

# Projet : VULTER-BARONNIES

*Evolution de la vulnérabilité territoriale aux incendies de forêt dans le contexte du changement global dans les Baronnies Provençales*



## Avant-propos

*Le cadre général de ce projet est l'intégration de la problématique générée par l'augmentation du risque d'incendie de forêt dans le nord de la région provençale, en particulier la zone du Parc Naturel Régional des Baronnies provençales, dans le diagnostic de la vulnérabilité des territoires face à ce risque. La vulnérabilité du territoire étudié a été analysée via la résilience des territoires forestiers vis-à-vis du risque incendie et la recherche d'une gestion intégrée prenant en compte la vulnérabilité des écosystèmes forestiers et des territoires à ce risque.*

*Les résultats de ce projet devraient permettre de mieux intégrer et anticiper la problématique de l'augmentation de la fréquence des incendies de forêt, dans le contexte du changement global (changement climatique + changement de l'occupation du sol) dans la zone nord provençale, au sein des aménagements forestiers, des documents d'aménagement du territoire relatifs à la prévention des risques naturels, des Chartes Forestières de Territoire (CFT) et, au final, dans les futurs plans départementaux de DFCI (Défense des Forêts Contre l'Incendie) de cette zone.*

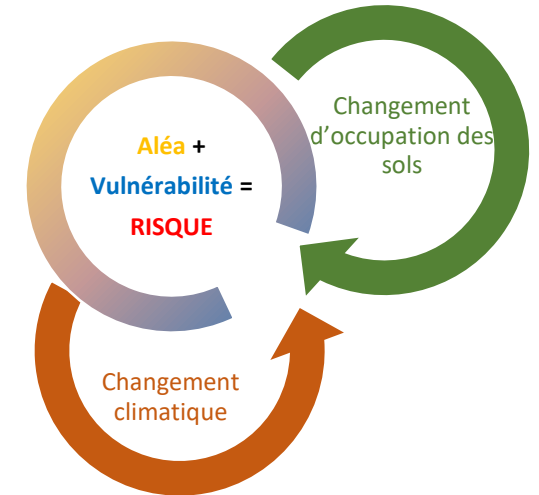
## Qu'est ce que le « Risque »?

- Le **risque incendie** c'est la combinaison de:

- **l'aléa** : quelle probabilité d'occurrence d'un feu et avec quelle intensité ?
- **La vulnérabilité** : quelles sont les conséquences si l'aléa se réalise ?
  - ✓ Quels sont les « enjeux » présents (les maisons, le réseau électrique, les usines, les voies de communication, etc. ) et quelle est leur « susceptibilité à être endommagés »
  - ✓ Quelle est leur niveau d'exposition si l'aléa se réalise
  - ✓ Quelle est la « valeur » des enjeux exposés : valeur économique, éthique (vies humaines), patrimoniale, environnementale, etc...

➔ Somme des vulnérabilité des enjeux d'un territoire = **Vulnérabilité territoriale**

*Les drivers du risque et de ses composantes*

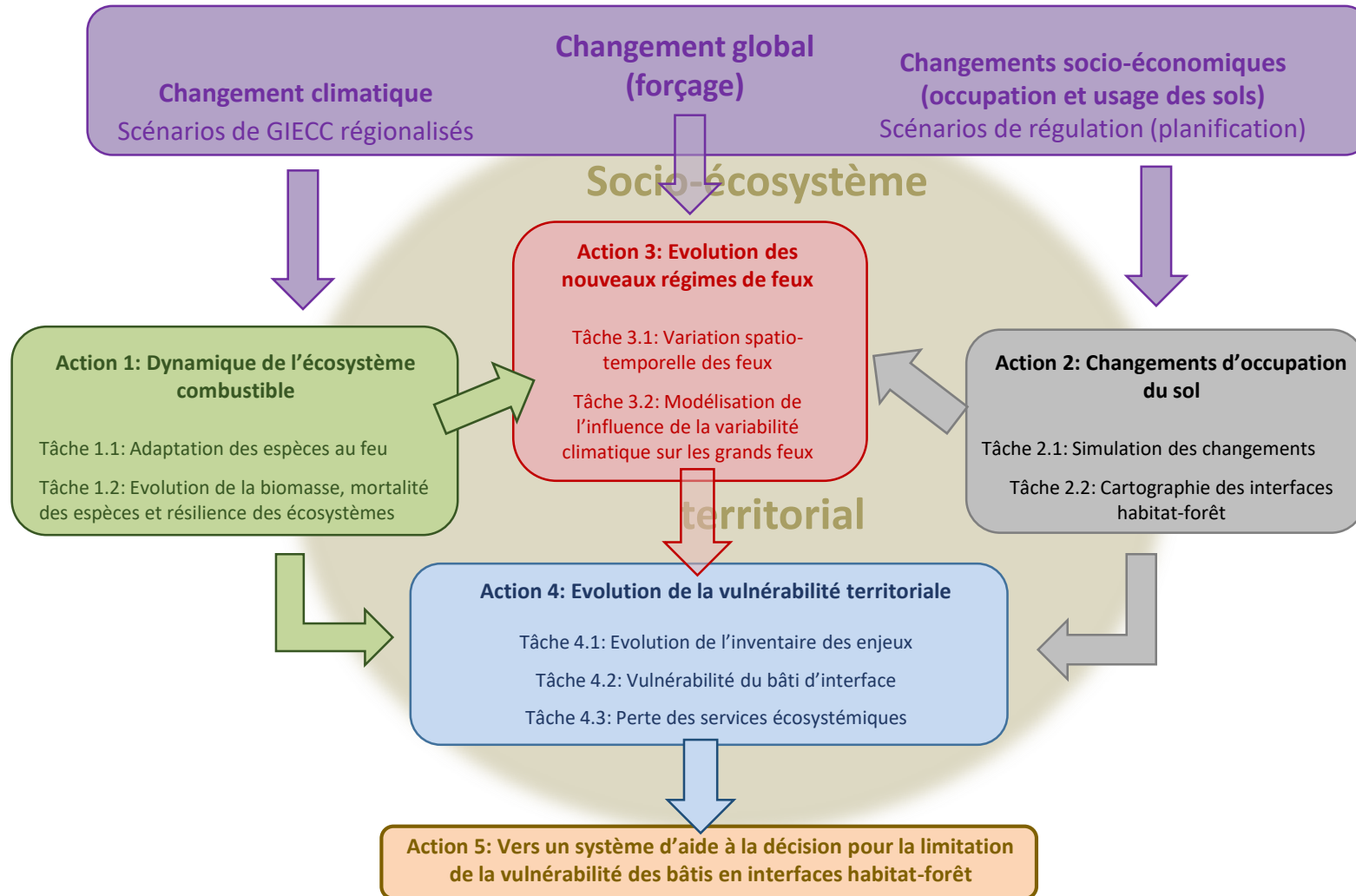


Augmentation/diminution **Aléa** et/ou **vulnérabilité** ➔ Augmentation/diminution **Risque**

# Vulnérabilité territoriale à l'incendie de forêt

=> interaction entre dynamique des écosystèmes combustibles et dynamique des enjeux naturels et anthropiques vulnérables, en particulier au niveau des interfaces entre habitations et forêt.

## Articulation du projet:



# Action 1: Dynamique de l'écosystème combustible

## Tâche 1.1: Adaptation des espèces au feu



Pin d'Alep: adaptation par **résilience après feu** => l'arbre ne survit pas au feu mais se régénère après feu



Pin sylvestre: adaptation par **résistance au feu** => l'arbre survit au feu



Comparaison de populations ayant subi ou pas des feux dans le passé



Traits d'adaptation au feu (morphologique, fonctionnels, chimiques)  
Mesures de:  
Inflammabilité  
Génétique

L'étude de l'impact des feux sur le pin d'Alep et le pin sylvestre a montré que ces deux espèces dominantes dans les Baronnies Provençales réagissaient de manière différente. Chez le pin sylvestre, espèce résistante au feu, aucune variation des traits liés au feu n'a été observée selon les différentes fréquences de feu étudiées alors que le taux de cônes sérotineux et l'absence d'élagage naturel du pin d'Alep répondaient à ces variations de fréquences d'incendies.

Ces résultats suggèrent que si le territoire des Baronnies Provençales subissait une augmentation de la fréquence des incendies liée au changement climatique, **les pins sylvestre, situés plus en altitude et au nord, seraient bien plus impactés par ce changement et le pin d'Alep serait un bon candidat pour le remplacer.**

Cône sérotineux (restant fermé jusqu'au passage d'un feu)  
Plus de feux => plus de cônes sérotineux => meilleure régénération post incendie



Elagage naturel : les espèces vont se débarrasser ou non des branches mortes situées le long du tronc:  
plus de feux=> moins d'élagage => transmission du feu en cime facilitée



Pin d'Alep



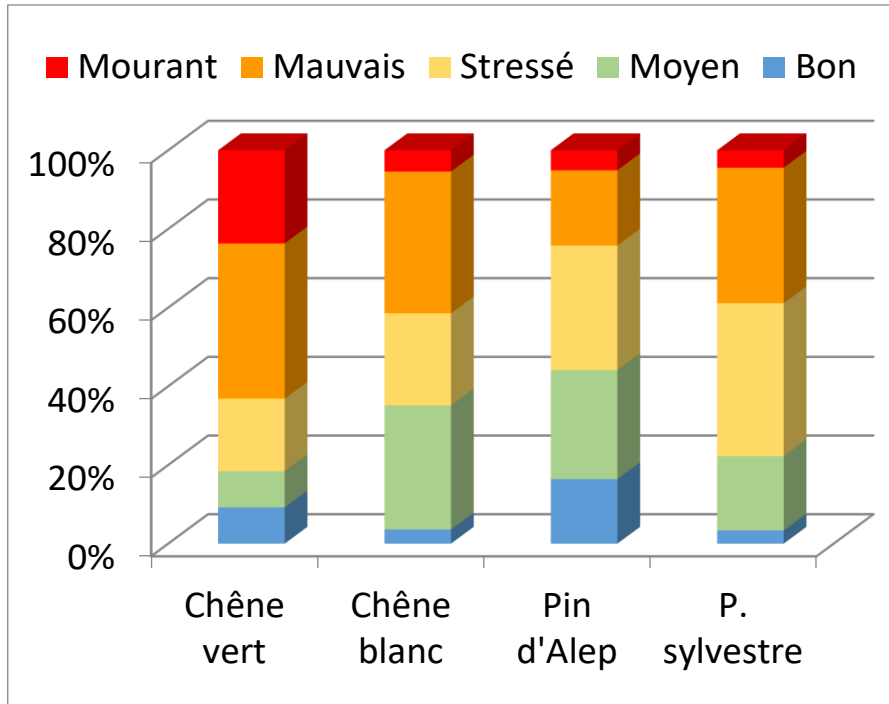
Pin sylvestre

# Action 1: Dynamique de l'écosystème combustible

## Tache 1.2 : Evolution de la biomasse, mortalité des espèces et résilience des écosystèmes

L'augmentation des températures et des sécheresses ces dernières années a entraîné **un dépérissement généralisé des forêts** sur le territoire des Baronnies Provençales marqué par une chute des feuilles et une mortalité des arbres, par exemple ici pour le pin sylvestre

Etat sanitaire des principales espèces du territoire des Baronnies provençales



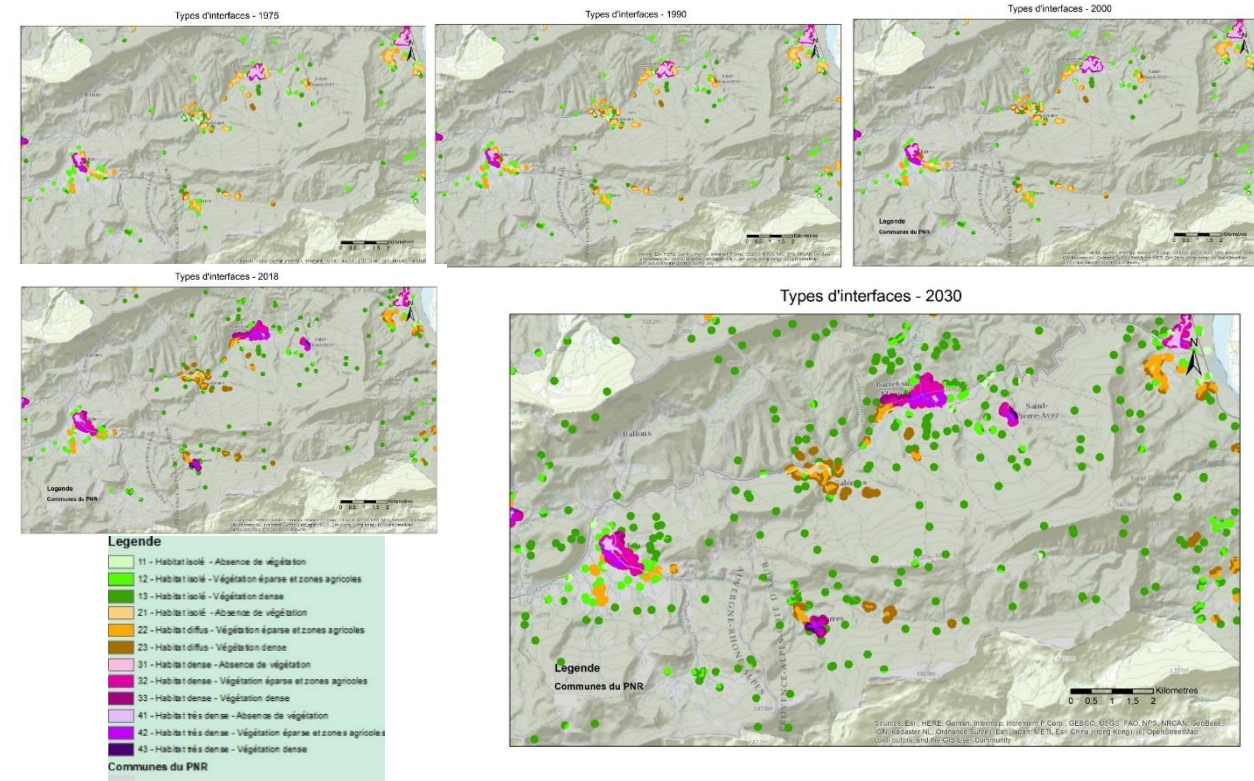
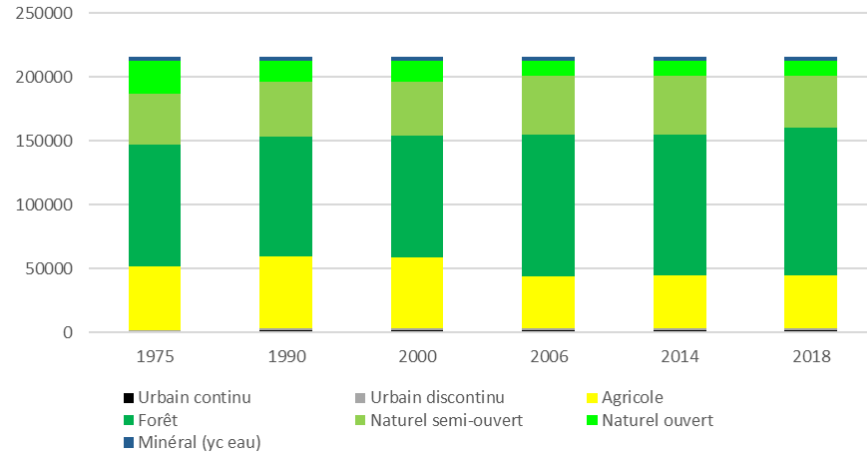
# Action 2: Changements d'occupation du sol

## Tâche 2.1 Mesure et simulation des changements d'occupation du sol

La tendance à la **fermeture des milieux anciennement pastoraux** se poursuit, mais **l'enfrichement d'espaces cultivés semble s'arrêter** voire même s'inverser alors que **l'urbanisation discontinue (interface habitat-forêt) progresse** même si les surfaces concernées restent encore marginales.

Y compris sur cette zone très rurale, l'espace concerné **par l'urbanisation discontinue** est important, surtout dans les fonds de vallée et autour des noyaux villageois et urbains. La densification de ces zones conduit à une **tendance modérée à l'artificialisation des territoires**

Evolution de l'occupation du sol entre 1975 et 2018



Les zones d'interface habitat-forêt évoluent en fonction i) de l'extension du bâti discontinu et ii) de la structure (continuité horizontale) du combustible => Ces deux tendances conduisent à **une extension des espaces d'interface**, les surfaces devenant significatives dès 2030

L'extension des zones d'interface conduit à une **extension des zones à risque** qui se cumule à l'effet du changement climatique

## Action 2: Changements d'occupation du sol

### Tâche 2.2 Evolution de la carte d'interfaces forêt-enjeux pour l'évaluation de la dynamique du risque global aléa-vulnérabilité

Le cumul de l'impact du climat + occupation du sol :

=> **augmentation de l'aléa** (climat et extension des interfaces habitat-forêt => augmentation de l'aléa d'ignition)

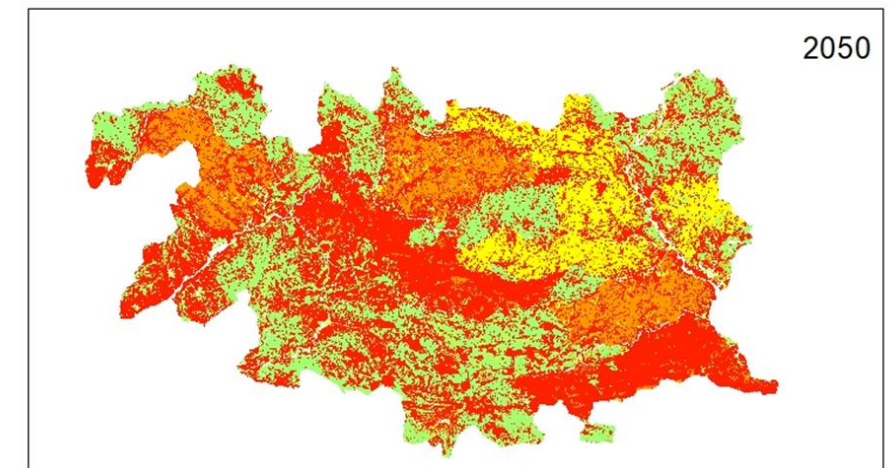
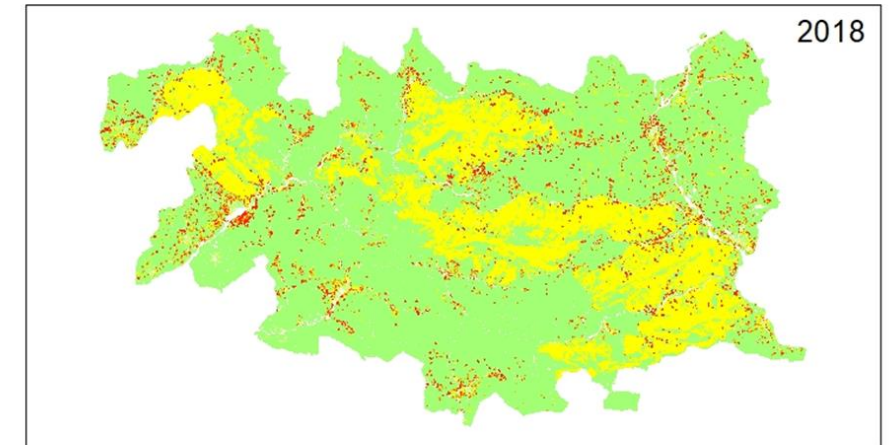
=> **augmentation des vulnérabilités** (locales et territoriale)

La fusion des *continua* :

- Aggravation du risque induit (importance des surfaces et des enjeux menacés)
- Aggravation du risque subi (importance des sources de danger menaçant les enjeux...)

Le cumul de ces éléments conduit à une perspective d'augmentation du risque très forte à terme

Evolution simulée de la carte du risque total (induit + subi) entre 2018 et 2050



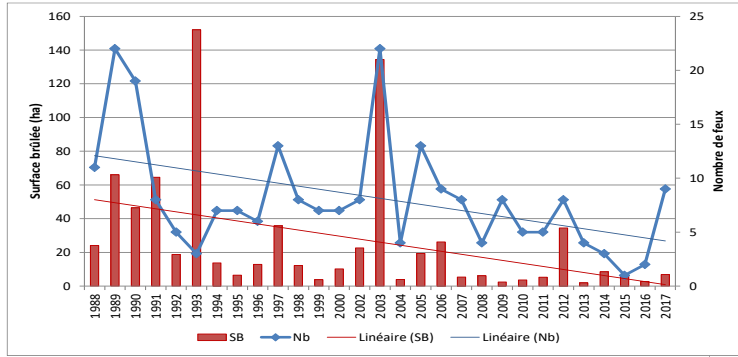


# Action 3: Evolution des nouveaux régimes de feux

## Tâche 3.1: Variation spatio-temporelle des feux

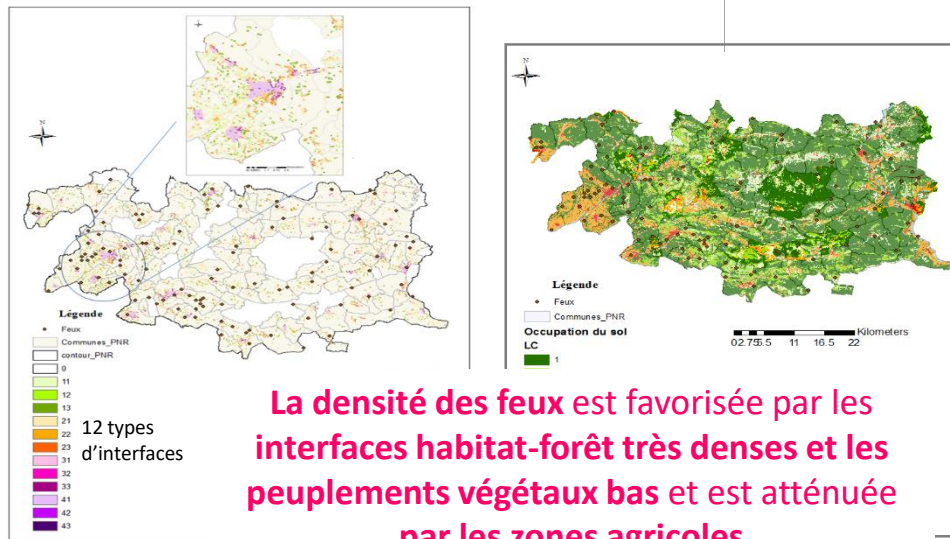
### Historique des feux dans les Baronnies Provençales (1988-2017)

Source: Prométhée



Tendance à la **diminution des feux et surfaces brûlées** => impact de la prévention et de la lutte  
 Pics ponctuels de feux => événements climatiques extrêmes

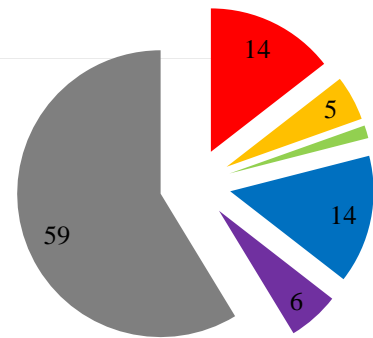
### Impact des variables socio-environnementales sur les feux



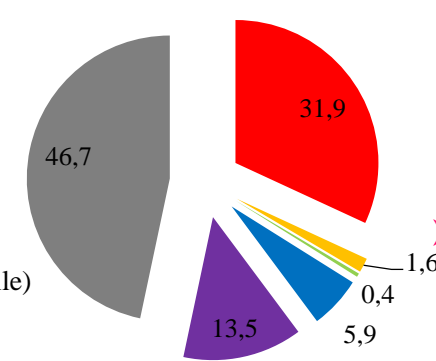
### Variation temporelle des causes de départ de feux

(Source: Prométhée)

#### Occurrence 1973-1996



#### Surface brûlée 1973-1996



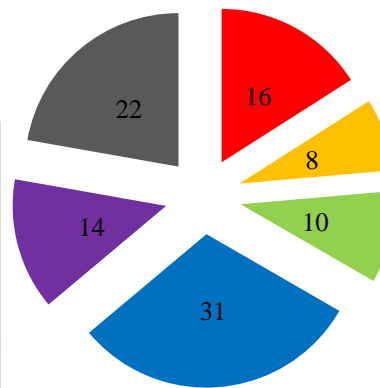
Liens entre causes de départ de feu et variables socio-environnementales

➤ Occurrence et surface brûlée par **négligence particuliers** et par **feux criminels** négativement reliées au type d'interface « isolée » (sauf concernant les loisirs où la tendance s'inverse et où la surface brûlée dépend des variables climatiques)

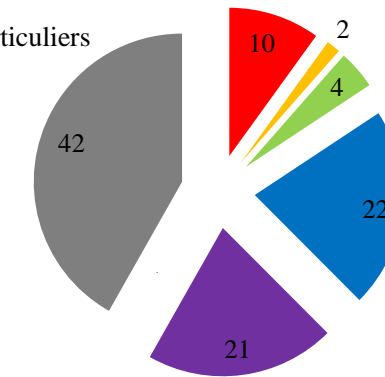
➤ Occurrence et surface brûlée par **négligence professionnels** dépendent des variables climatiques

➤ Occurrence des **feux de foudre** négativement reliées au type d'interface « isolée » et contrairement à leur surface brûlée

#### 1997-2017



#### 1997-2017



➔ Plus de gros feux criminels et dus à la négligence

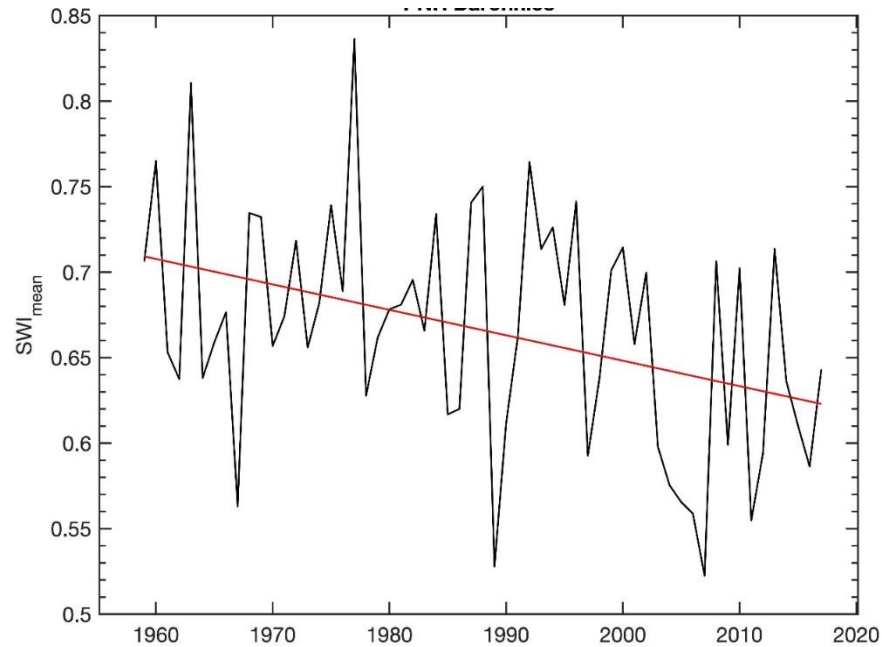


➔ Mieux sensibiliser les agriculteurs, forestiers, particuliers

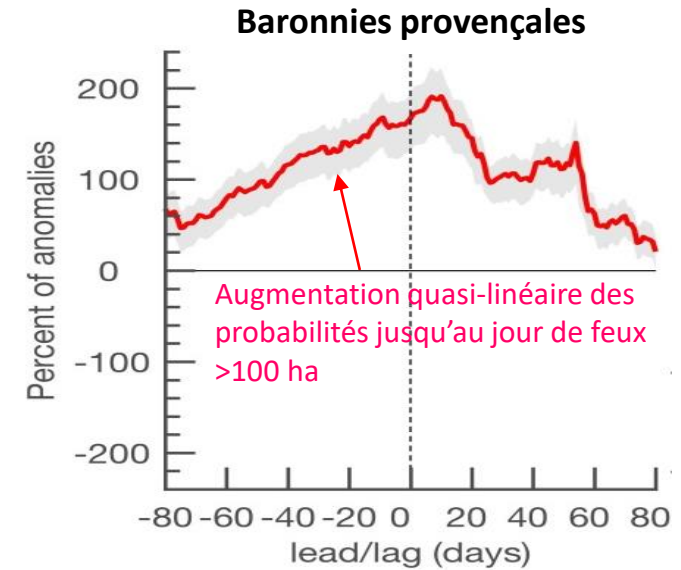
## Action 3: Evolution des nouveaux régimes de feux

### Tâche 3.2: Modélisation de l'influence de la variabilité climatique sur les grands feux

La modélisation montre que, parmi les variables climatiques, **l'indice reflétant le niveau d'humidité dans le sol disponible pour les plantes ainsi que l'indice reflétant le contenu en humidité des couches moyennes du sol et l'inflammabilité du combustible** sont les deux prédicteurs les mieux corrélés aux grands feux



**L'assèchement des sols (SWI) au cours du temps est associé à un assèchement de la végétation (le combustible) qui se traduit par une augmentation de l'inflammabilité des paysages.** Toute chose égale par ailleurs, l'augmentation de l'inflammabilité expose les territoires à un **risque incendie de plus en plus élevé.**



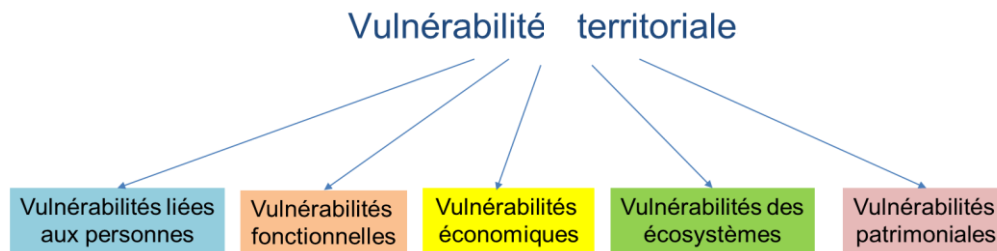
Modélisation de **l'influence de la variabilité climatique sur les grands feux (>100 ha)** sur les deux dernières décennies => Les probabilités simulées lors des jours de grands feux sont en moyenne 3 fois plus élevées que la normale, ce qui souligne le **rôle de la variabilité climatique dans les occurrences de grands feux, au-delà du simple cycle saisonnier**, sur le territoire des Baronnies provençales (principalement concernant les zones montagneuses)

# Action 4 : Evolution des vulnérabilités

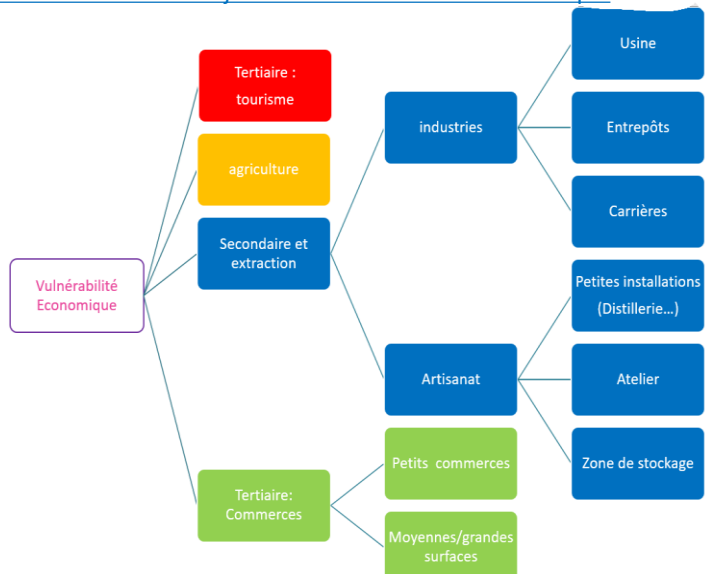
## Tâche 4.1 Dynamique de l'inventaire spatialisé des enjeux anthropiques d'interface

Evaluation de la vulnérabilité multi-enjeux (un enjeu peut être soumis à différentes vulnérabilités) => Indice de **vulnérabilité globale** (territoriale)

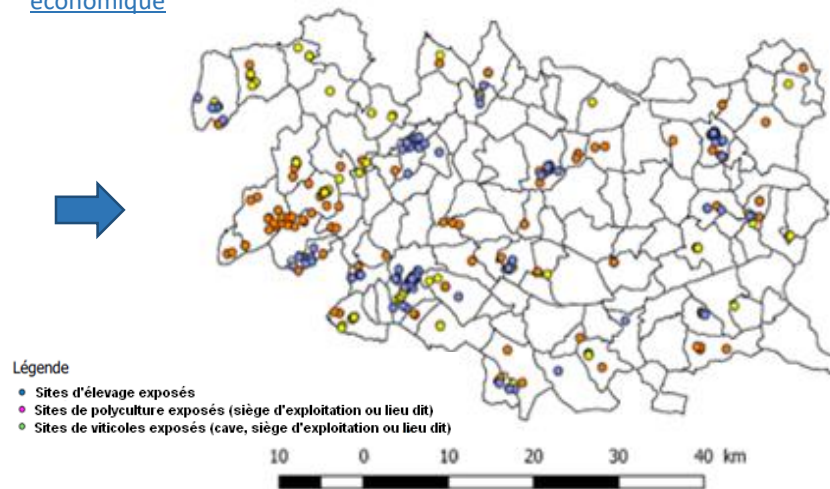
Indices spécifiques de vulnérabilité résultant de modèles multicritères :



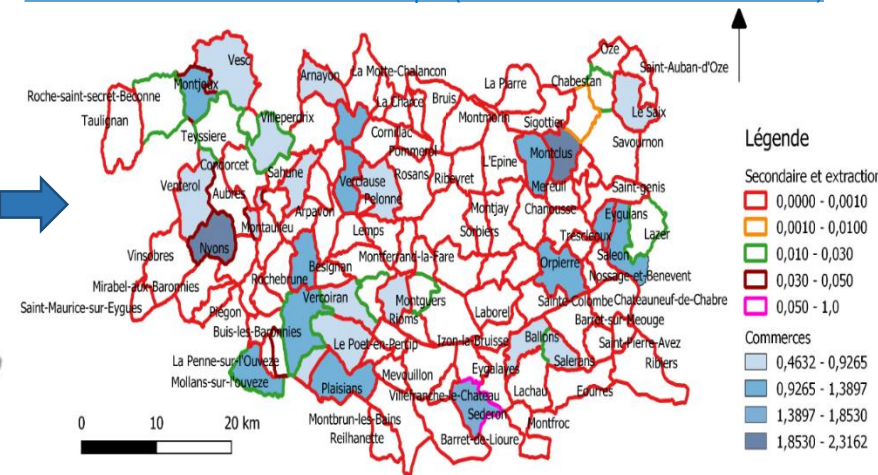
### Arborescence des enjeux de la vulnérabilité économique



### Éléments ponctuels du secteur agricole contribuant à la vulnérabilité économique



### Distribution par commune des niveaux de vulnérabilité spécifique à deux sous-critères de la vulnérabilité économique (commerce et secteur secondaire)



- La vulnérabilité territoriale est très liée au développement territorial
- Une hiérarchie des enjeux nécessite la recherche d'un consensus social

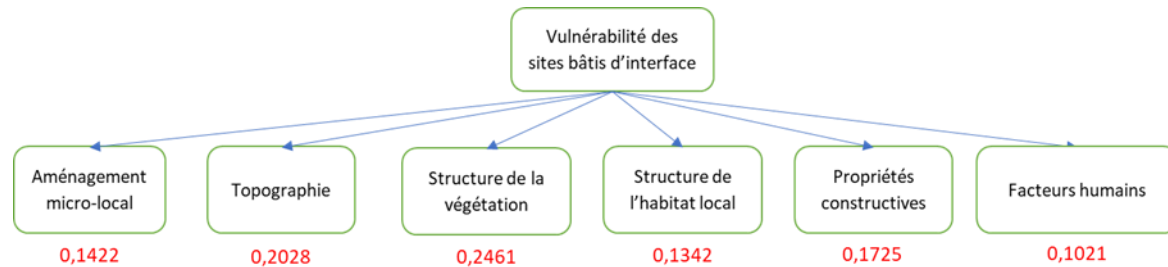


**Aide à la décision de priorisation des territoires sur lesquels intervenir afin d'en diminuer la vulnérabilité**

# Action 4 : Evolution des vulnérabilités

## Tâche 4.2 Dynamique des enjeux et évaluation de la vulnérabilité du bâti en interface habitat-forêt

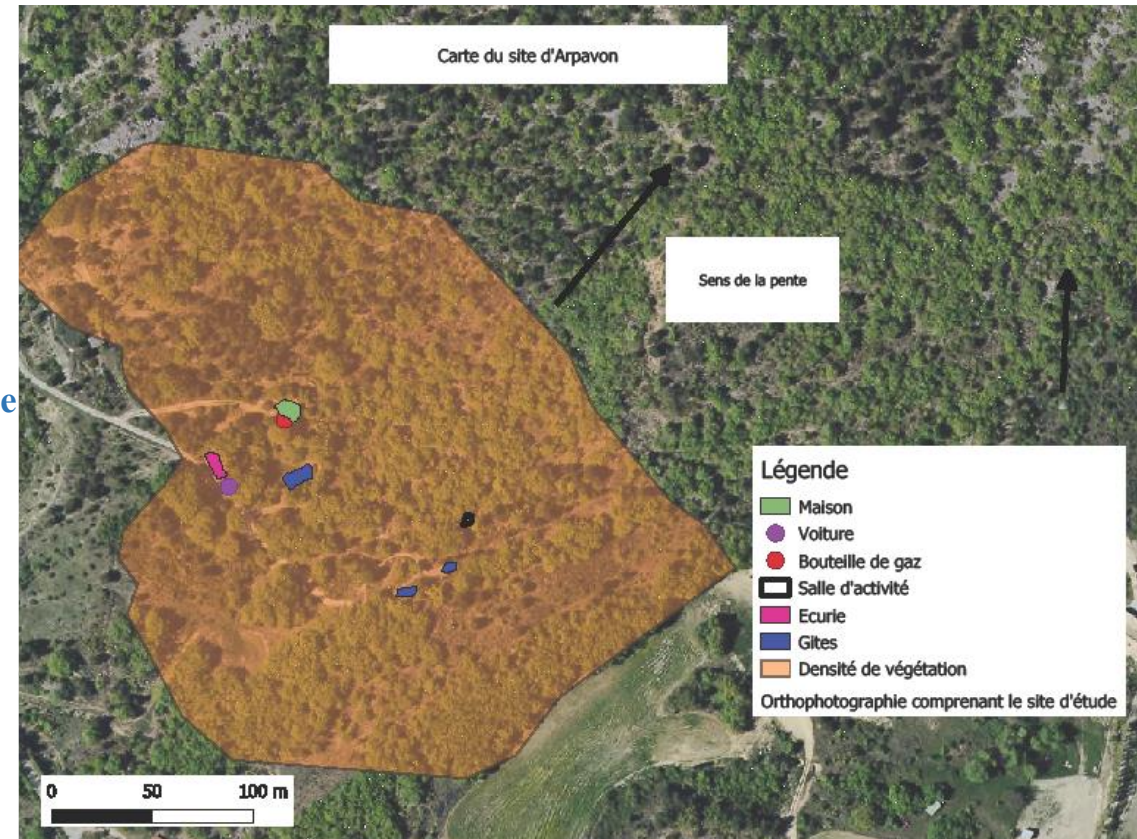
### Critères de vulnérabilité des sites bâtis d'interface et leurs poids respectifs



Plus l'indice globale de vulnérabilité est élevé plus la vulnérabilité du site sera importante

Des **situations de vulnérabilité extrême** existent en lien avec la faiblesse de l'aléa historique (territoire des Baronnies Provençales encore peu impacté par les feux), ainsi qu'avec la disparition progressive par **enfrichement des ceintures agricoles** autour de certains enjeux.

La faiblesse de l'aléa induit aussi une **sous-conscience du risque** de la part des populations, **renforçant notamment les critères de vulnérabilité humaine** (entretien des abords des bâtiments, modalités constructives, comportement en cas de danger).



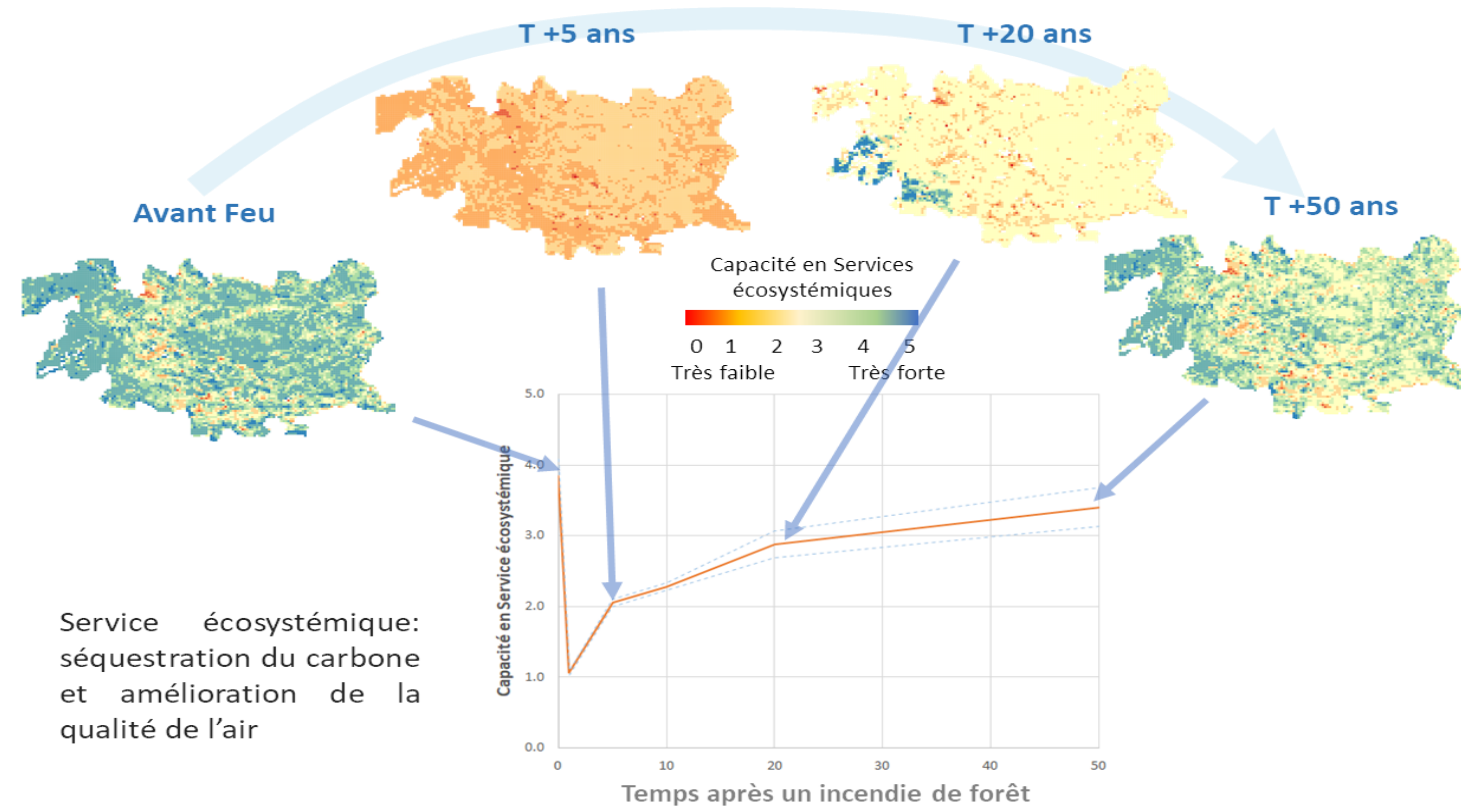
Exemple de diagnostic de vulnérabilité locale d'un site bâti

# Action 4 : Evolution des vulnérabilités

## Tache 4.3: Perte des services écosystémiques

**Service écosystémique** => bénéfique que les humains tirent des écosystèmes et de leur fonctionnement.

Des **services écosystémiques variés** au sein du PNR des Baronnies Provençales : le bois d'œuvre, la bois-combustible, les produits non-ligneux, le stockage de carbone, le contrôle de l'érosion et du ruissellement, les loisirs et valeurs culturelles, etc.



La **capacité en services écosystémiques**, qui est une mesure de la quantité d'un service que les écosystèmes peuvent produire, dépend de nombreux facteurs, notamment **la productivité, la biomasse et la diversité biologique**.

Un feu de forêt va altérer ces différents facteurs et réduire la capacité en services écosystémiques pour une durée qui va dépendre de l'intensité du feu, mais également de la vitesse à laquelle les facteurs écologiques qui le déterminent peuvent se restaurer. C'est ce que l'on appelle **la résilience**.

Sur le territoire des Baronnies Provençales, en étudiant 8 services écosystémiques différents, **le temps nécessaire pour la restauration de 80% de la capacité en services varie entre 1an et plus de 60 ans**. Cette restauration se fait à des vitesses différentes pour les différents écosystèmes du territoire.

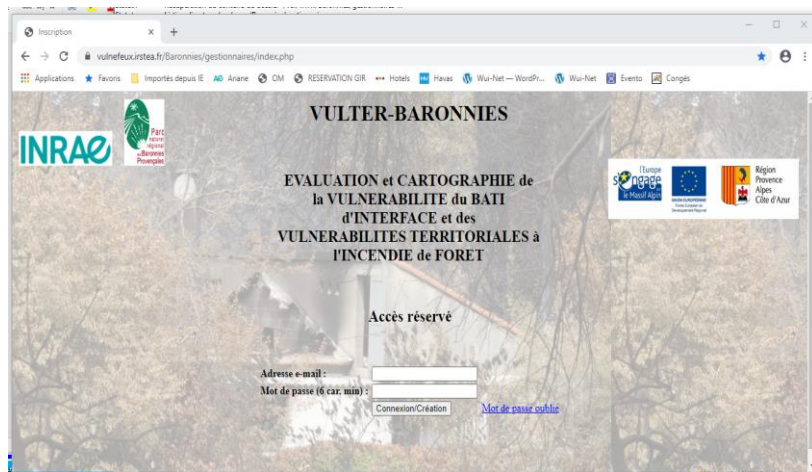
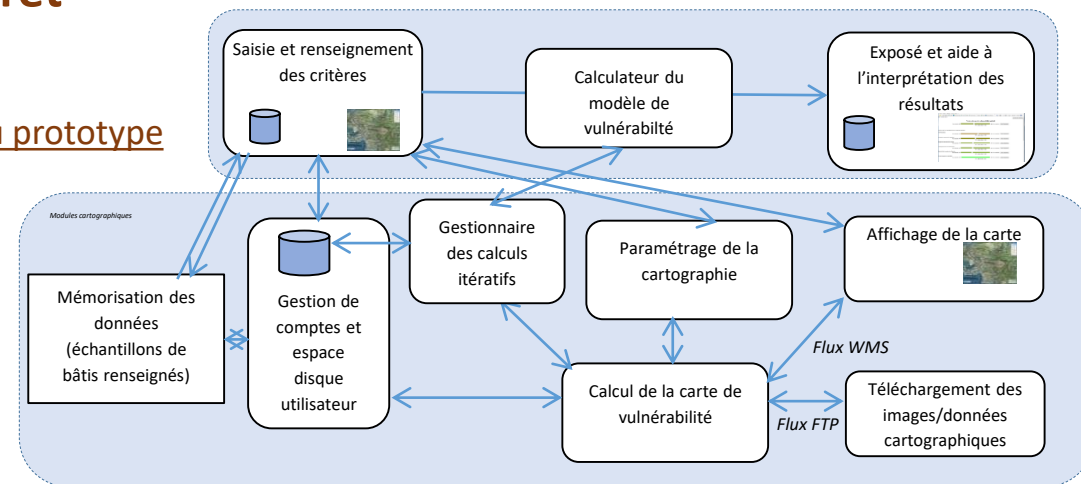
# Action 5: Vers un système d'aide à la décision pour la limitation de la vulnérabilité des bâtis en interface habitat-forêt

Un prototype de web service pour :

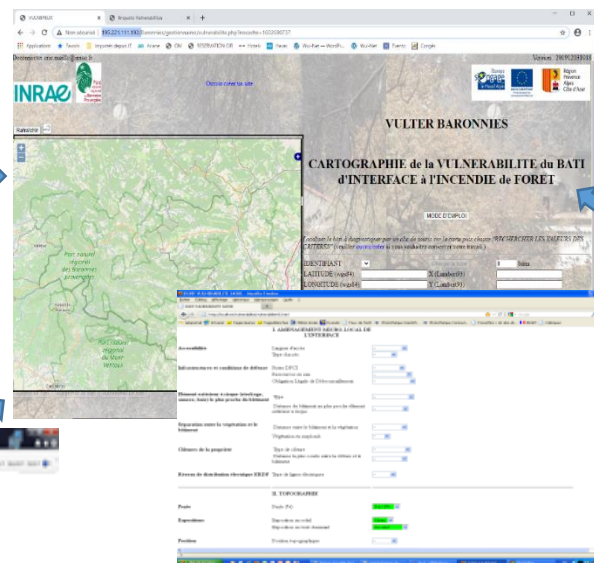
- l'auto-évaluation de la vulnérabilité du bâti,
- la cartographie anticipée du risque global et de ses composantes

<https://vulnefeux.irstea.fr/Baronnies/gestionnaires/index.php>

## Les modules du prototype



Page d'accueil



Page d'accueil :  
-carte interactive  
-saisie des critères  
-Saisie des bâtis à sauvegarder



Page de paramétrage de la cartographie



Page d'exposé des résultats de vulnérabilité des bâtis individualisés (indices)