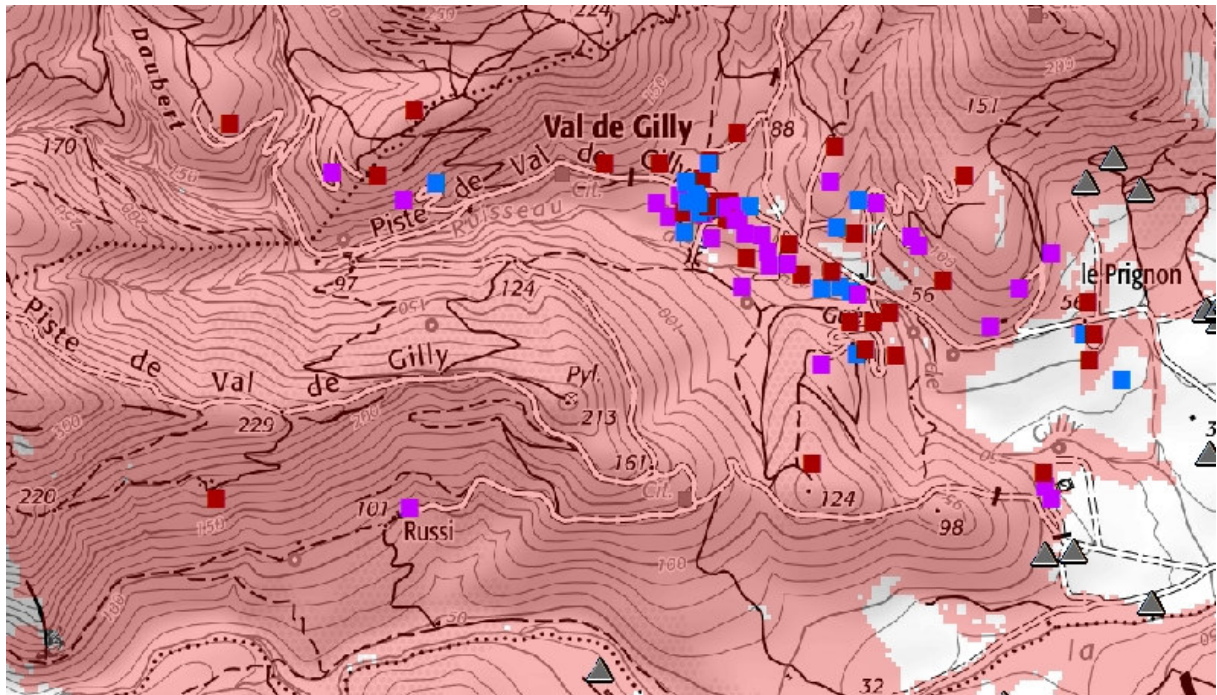


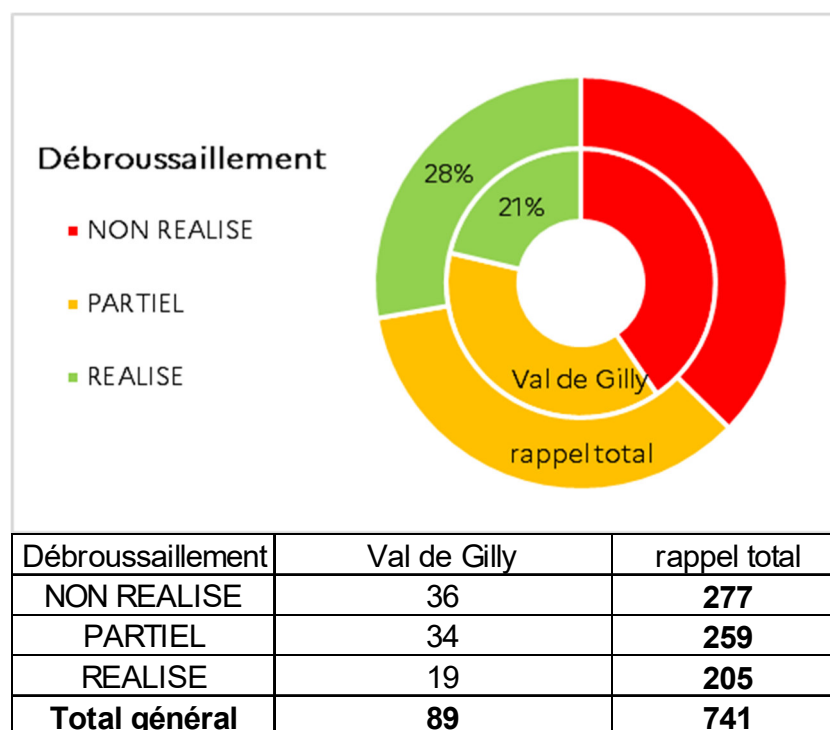
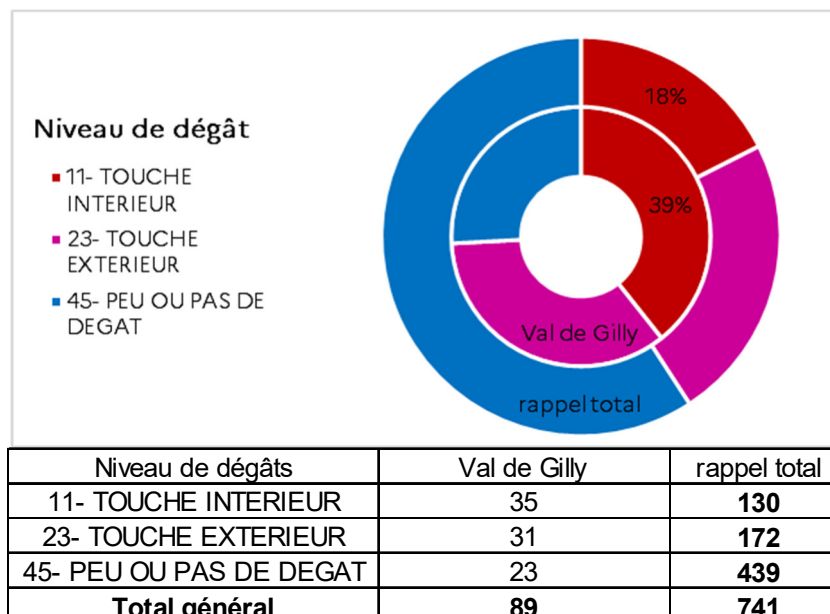
# Quartier « La Tourre »



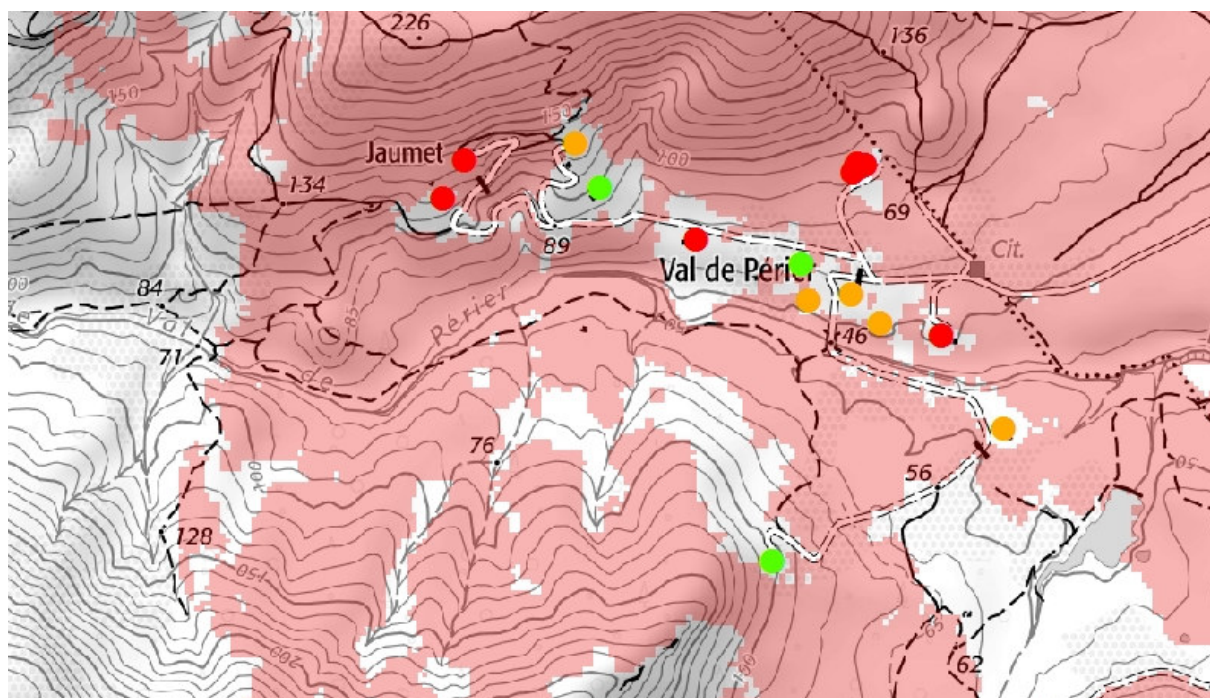
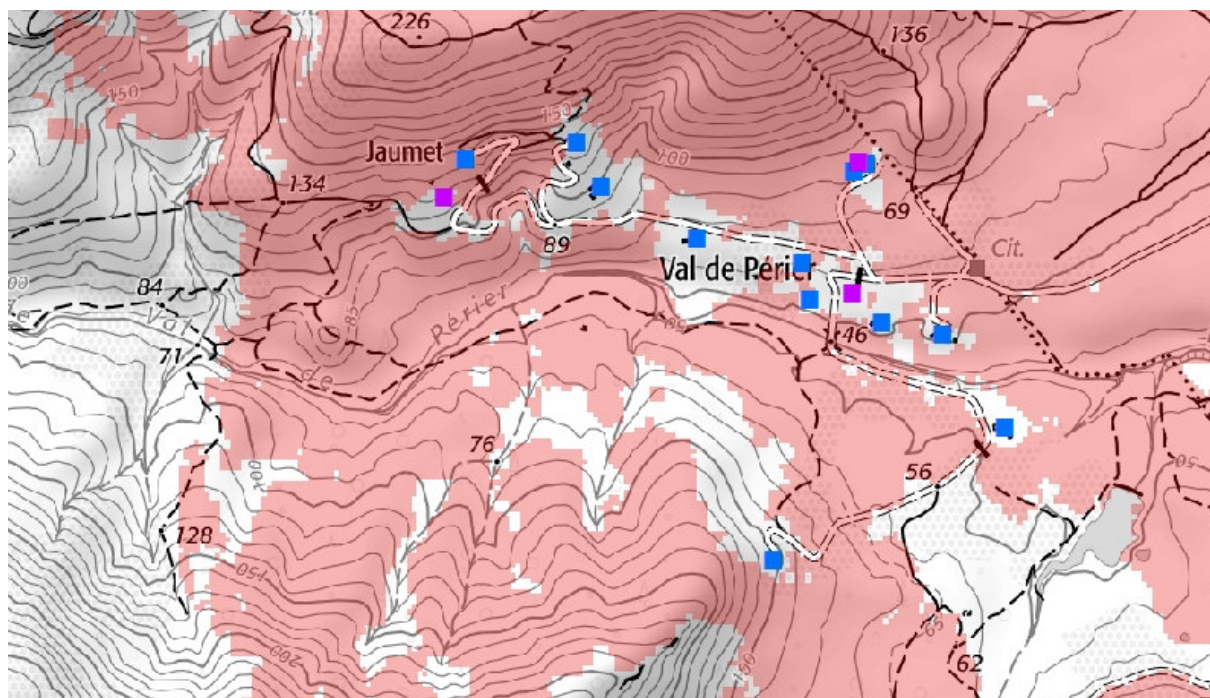


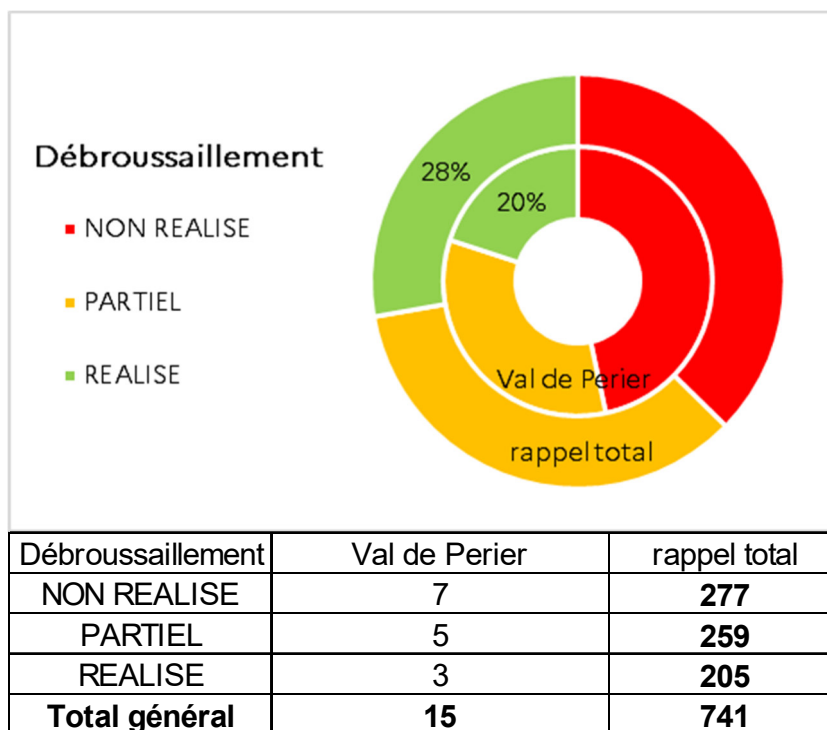
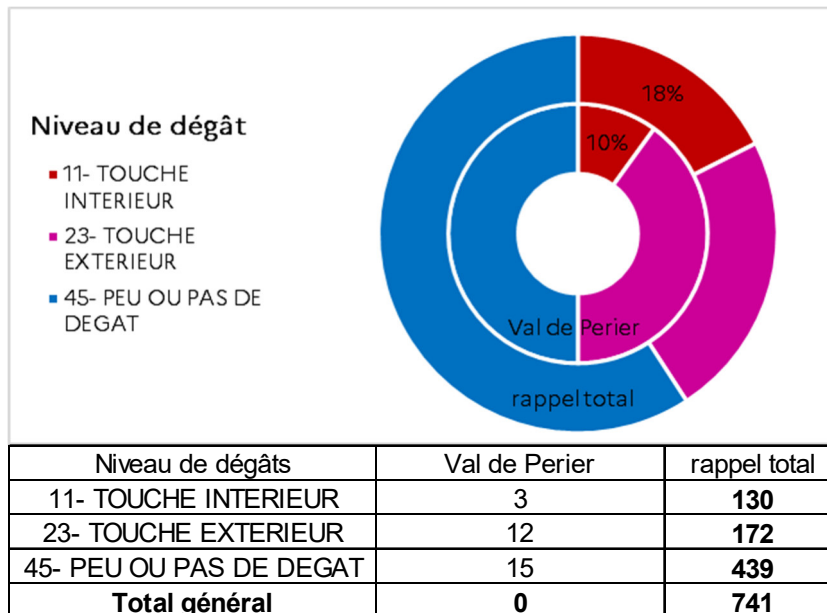
# Quartier « Val de Gilly »





# Quartier « Val de Perier »

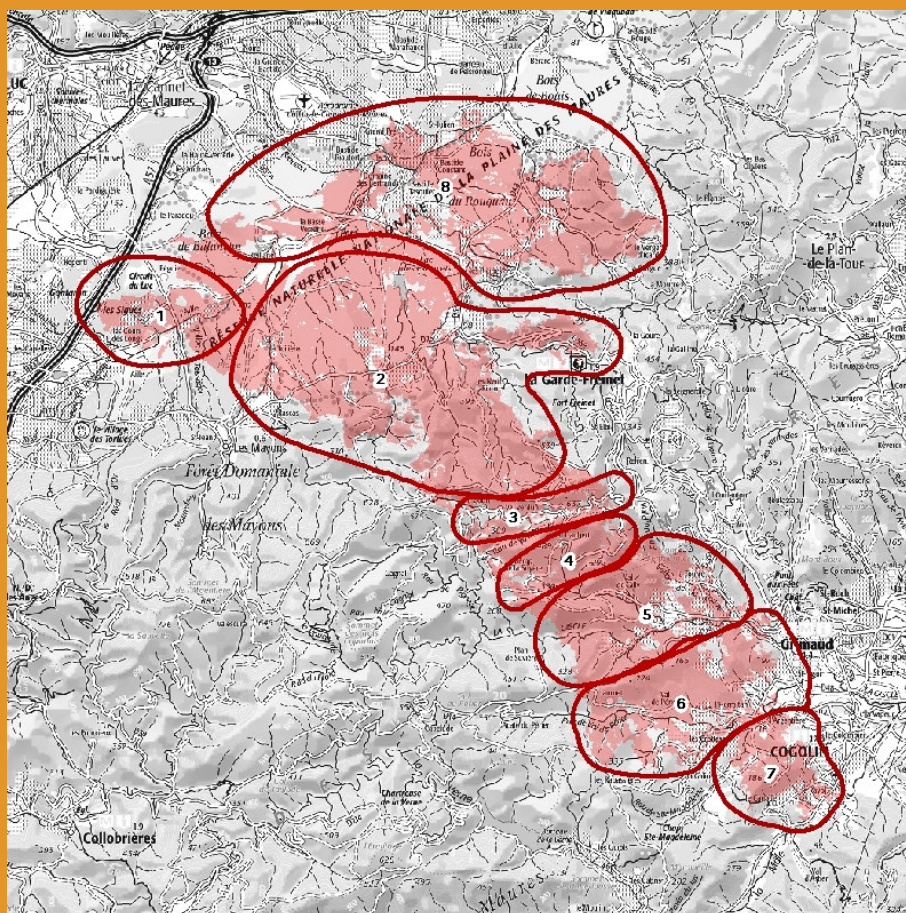




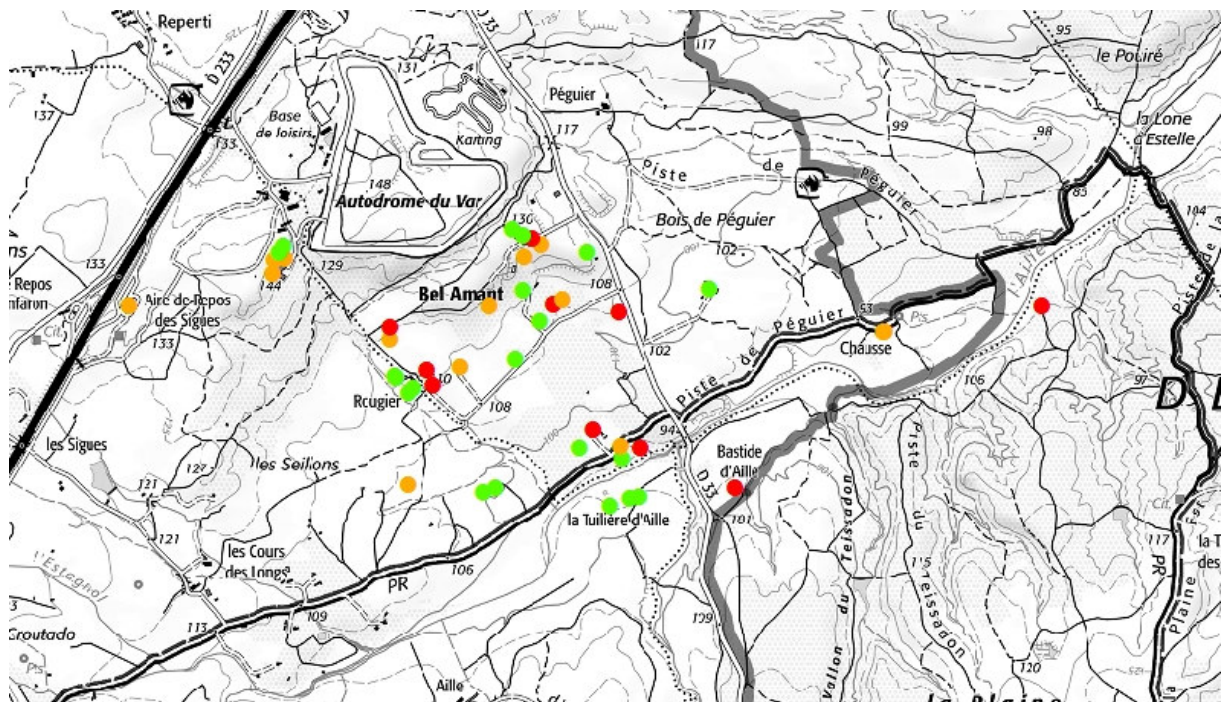
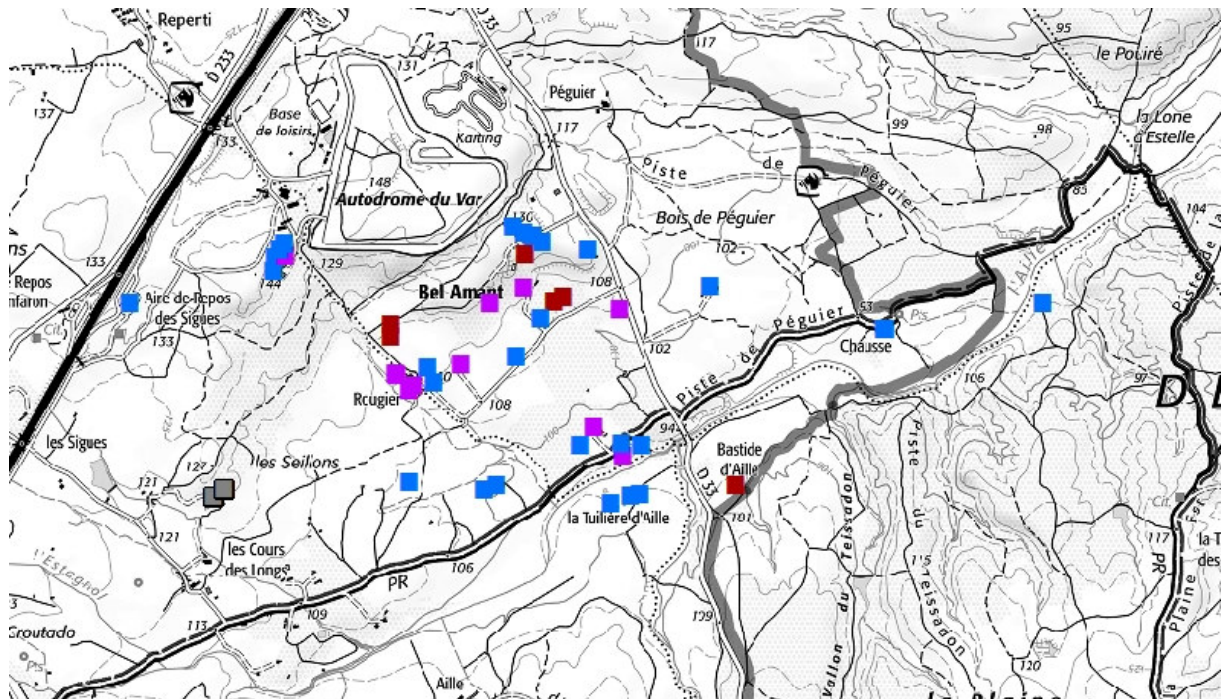


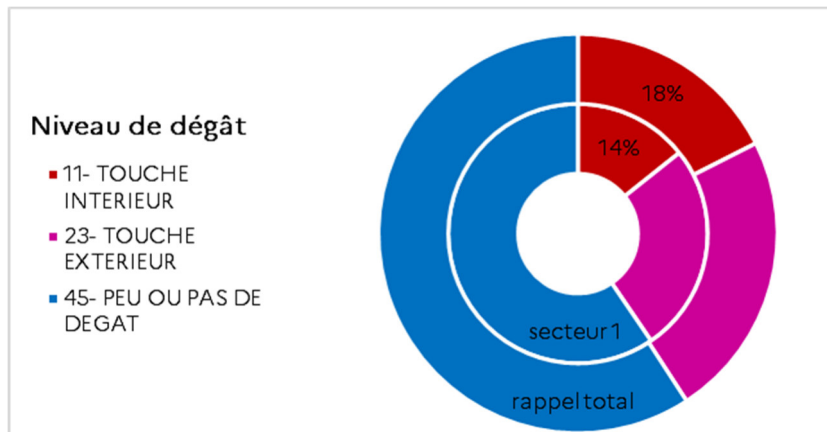


## *Par secteurs de développement du feu*

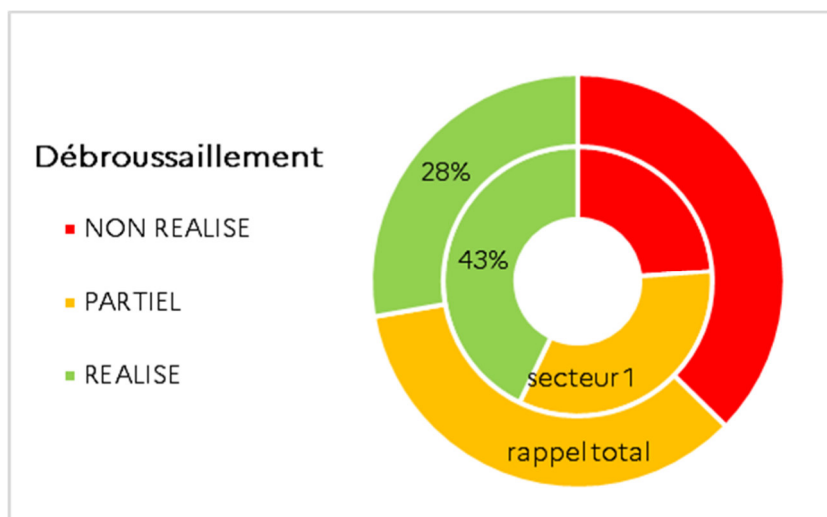


# Secteur « 1 »



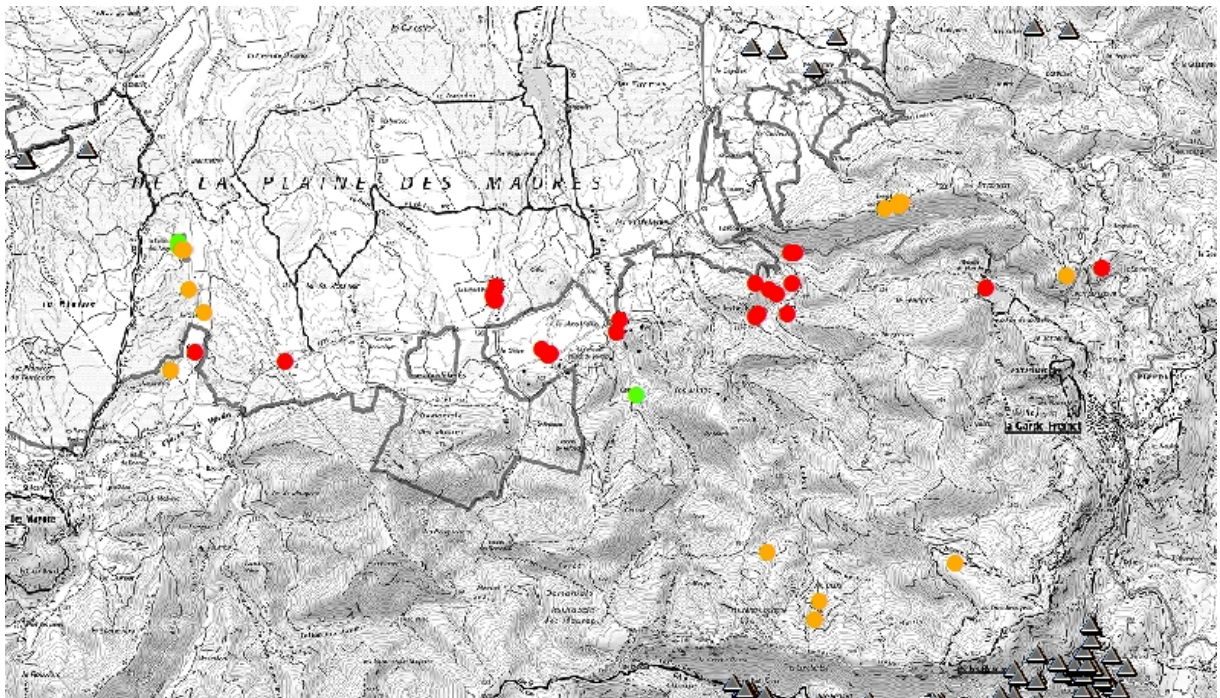
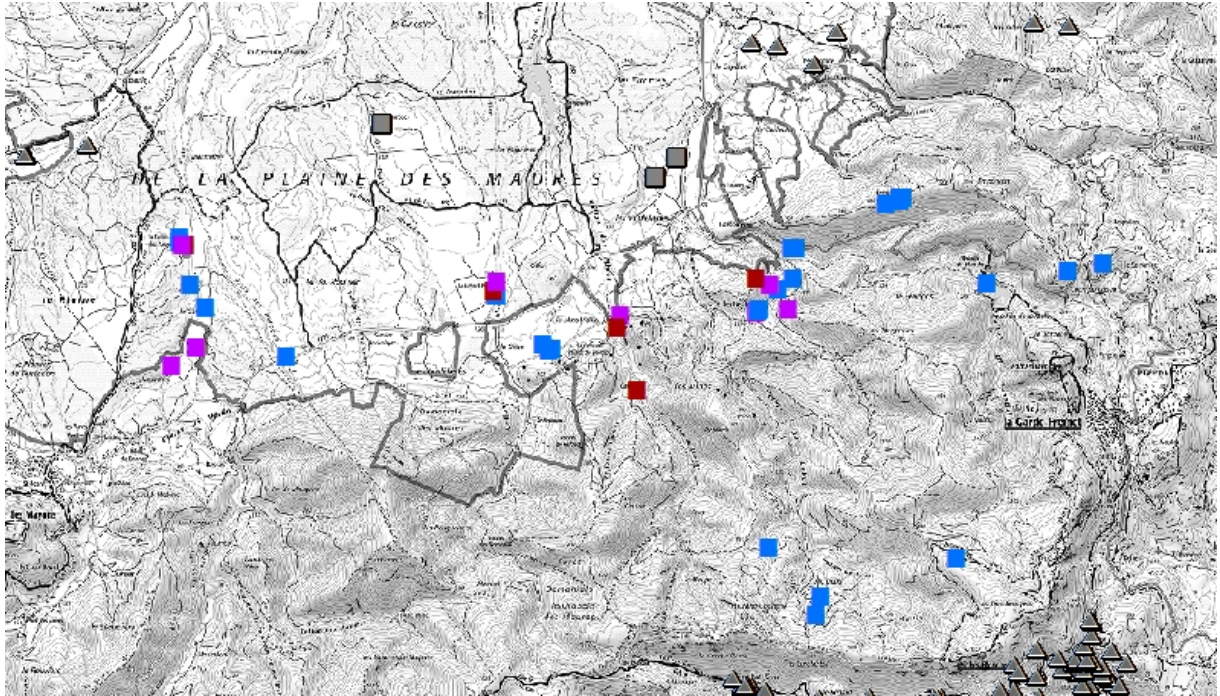


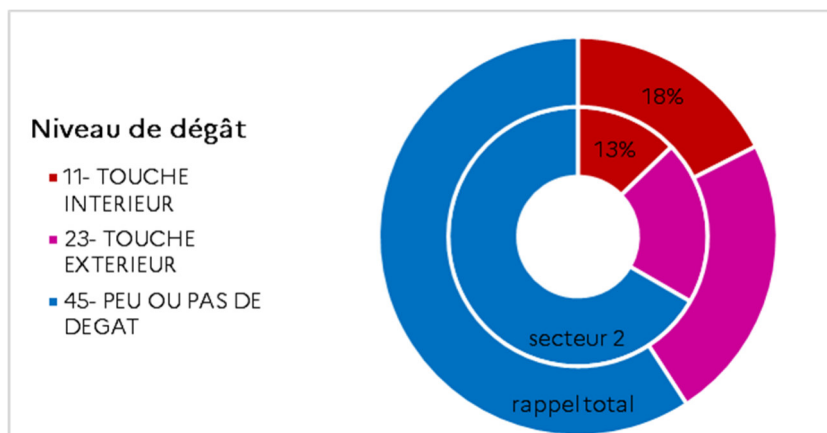
Niveau de dégâts	secteur 1	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	6	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	11	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	25	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>42</b>	<b>741</b>



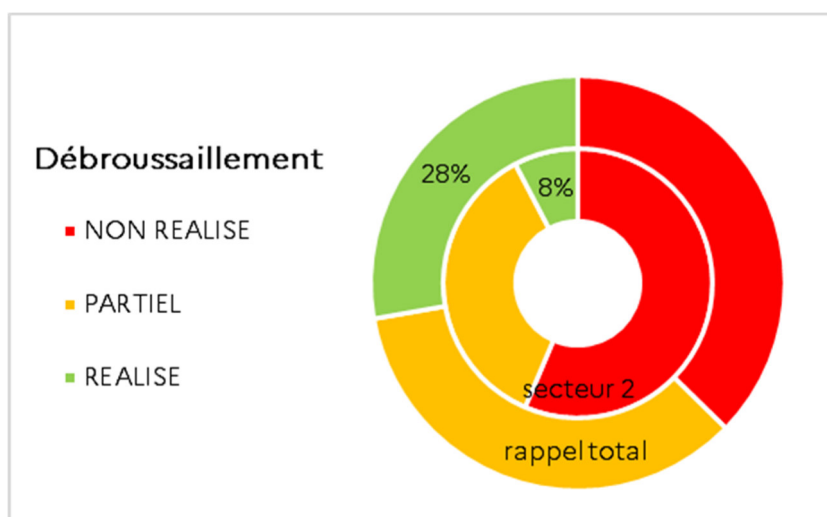
Débroussaillage	secteur 1	rappel total
NON REALISE	10	<b>277</b>
PARTIEL	14	<b>259</b>
REALISE	18	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>42</b>	<b>741</b>

# Secteur « 2 »



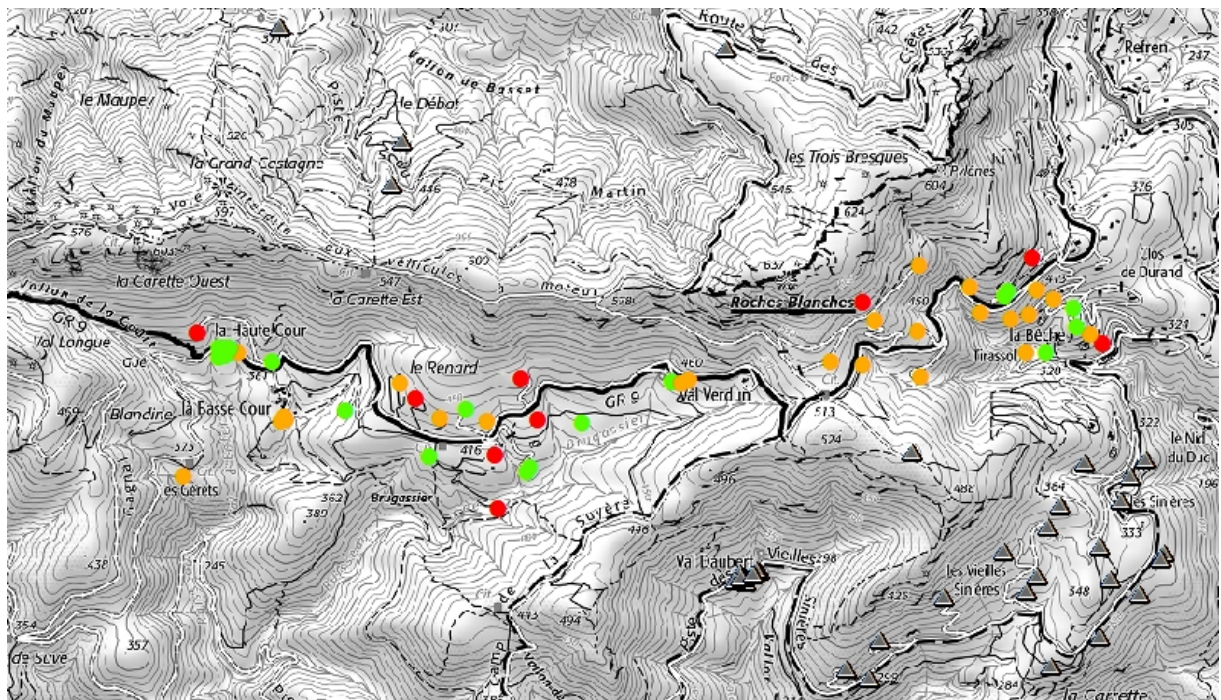
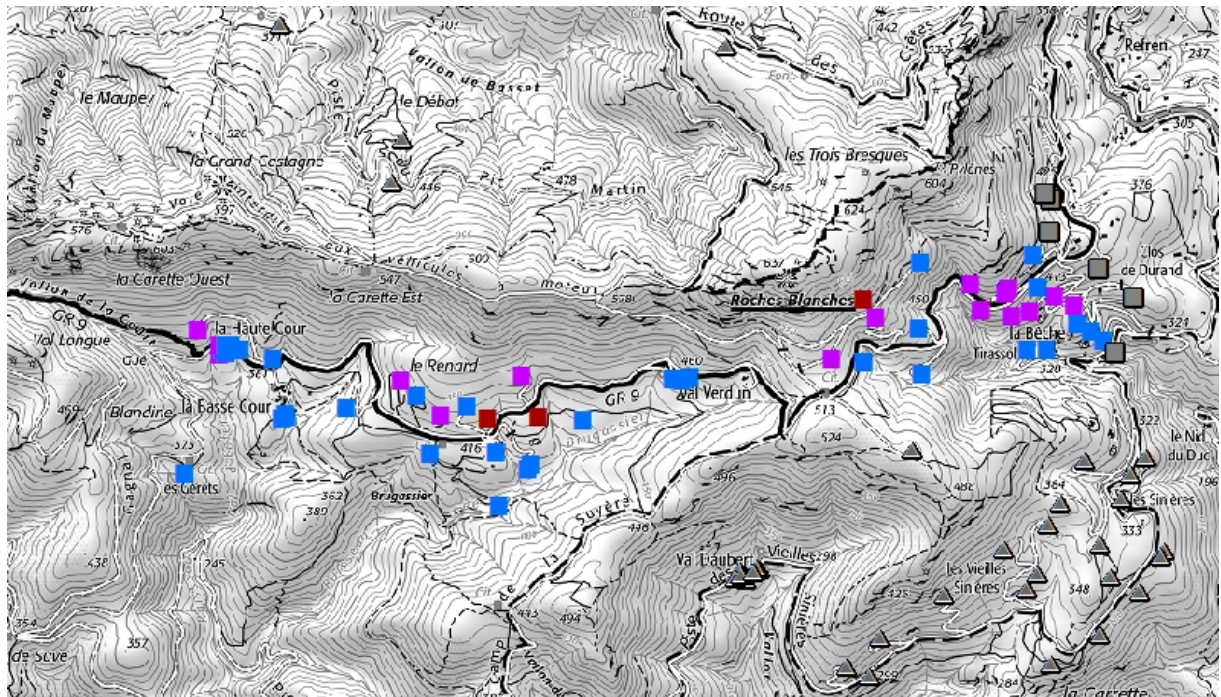


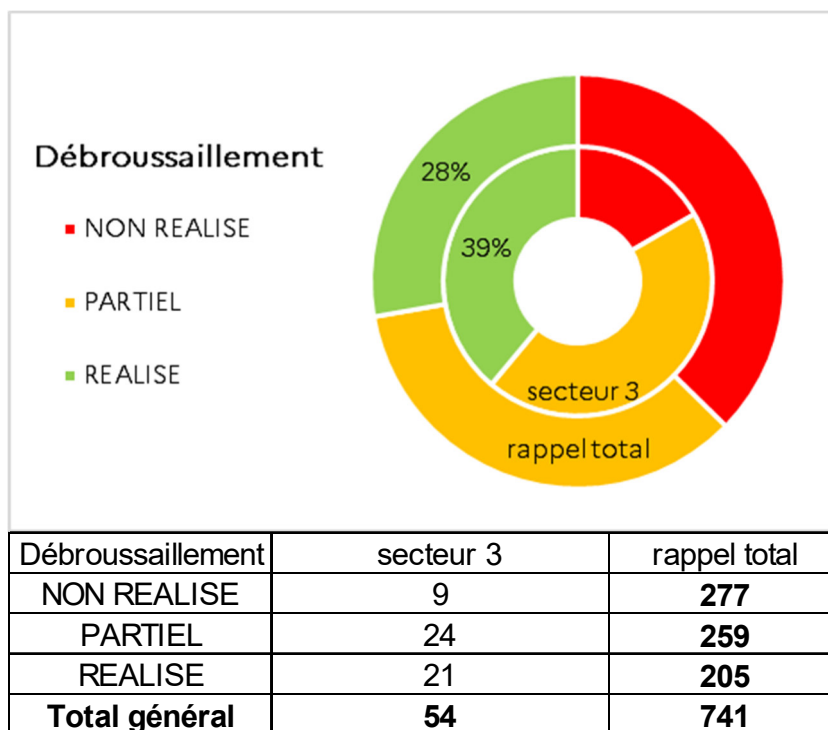
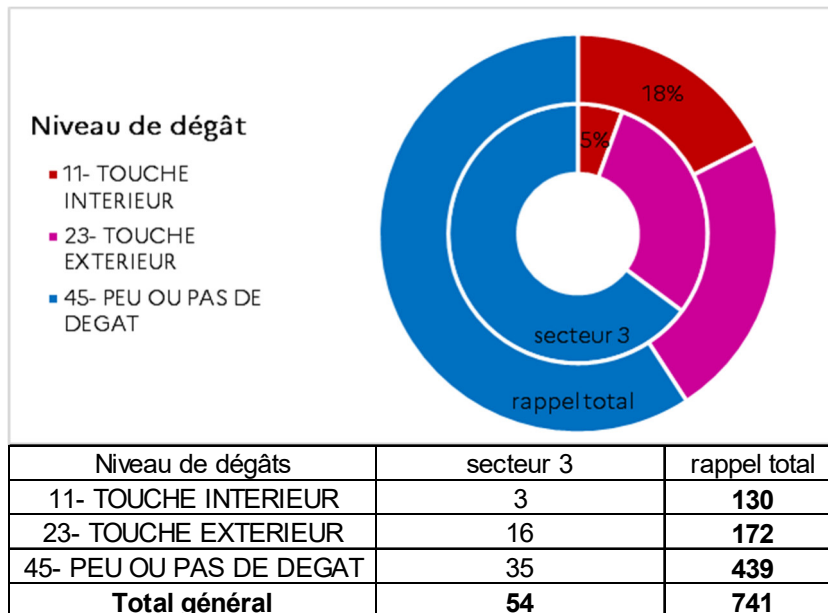
Niveau de dégâts	secteur 2	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	5	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	8	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	26	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>39</b>	<b>741</b>



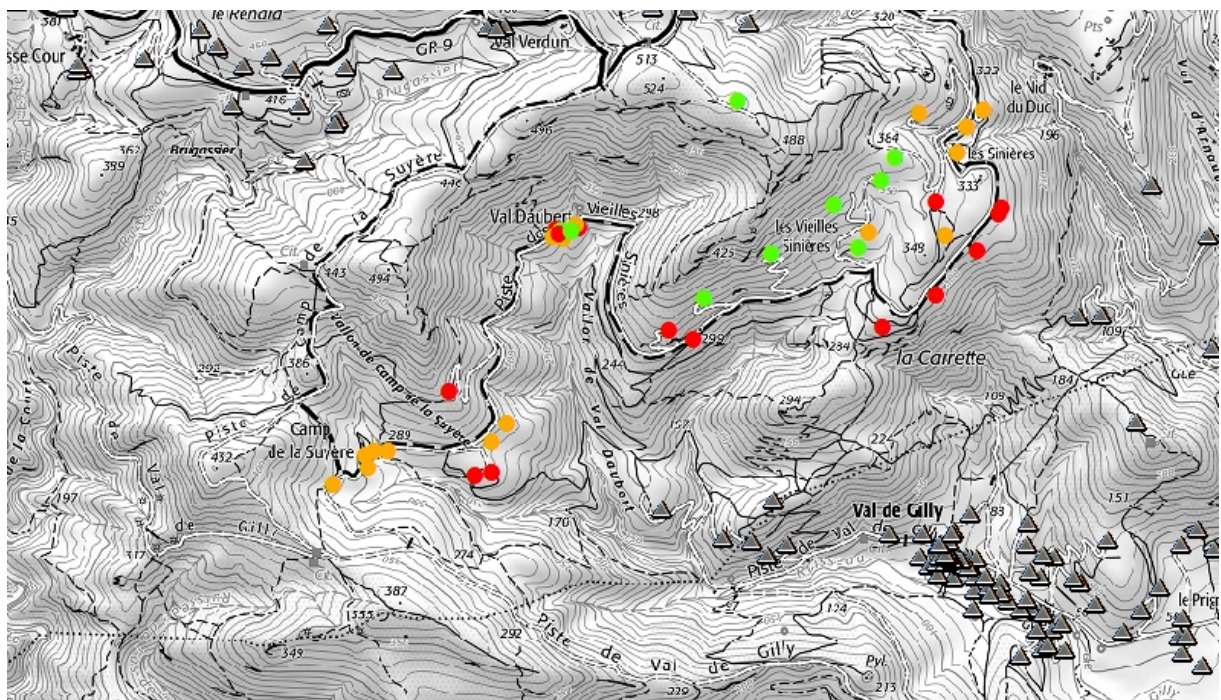
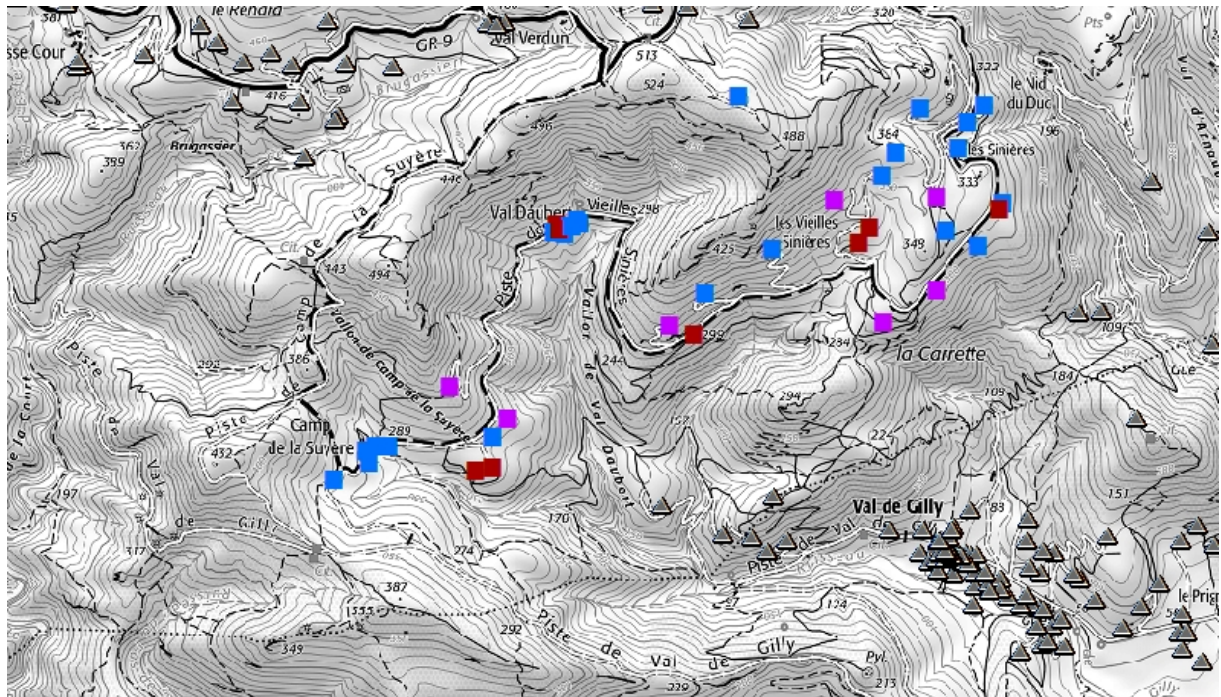
Débroussaillage	secteur 2	rappel total
NON REALISE	22	<b>277</b>
PARTIEL	14	<b>259</b>
REALISE	3	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>39</b>	<b>741</b>

# Secteur « 3 »

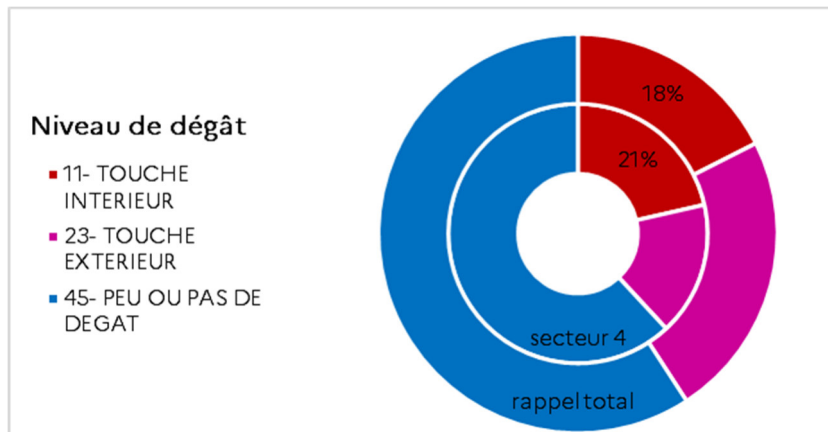




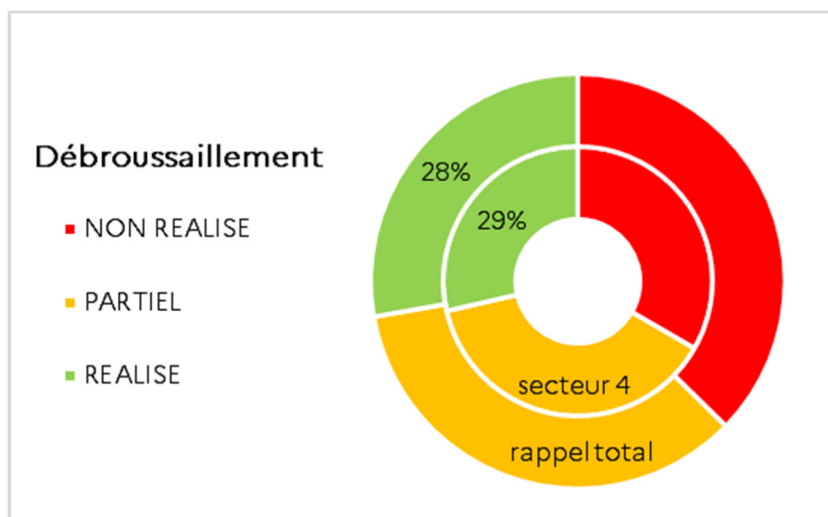
# Secteur « 4 »





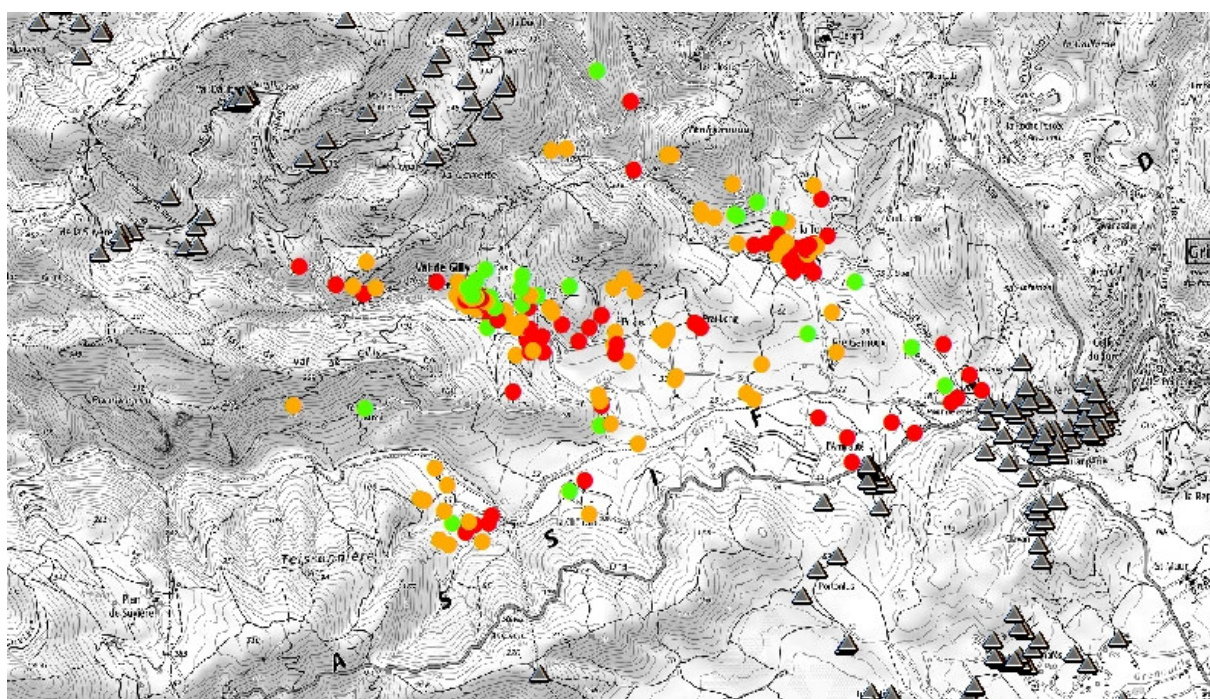
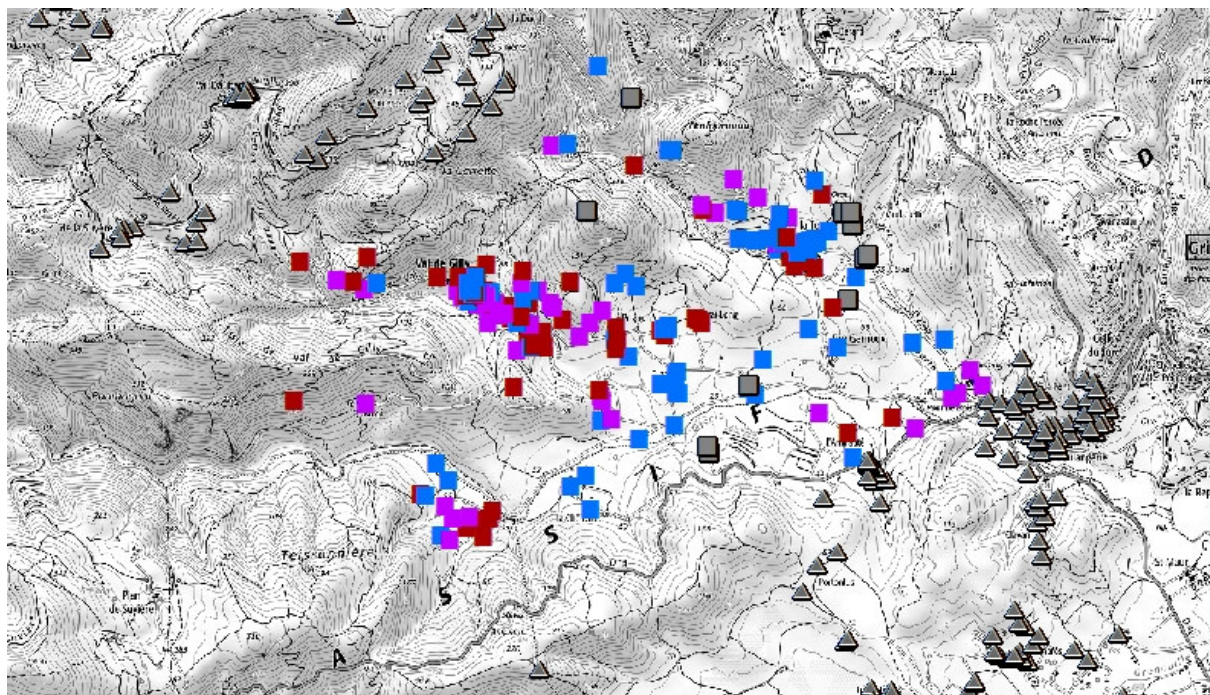


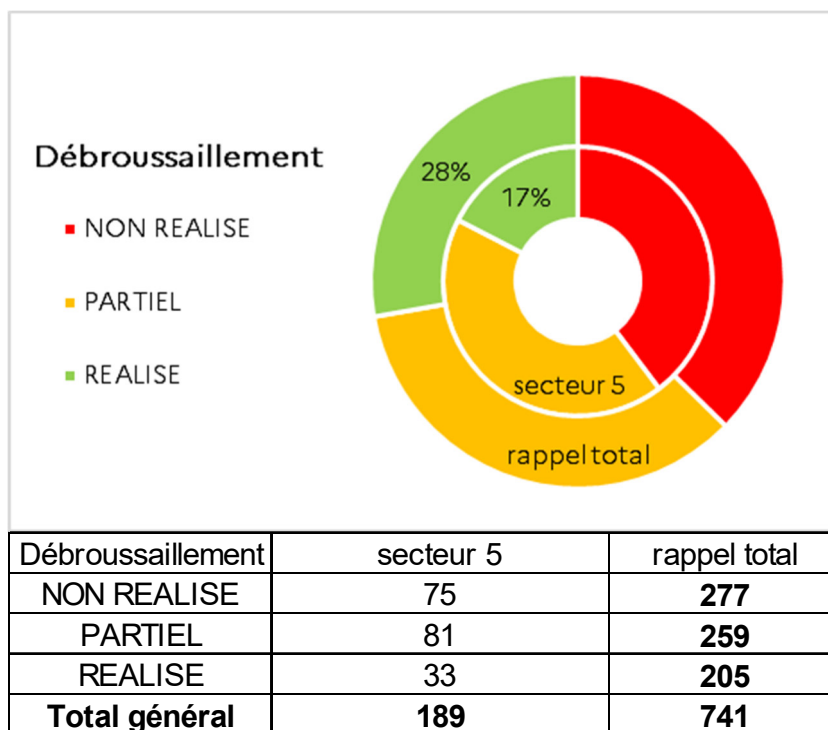
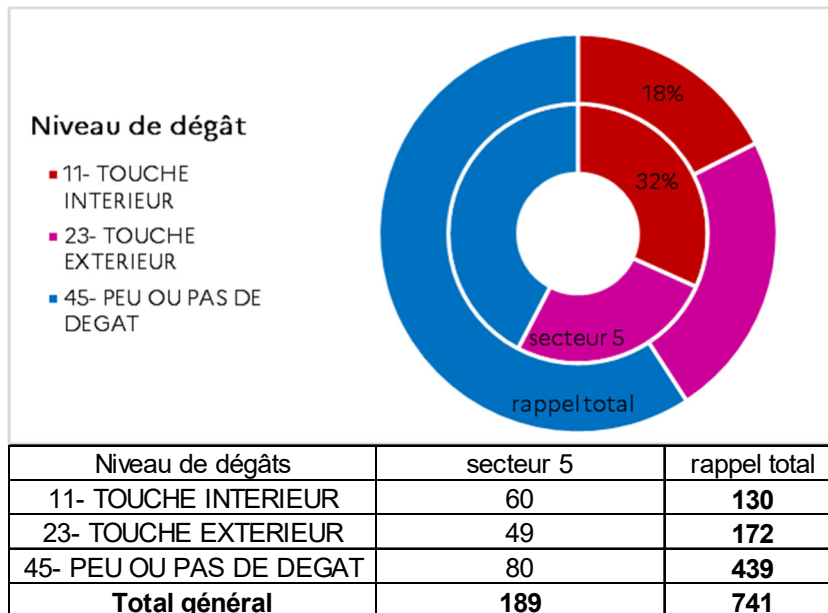
Niveau de dégâts	secteur 4	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	9	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	7	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	26	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>42</b>	<b>741</b>



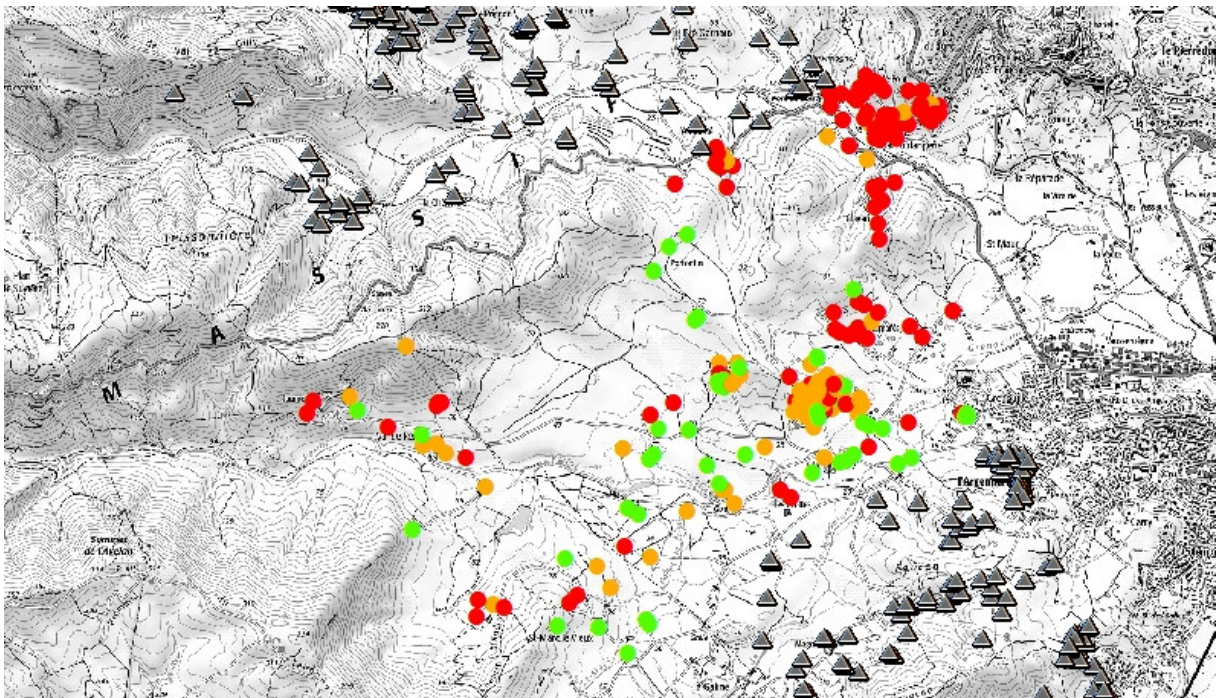
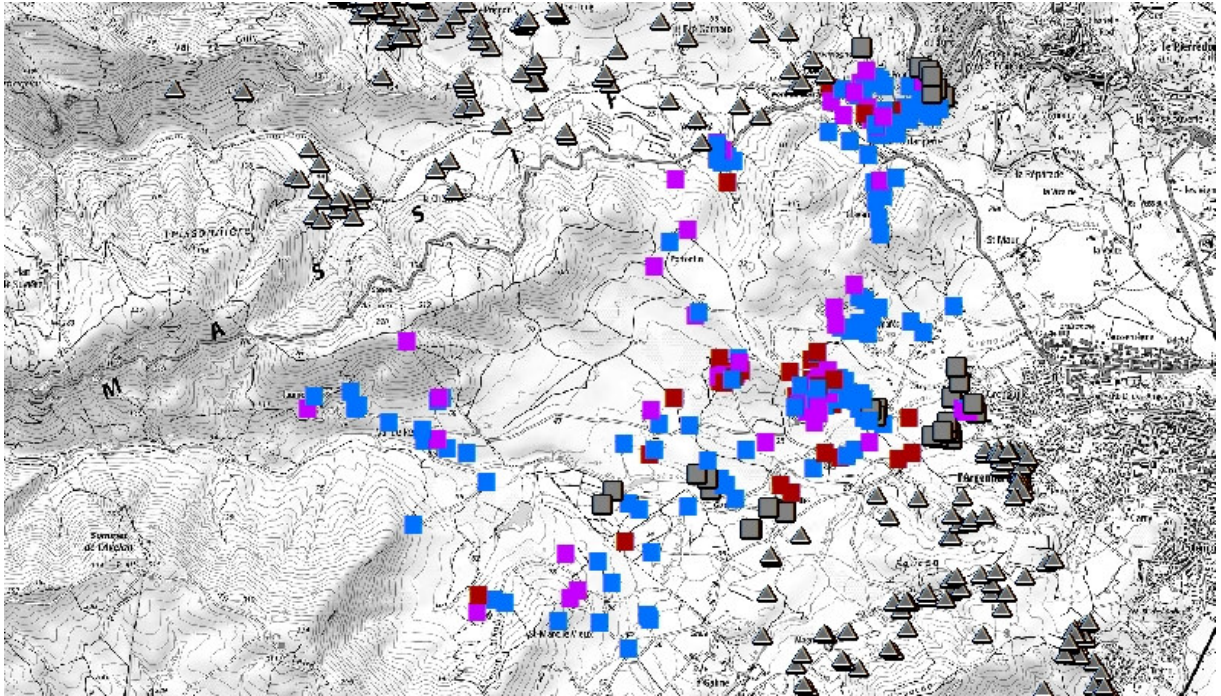
Débroussaillage	secteur 4	rappel total
NON REALISE	14	<b>277</b>
PARTIEL	16	<b>259</b>
REALISE	12	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>42</b>	<b>741</b>

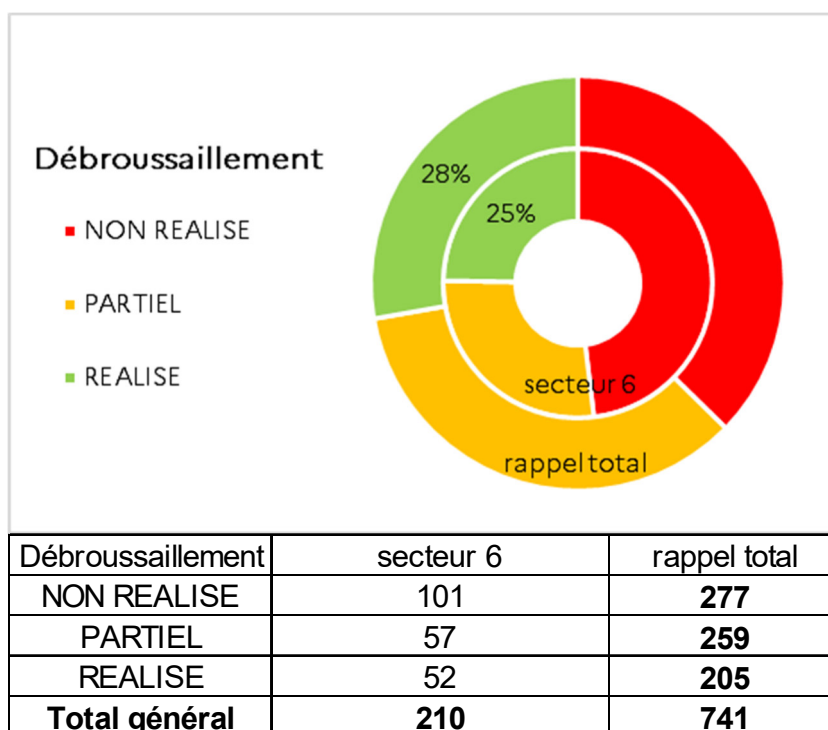
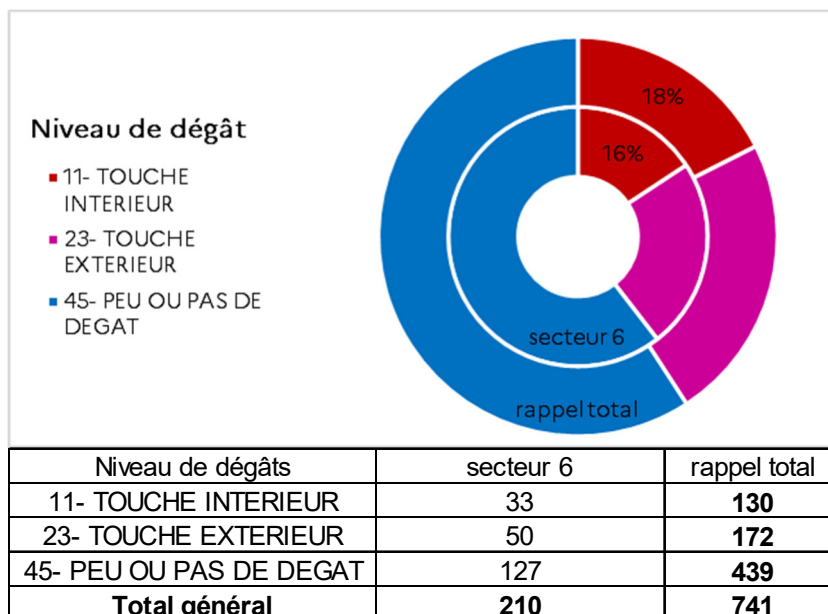
# Secteur « 5 »



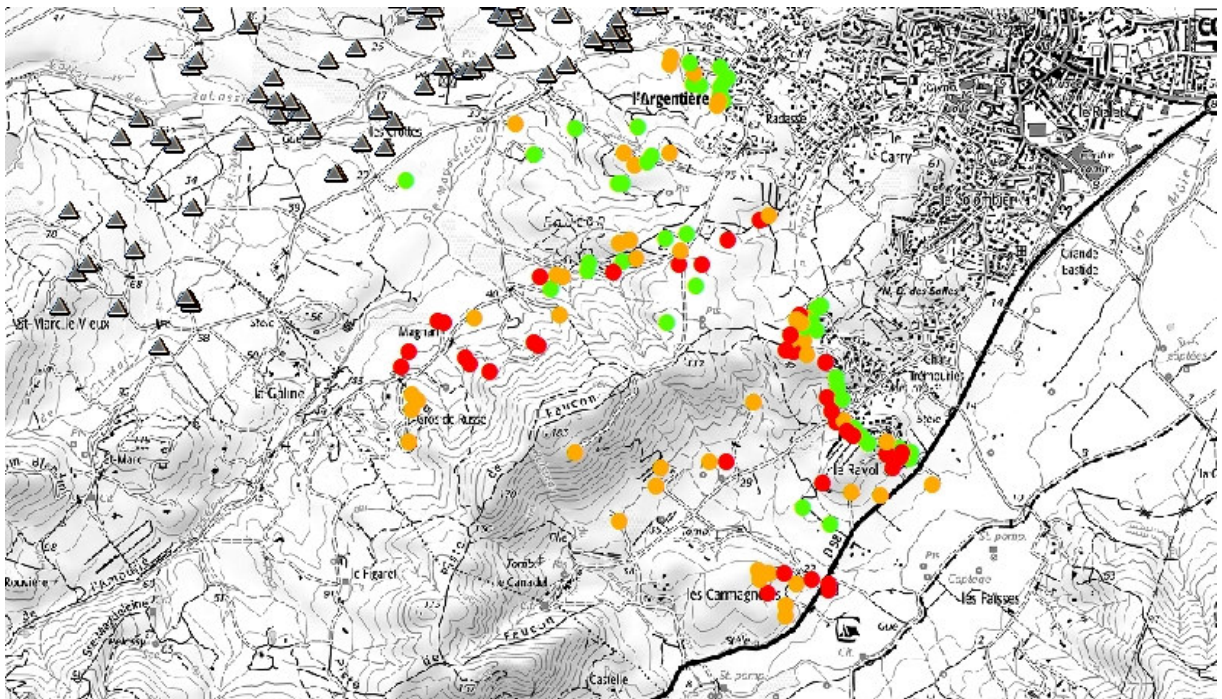
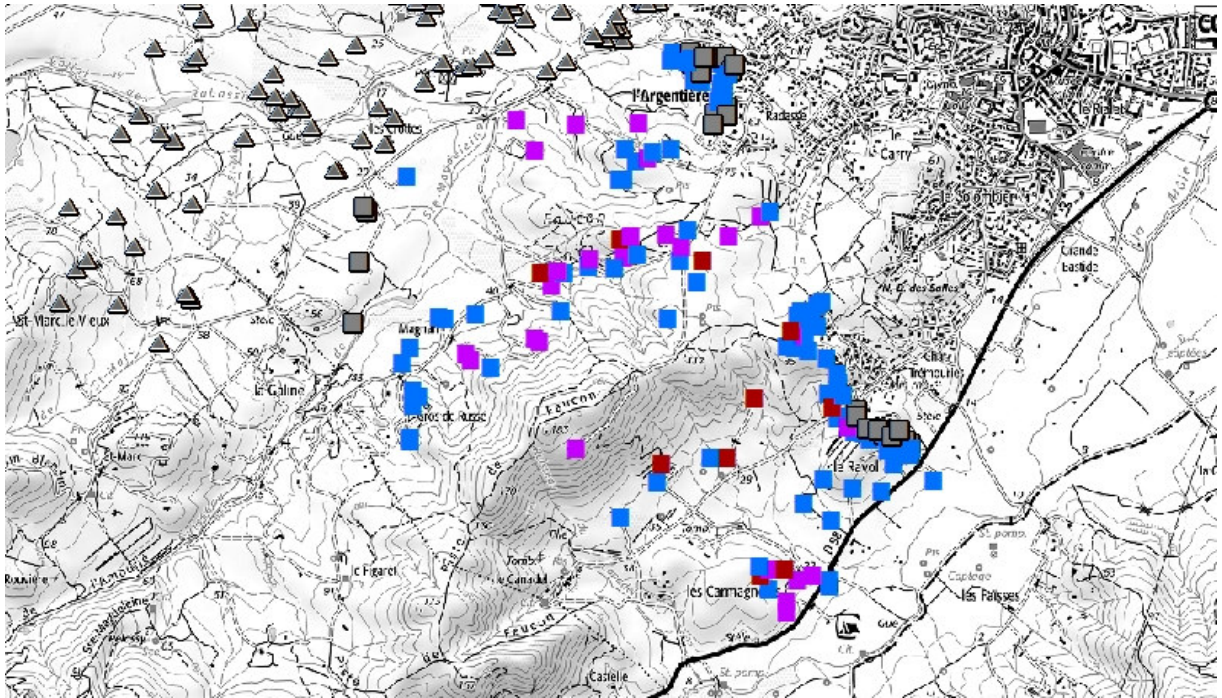


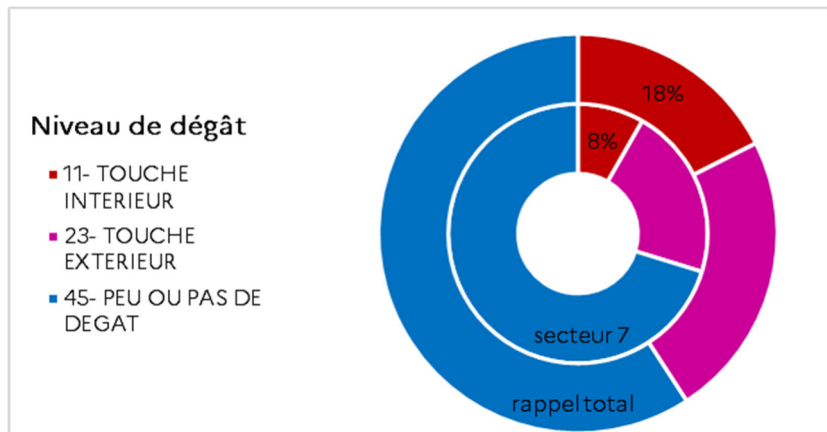
# Secteur « 6 »



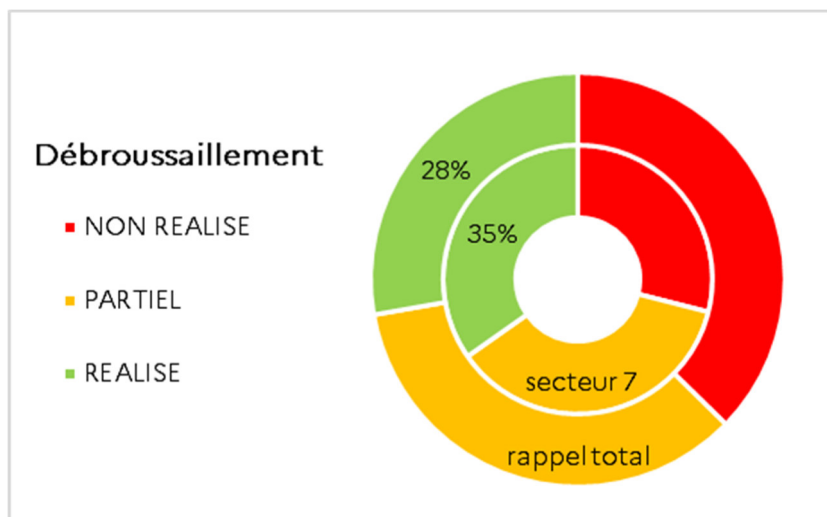


# Secteur « 7 »





Niveau de dégâts	secteur 7	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	10	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	26	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	85	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>121</b>	<b>741</b>

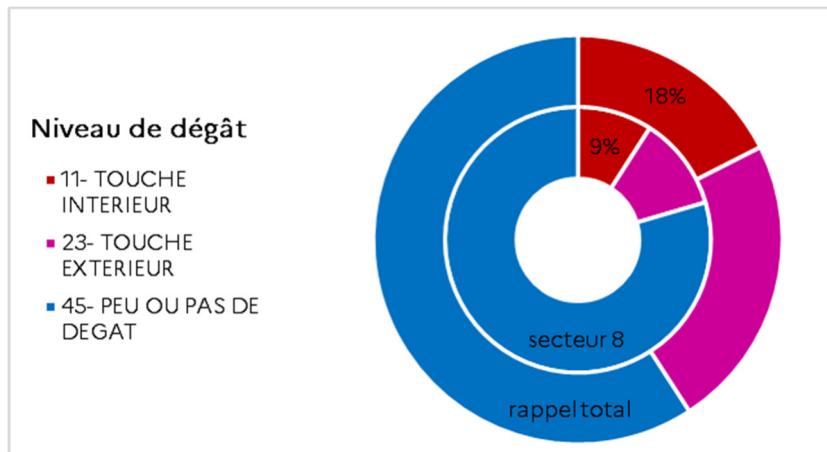


Débroussaillage	secteur 7	rappel total
NON REALISE	35	<b>277</b>
PARTIEL	44	<b>259</b>
REALISE	42	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>121</b>	<b>741</b>

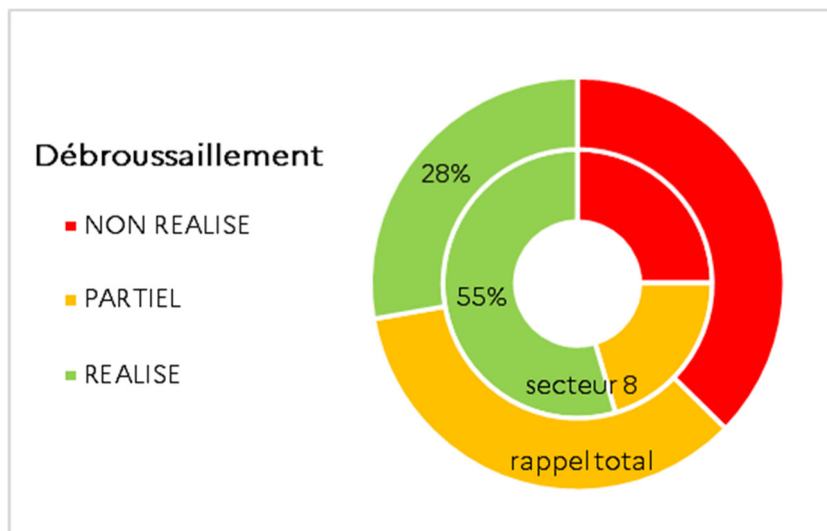
# Secteur « 8 »







Niveau de dégâts	secteur 8	rappel total
11- TOUCHE INTERIEUR	4	<b>130</b>
23- TOUCHE EXTERIEUR	5	<b>172</b>
45- PEU OU PAS DE DEGAT	35	<b>439</b>
<b>Total général</b>	<b>44</b>	<b>741</b>



Débroussaillage	secteur 8	rappel total
NON REALISE	11	<b>277</b>
PARTIEL	9	<b>259</b>
REALISE	24	<b>205</b>
<b>Total général</b>	<b>44</b>	<b>741</b>





# Annexe II : aperçu de l'utilisation par la recherche

# Premiers résultats de l'INRAE

Les éléments figurant dans cette annexe sont les premiers résultats disponibles fin août 2022. D'autres résultats pourraient faire l'objet de publications scientifiques ultérieures.

Du fait du nombre de bâtis impactés, cet échantillon constitue un gisement d'informations d'une très grande richesse pour comprendre plus en détail les processus et les facteurs d'endommagement prépondérants, et de façon plus générale tenter de modéliser de façon formelle la vulnérabilité des enjeux bâtis.

Jusqu'à cet événement, étant donné le faible nombre d'occurrences de dommages sur les enjeux anthropiques en France Méditerranéenne, les méthodes de modélisation utilisaient principalement la simulation informatique et, dans de rares cas, la modélisation physique de l'exposition des enjeux au feu, mais surtout l'évaluation multicritères à dire d'experts. Cette dernière méthode a permis la spécification et le développement d'outils d'évaluation de la vulnérabilité par validation croisée avec les démarches expérimentales et les démarches basées sur la simulation. Mais c'est avant tout l'analyse des données de dommages relevées après l'événement qui permet la formalisation de modèles valides et l'évaluation du niveau de significativité des résultats.

Plusieurs classes d'analyses sont en cours d'exploration pour l'exploitation de cet échantillon de dommages pour la modélisation formelle de la vulnérabilité, telles que :

- Des analyses de classification par apprentissage profond (algorithme Random Forest) visant à identifier les principaux facteurs impliqués dans les dommages
- Une série d'analyses de régression par modèle linéaire généralisé logistique mono-variée et multi-variées visant à évaluer la relation entre une série de variables clés sélectionnées par la classification par apprentissage profond, mais également à dire d'experts, en particulier le niveau et la qualité de débroussaillage, et l'occurrence de dommages sur le bâti ;
- Une série d'analyses de données multivariées (analyse factorielle en composantes multiples) visant à identifier des situations types de dommages.

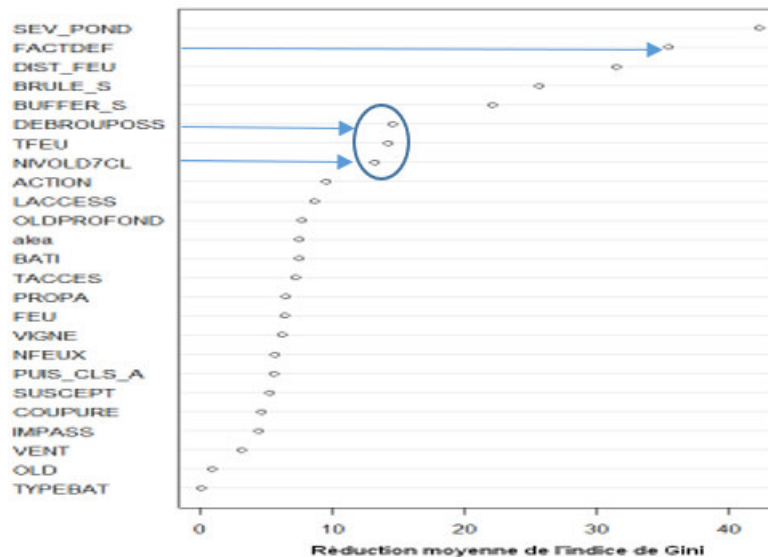
Nous présentons quelques exemples de résultats préliminaires de la classification par apprentissage profond et de l'analyse de régression logistique

## 1. Exemple de résultats de l'analyse par apprentissage profond

La classification par forêt d'arbres aléatoire (Random Forest) est une technique d'intelligence artificielle de classification avec apprentissage. Orientée prédiction, elle peut toutefois être utilisée en analyse de données "pure", avec la limite d'une interprétation parfois délicate. La méthode permet toutefois de connaître les variables les "plus importantes" dans la classification, plus précisément celle qui, introduites, permette de limiter le plus "l'impureté" des classes produites.

Avec une sélection de 25 variables que l'on espère aussi décorréelées que possible, on tente d'expliquer la survenue de dommages sur le bâti, en 2 classes seulement : bâti non touché ou bâti touchés intérieurement ou extérieurement.

Cette solution permet de produire une classification "touchée/non touchée" avec un taux d'erreur (impureté) inférieur à 20%, ce qui reste plutôt élevé. L'importance des variables est donnée par le graphique suivant :



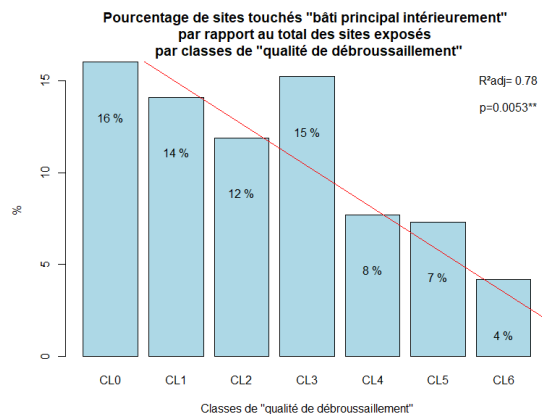
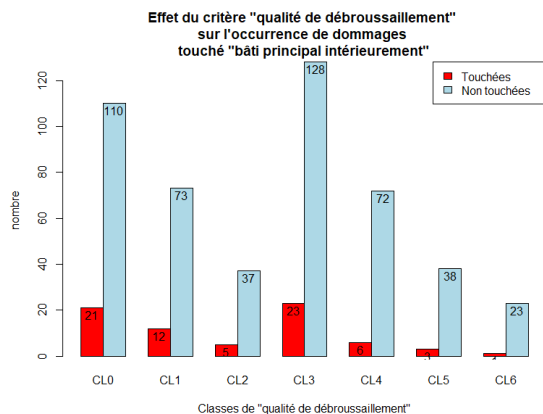
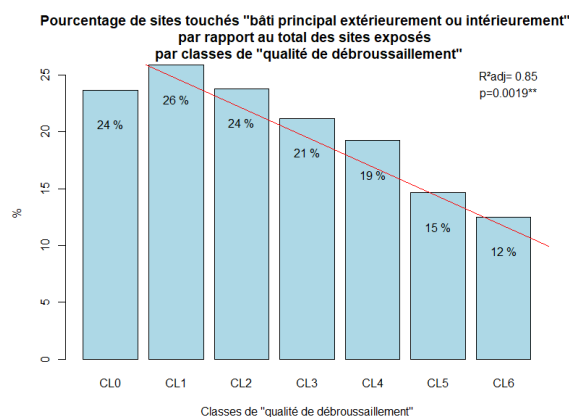
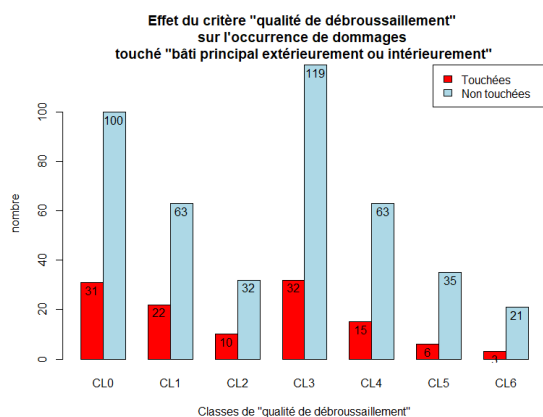
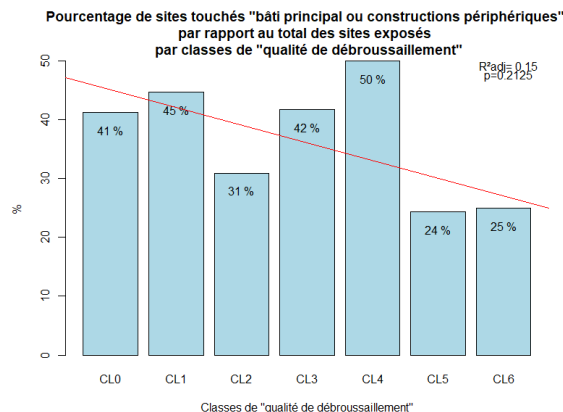
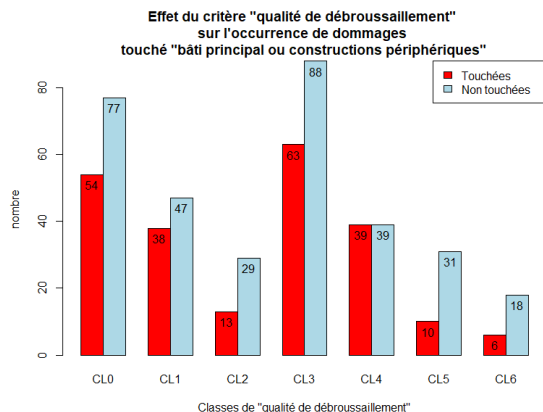
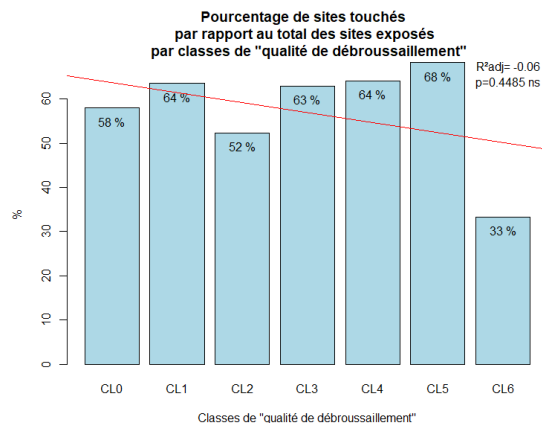
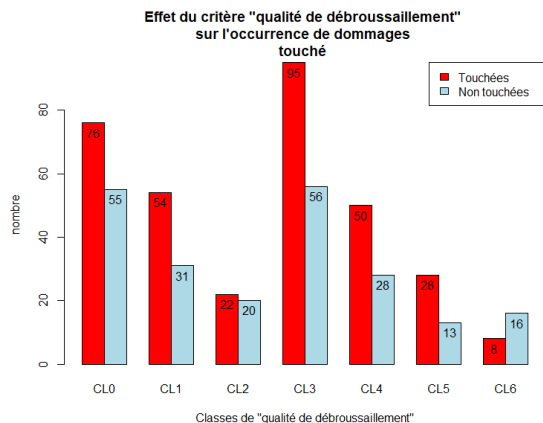
Contribution à la réduction de l'impureté des classes "touchées intérieurement ou extérieurement" et "non touchées" de variables

Ce sont les variables qualifiant l'occurrence locale de l'évènement feu qui sont les plus importantes pour la classification, et en premier lieu la sévérité, la distance au feu et les surfaces brûlées, le type de feu, etc., ce qui est logique. Mais la classification est également déterminée par la variable "Facteurs défavorables". Les variables niveaux de débroussaillage et possibilité de débroussaillage, bien que plus en retrait, interviennent néanmoins très fortement dans la classification, ce qui témoigne de leur importance dans l'occurrence de dommages.

Il est possible que les variables qualifiant l'occurrence locale de l'évènement feu soient surdéterminées par des facteurs conjoncturels locaux, tels que l'aérogologie locale (et plus généralement les conditions atmosphériques) au moment de l'occurrence. Ainsi, en termes de prévention, ce sont principalement les variables "facteurs défavorables" et débroussaillage (possibilité et niveau de qualité) qui interviennent comme facteur d'endommagement.

## 2. Exemple de résultats préliminaires de l'analyse par régression logistique

Les graphiques suivants (Graphique 1) montrent notamment, en fonction de la classe de qualité du débroussaillage, la proportion de bâtis touchés à l'un des 4 niveaux endommagés par rapport à la somme des nombres de bâtis plus faiblement endommagés. Par exemple, le pourcentage des sites endommagés au niveau "1 - Construction principale touchée intérieurement", par rapport à la somme de tous les autres sites, non touchés ou endommagés à un niveau inférieur au niveau 1.



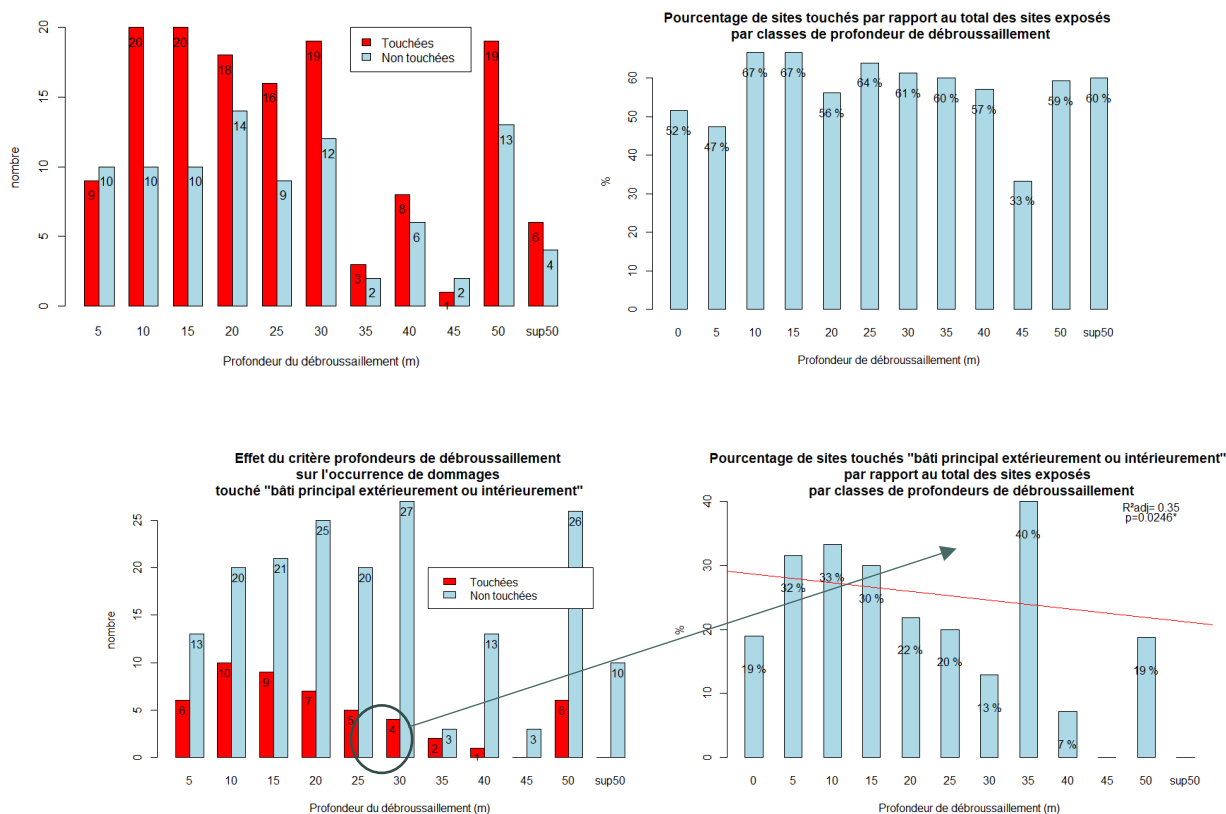
Graphique 1. Effet du critère "Qualité du débroussaillage" sur les occurrences de dommages

On remarque que tant la corrélation que le niveau de significativité augmentent avec le niveau de dommage que l'on cherche à expliquer. Ainsi, la qualité de débroussaillage n'a pas d'effet significatif sur l'occurrence de dommage sur l'unité foncière bâtie dans sa globalité, mais un effet hautement significatif (et relativement fort :  $r^2=0.78$ ) sur l'occurrence de destruction du bâtiment principal (bâti touché intérieurement). Cette corrélation augmente très régulièrement avec le niveau de dommage.

On peut en déduire que la qualité de débroussaillage ne protège pas radicalement de dommages sur le site, y compris sur des éléments périphériques, mais en revanche protège efficacement le bâtiment principal, c'est-à-dire ici la maison d'habitation.

### Profondeur de débroussaillage

Le même raisonnement peut être tenu relativement à la profondeur de débroussaillage, même si le niveau de corrélation et la significativité de la régression sont bien moindres. La relation entre la profondeur de débroussaillage et l'occurrence de dommage sur le site dans sa globalité n'est pas identifiable.



Graphique 2. Effet du critère "profondeur du débroussaillage" sur les occurrences de dommages


En revanche, la régression de l'occurrence de dommages sur les sites en fonction de la distance de débroussaillage devient significative pour les dommages extérieurs ou intérieurs sur le bâti principal. Ce résultat est d'autant plus net que la classe de profondeur des 35 mètres est très peu peuplée (5 sites dont deux touchés) ce qui augmente artificiellement le taux de bâtis touchés pour cette profondeur de débroussaillage, et affaiblit la régression (Graphique 2). En réalité, la mesure sur le terrain de la distance de débroussaillage est très complexe, en particulier du fait qu'elle est systématiquement anisotrope, et que la qualité de débroussaillage varie sensiblement en fonction de la profondeur.

Globalement, on peut déduire de l'analyse de ces deux variables (profondeur du débroussaillage et qualité du débroussaillage) qu'elle confirme de façon expérimentalement valide l'efficacité du débroussaillage sur la protection du bâtiment principal du site. En revanche, le débroussaillage ne protège pas des dommages périphériques sur la végétation ou même sur des installations annexes (y compris annexes bâtis, véhicules). Il est tout à fait probable que la pratique de débroussaillage, lorsqu'elle est mise en œuvre, prenne pour référence le bâtiment principal, plutôt que les bâtiments annexes périphériques, et encore moins des installations périphériques mineures ou des véhicules habituellement garés à l'écart du bâtiment principal.

Les premiers résultats de ces travaux montrent l'importance des facteurs de vulnérabilité définis historiquement à dire d'experts, mais en relativise certains. Les critères de défendabilité, incluant les critères de débroussaillage, l'accessibilité et les hydrants sont particulièrement déterminants. Leur effet est toutefois complexe : par exemple, le débroussaillage n'interdit pas les dommages sur les sites bâtis (entité foncière "maison avec jardin"), mais protège efficacement le bâtiment principal. Également, alors que les critères d'accès micro-locaux (à l'échelle du bâti), se révèlent relativement peu explicatifs des dommages, ce sont en fait les critères d'accessibilité zonale (par quartiers) qui semblent prépondérants.

Le mécanisme de protection est quant à lui difficile à interpréter à partir de ces seuls éléments. Le débroussaillage étant l'un des trois principaux facteurs de défendabilité (avec l'accessibilité et les hydrants), le rôle des services de lutte dans cette protection apparaît naturellement primordial : les sites non-débroussaillés sont peu défendables, le risque pour les personnels de la lutte y est beaucoup plus grand, si bien qu'ils sont susceptibles d'être moins défendus, surtout en situations de tensions sur la disponibilité des moyens de lutte. Mais l'effet de protection direct, ainsi que les meilleures possibilités d'autodéfense du fait de la moindre intensité, sont également très importants.





# Annexe III : éléments du SDIS sur l'estimation du patrimoine sauvé

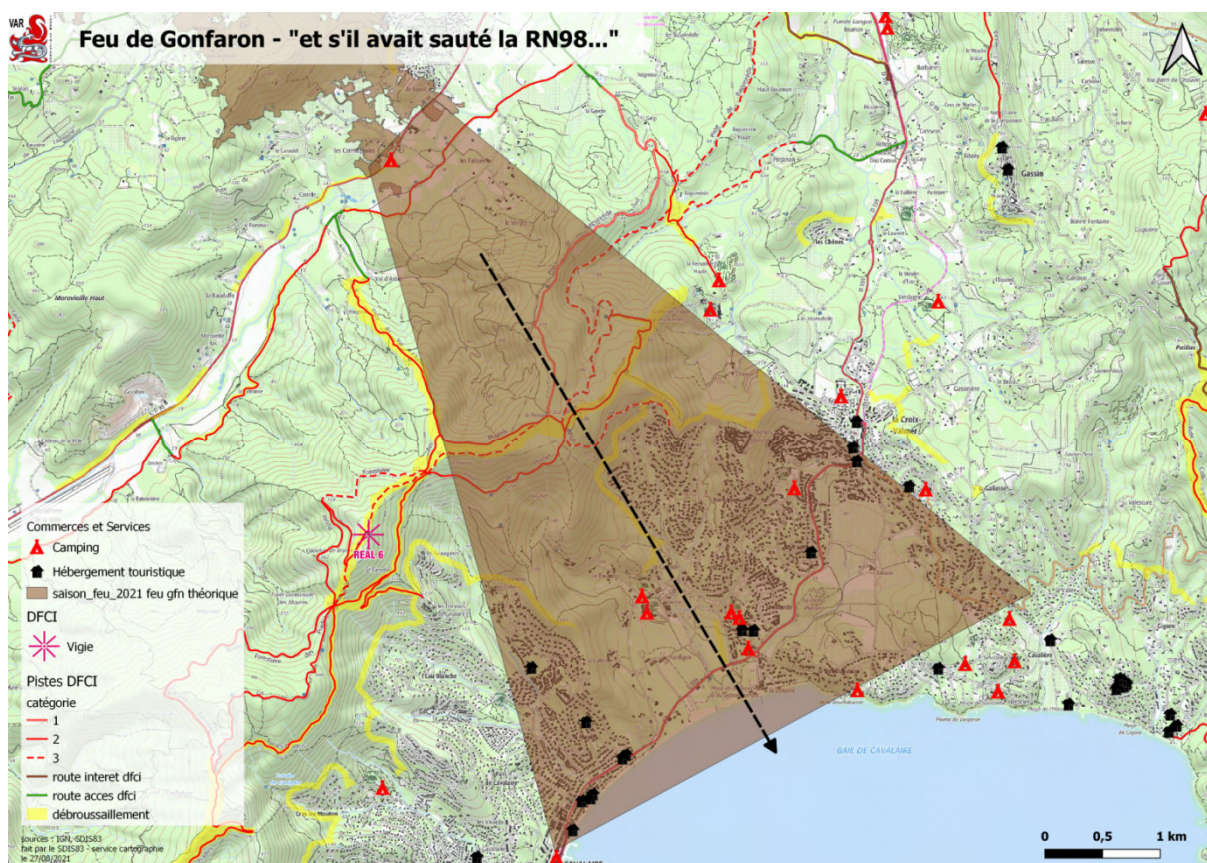
# La Valeur du Sauvé

Déterminer la valeur du sauvé consiste à déterminer ce qui a été économisé et épargné par l'intervention des services de secours.

Dans le cas d'un incendie de forêt, deux composantes sont à évaluer.

- D'une part estimer la valeur de la forêt préservée,
- D'autre part celle de la valeur de biens valorisables économiquement.

Les bâtis et la surface de forêt ont été recensés dans le cône suivant, délimité en tenant compte de la propagation de l'incendie si l'action des sapeurs-pompiers n'avait pu être entreprise sur la RD 98.



Pour la forêt, la difficulté surgit immédiatement, car cela est considéré comme un bien non marchand. Dans une étude réalisée par le SDIS 13, la valeur va intégrer la valeur du bois brut, du CO<sub>2</sub> séquestré, ces éléments pouvant être déterminés par les valeurs relevées sur le marché.

Les éléments non marchands sont aussi à prendre en compte. Il s'agit de la valeur d'usage indirecte, notamment les activités récréatives, le rôle stabilisateur des sols. Mais il est nécessaire de prendre également en compte des valeurs de non-usage, comme l'existence même de la forêt, participante d'un renom d'une contrée, mais aussi le legs que cela constitue pour les générations futures. Cette valeur est fixée dans l'étude du SDIS13 à un montant de 9 519 €/ha.

Exprimé en fonction des hectares susceptibles d'être touchés, le tableau suivant indique la valeur de la forêt sauvée :

Commune	Surface de forêt sauvée (en ha)	Valeur de la forêt sauvée (en €)
LA MOLE	0.13	1 237
GASSIN	45.70	435 018
LA CROIX VALMER	473.68	4 508 960
COGOLIN	273.91	2 607 349
CAVALAIRE SUR MER	344.59	3 280 152
<b>Total</b>	<b>1 138.01</b>	<b>10 832 716</b>

Pour ce qui est des biens immobiliers, il est nécessaire de s'appuyer sur les données collectées par les notaires lors de ventes et d'évaluer le coût médian au mètre carré pour une habitation ancienne. Cette valeur présente des différences notables selon la commune.

Ce tableau présente cette valeur par commune par mètre carré (octobre 2022) :

commune	valeur immobilière médiane en €/m <sup>2</sup> habitation ancienne en octobre 2022
GASSIN	7 870
LA CROIX VALMER	7 190
COGOLIN	4 480
CAVALAIRE SUR MER	5 380

L'analyse du bâti a été réalisée sur la base des données bâtimentaires issues de la Bd Topo IGN, en utilisant la surface au sol de chaque construction (bâti « en dur » de la BD Topo).

Calcul de la valeur totale des bâtis recensés dans le cône théorique (valeur médiane par m<sup>2</sup> bâti en octobre 2022 selon constat Notaires)

commune	Nbre de Batis total	Surface développée	valeur totale exposée
GASSIN	6	640	5 036 800
LA CROIX VALMER	2 331	263 641	1 895 578 790
COGOLIN	42	4 866	21 799 680
CAVALAIRE SUR MER	943	134 941	725 982 580
<b>total</b>	<b>3 322</b>	<b>404 088</b>	<b>2 648 397 850</b>

Pour ce qui est des établissements recevant du public, des installations de loisirs tels que les campings ou des installations industrielles, les travaux des différents SDIS engagés dans ce processus montrent la nécessité d'une étude au cas par cas.

En outre, le travail méthodologique permettant de connaître les conditions de propagation d'un incendie de forêt sont à ce jour très rudimentaires.

Le choix d'un outil de calcul de la propagation reste à faire et pose de nombreuses questions :

- Comment reproduire la propagation d'un incendie dans un espace bâti que ce bâti soit considéré comme isolé, diffus, groupé, dense ?
- Comment identifier et mettre en forme les différentes données d'occupation du sol : cultures, zones arborées en taillis, en futaie, zones artificialisées, mèches de végétation combustibles constituées par des vallons secs ou des haies ?
- Comment affiner l'effet du vent de façon fiable, sachant que les conditions observées au départ du feu et au bout de la plaine à 6 kilomètres sont très différentes ?

Le retour d'expérience sur les dégâts du bâti montre également que l'impact d'un incendie sur les constructions est soumis à de nombreuses variables tenant à la fois au mode de construction comme à la constitution de l'environnement proche.

A ce jour, seule une estimation est possible.

Dans l'état actuel des connaissances et de l'expérience acquise (notamment résultats du présent retour d'expérience), nous pouvons estimer à 30 % la proportion des constructions touchées intérieurement en l'absence d'interventions. Cela nous amène à évaluer la valeur du sauvé comme la valeur de ces 30% de constructions qui auraient pu théoriquement être détruites si le feu s'était propagé sans interventions :

commune	Nbre de Batis total	Surface développée	surface théoriquement affectée (30% des construction détruites intérieurement sans intervention)	valeur du sauvé
GASSIN	6	640	192	1 511 040
LA CROIX VALMER	2 331	263 641	79 092	568 671 480
COGOLIN	42	4 866	1 460	6 540 800
CAVALAIRE SUR MER	943	134 941	40 482	217 793 160
<b>total</b>	<b>3 322</b>	<b>404 088</b>	<b>121 226</b>	<b>794 516 480</b>

#### Valeur du Sauvé : récapitulatif

	Valeur sauvée
Partie Forestière	10 832 716
Partie Bâtiminaire	794 516 480
<b>total</b>	<b>805 349 196</b>

Les données relatives au coût de l'intervention, hors du champ de cette étude n'ont pas été reprises.