Faune-PACA Publication n°74

Inventaires et suivis post-incendie sur le Plateau de Vitrolles.
Année I.

www.faune-paca.org
Le site des naturalistes de la région PACA

Mars 2018

Inventaires et suivis post-incendie sur le Plateau de Vitrolles. Année I.

Mots clés : Incendie, biodiversité, résilience, Plateau de Vitrolles, télédétection, garrigue, flore, oiseaux, reptiles, amphibiens, mammifères, insectes.

Auteurs : François Grimal, Nicolas Fuento, Aurélie Johanet.

Citation : GRIMAL F., FUENTO N., JOHANET A. (2018). Inventaires et suivis post-incendie sur le Plateau de Vitrolles. Année I. *Faune-PACA Publication n°74 : 84 pp.*

@ francois.grimal@lpo.fr

Résumé

Cette publication présente un suivi biodiversité complet effectué sur le Plateau de Vitrolles, commencé juste après le grand feu de Rognac-Vitrolles du 10 août 2016 et poursuivi durant un an. Partant d'un état initial déjà réalisé en 2013, cette étude a permis d'observer les effets de cet incendie sur la biodiversité à court terme, dans le contexte d'un massif littoral de la Basse-Provence calcaire.

La flore et la faune ont été étudiées, avec un complément d'analyse basé sur la télédétection par satellite. La plupart des espèces ont montré une résilience assez forte. Quelques groupes taxonomiques font exception, en particulier les oiseaux du genre *Sylvia*, et certains insectes (rhopalocères et orthoptères). L'auto-succession semble la règle pour le reste des taxons, ce qui rejoint de nombreuses analyses de la littérature, menées à plus long terme.

Sommaire

Table des matières

1. Introduction 4

1.1 Présentation de l'objet d'étude 4
1.2 Un secteur régulièrement impacté 5
1.3 Plan de la publication 6

2. Habitats et flore 7

2.1 Suivi par télédétection 7
2.2 Suivi de terrain 10
2.3 Résultats 12
2.4 Discussion 24

3. Faune 29

3.1 Introduction générale 29
3.2 Oiseaux 31
3.3 Reptiles 40
3.4 Amphibiens 47
3.5 Mammifères 58
3.6 Papillons de jour 62
3.7 Cigales 67
3.8 Bupreste de Crau 71
3.9 Orthoptères 74
3.10 Autres insectes 76

4. Conclusion 78

4.1 Bilan général 78
4.2 Quelle gestion post-incendie ? 80
4.3 Perspectives 82

Bibliographie 83

Remerciements

Nous tenons à remercier tous les naturalistes bénévoles qui ont contribué aux inventaires, notamment à travers les journées de prospection participatives. Leur nom est cité dans la partie Faune du présent document (tableau 4 p. 30).

Nous tenons également à remercier les observateurs bénévoles ayant mis à disposition leurs données sur la base de données en ligne de la LPO « Faune PACA » www.faune-paca.org.

Nous remercions les relecteurs de ce numéro : Fabrice Roda ainsi que Marion Fouchard pour la relecture du chapitre consacré aux papillons.

Ce travail est permis grâce à une collaboration avec la municipalité de Vitrolles à travers une convention pluriannuelle d'objectifs pour promouvoir la biodiversité sur le territoire vitrollais.

1. Introduction

1.1. Présentation de l'objet d'étude

L'après-midi du 10 août 2016, un énorme incendie parcourt plus de 2600 hectares entre Rognac et les Pennes-Mirabeau.

Ce jour-là, les fortes températures, la sécheresse prolongée depuis le mois de juin et des rafales de vent à plus de 90 km/h provoquent une fournaise incontrôlable et visible jusque de l'espace (figure 1 ci-dessous).

Figure 1 : l'incendie de Rognac/Vitrolles du 10 août 2016, vu de l'espace. © Oleg Skripochka.

La plupart des canadairs sont cloués au sol et plusieurs feux violents ont déjà éclaté dans la région. Ainsi, seule une baisse sensible du vent permet de maîtriser le feu aux portes de Marseille dans la soirée, **après qu'il ait parcouru la quasi-totalité du Plateau de Vitrolles.**

Cette publication présente les résultats d'une année de suivi sur ce plateau, effectuée juste après ce terrible incendie. L'étude concerne la faune mais aussi la flore : encore plus qu'à l'accoutumée, le lien entre habitats et habitants est primordial après un incendie.

La commune de Vitrolles fait l'objet de suivis réguliers depuis plusieurs années. **Un état initial assez complet existe donc, en particulier sur le Plateau (GRIMAL & JOHANET, 2013).**

Profitant de cela, une forte pression d'observation a été menée d'août 2016 à septembre 2017, avec un unique objectif : **observer comment la nature se comporte à court terme après un incendie.**

Ces observations ont en grande partie été menées à Vitrolles, avec quelques incursions sur Rognac et les Pennes-Mirabeau. La zone précise correspond au contour de feu principal (hors sautes), elle est illustrée sur la figure 2 ci-dessous. Ce secteur appartient en partie à une Zone de Protection Spéciale au titre de la Directive Oiseau (ZPS de l'Arbois) et à une Zone d'Intérêt Floristique et Faunistique (ZNIEFF Massif de l'Arbois).

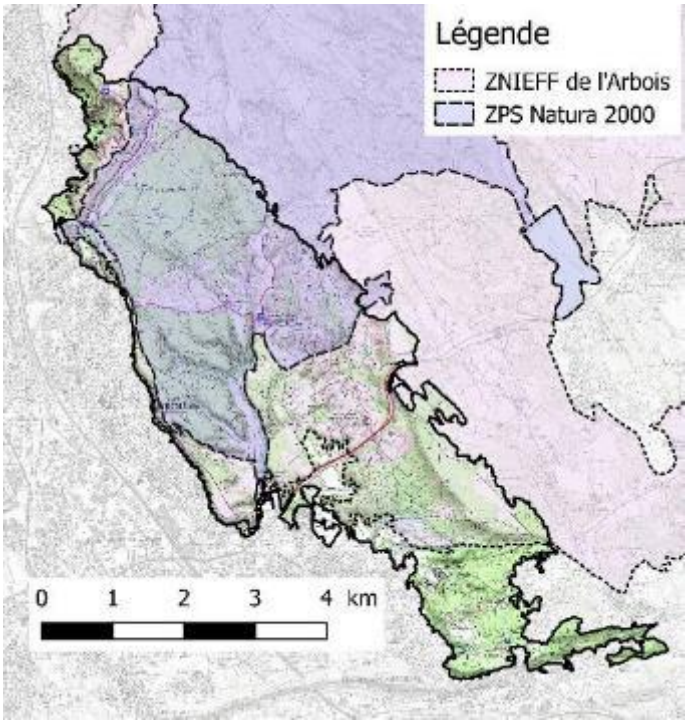


Figure 2 : secteur d'étude et périmètres réglementaires associés.

1.2. Un secteur régulièrement impacté

A Rognac et Vitrolles, l'incendie de 2004 était encore dans la mémoire collective avant la venue de celui de 2016. Cet incendie avait détruit de belles pinèdes dans des secteurs à fort usage social, traumatisant une partie de la population. La figure 3 ci-dessous illustre ce phénomène. En réalité, le feu parcourt très régulièrement le Plateau de Vitrolles, jusqu'à 4 fois en moins de 50 ans. De graves incendies ont lieu en 1972, 1982, 2004 puis 2016. Ils sont illustrés sur la carte ci-dessous, sur la figure 4.

Malgré cette fréquence élevée du passage des flammes, la biodiversité du Plateau est riche, aussi bien au niveau de la flore que de la faune (GRIMAL & JOHANET, 2013). L'incendie de 2016 peut-il avoir changé cela ? **La fréquence de retour très élevée (seulement 12 ans entre deux grands feux) peut-elle avoir eu un impact supplémentaire ?**

Figure 3 : secteur proche de Vieux Village de Vitrolles en 1998 et 2014. Le feu de 2004 a détruit de belles pinèdes matures, très appréciées par les usagers du site. Celles-ci commençaient à se régénérer en 2016.

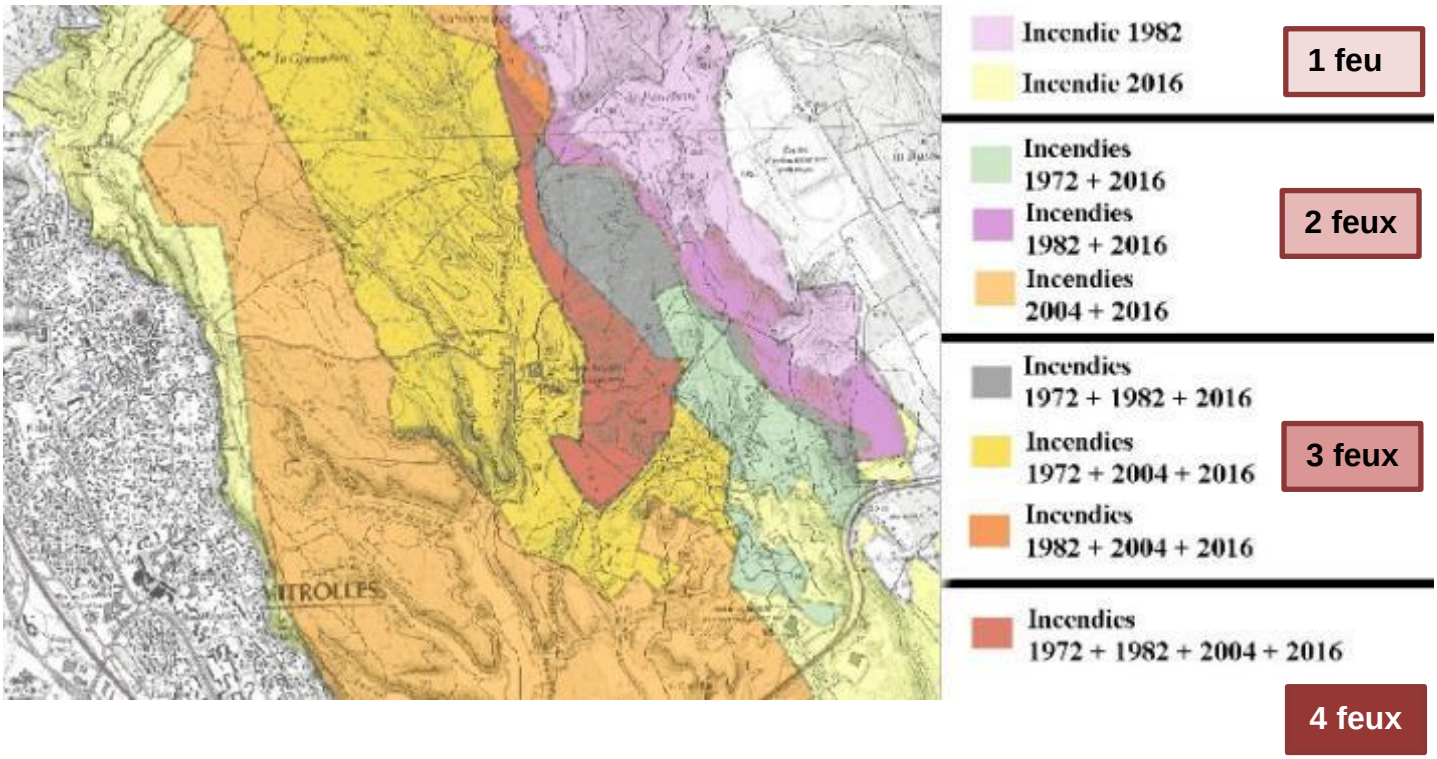


Figure 4 : cartographie des incendies du Plateau de Vitrolles entre 1970 et 2017.

1.3. Plan de la publication

Après cette introduction, **la deuxième partie de cette publication présentera le suivi effectué en termes de flore et d'habitat.** Ce suivi combine travail de terrain et utilisation de télédétection via l'imagerie satellite. Il permet d'obtenir certains résultats utilisés dans la partie suivante.

La troisième partie de cette publication présentera le suivi effectué sur la faune, à la fois vertébrés et invertébrés. Les oiseaux, les reptiles, les amphibiens ; les papillons de jour, les cigales, le Bupestre de Crau et les orthoptères font l'objet de suivis quantitatifs. Les mammifères et les odonates font l'objet de suivis qualitatifs.

La dernière partie permettra de conclure sur l'ensemble des résultats obtenus, de réfléchir à leur conséquence en termes de gestion et enfin de penser aux perspectives pour les années 2018 et 2019.

2. Habitats et flore

2.1. Suivi par télédétection

2.1.1. Principe

Un suivi par télédétection, pré-incendie et post-incendie, a été effectué à l'aide des données fournies par le satellite Sentinel 2-A, lancé par l'Agence Spatiale Européenne le 23 juin 2015, dédiée à l'observation de la Terre à pas de temps court (quelques jours) et dont les images sont fournies gratuitement. Son capteur « MSI » permet une observation multi-spectrale de la réflectance de la zone d'étude, de manière très régulière, à une échelle décamétrique (voir ESA, 2015)

Les bandes spectrales utiles pour visualiser l'évolution des sols et de la végétation sont les bandes B2, B3, B4 (lumière visible) ; B8 (proche infrarouge « IR »), B11 et B12 (infrarouge courtes ondes). On peut voir le détail dans le tableau 1 ci-dessous :

Tableau 1 : Détail des bandes spectrales du capteur MSI de Sentinel 2-A

Bande	Longueur d'onde centrale	Type	Résolution spatiale
2	490 nm	Bleu	10 m
3	560 nm	Vert	10 m
4	665 nm	Rouge	10 m
8	842 nm	IR proche	10 m
11	1610 nm	IR courtes ondes	20 m
12	2190 nm	IR courtes ondes	20 m

Ces bandes constituent un bon outil pour différencier la végétation, le sol nu et le sol brûlé comme on peut le voir dans la figure 5 ci-dessous.

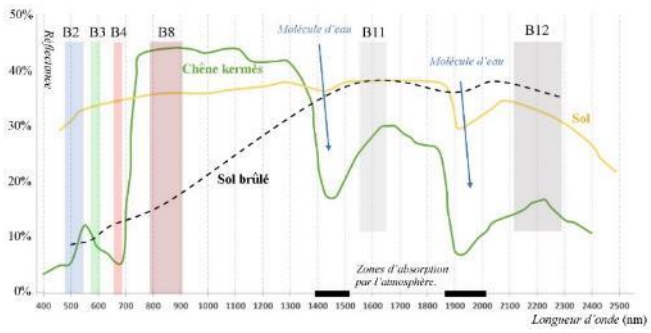


Figure 5 : interaction entre les bandes spectrales, l'atmosphère et le sol.

Sentinel 2-A prend des images de la zone d'étude en moyenne tous les 10 jours. Parmi ce choix important d'images, on se limite aux dates où la zone ne souffre que d'une couverture nuageuse nulle à très réduite, pour pouvoir exploiter les bandes. Cela peut restreindre fortement le choix lors des périodes à la météo instable, comme le printemps ou l'automne. Au final nous avons retenu les dates suivantes, données sur la figure 6 ci-dessous.

Figure 6 : calendrier des images de télédétection exploitées pour l'étude.

Cet échantillon permet un suivi interannuel entre 2016 et 2017, avec au maximum 15 jours de différence entre les dates (par exemple 25 avril 2106 et 10, 20 avril 2017). Cela permet de limiter les biais saisonniers.
Les images sont téléchargées sur le site du pôle Theïa, au niveau de production 2-A et nous utilisons la version « FRE » des bandes. (https://theia.cnes.fr/atdistrib/rocket/#/search?collection=SENTINEL2).

Par rapport aux images brutes du capteur MSI, ces images ont subi les corrections suivantes :

- Normalisation de la réflectance.
- Corrections géométriques des images et projection cartographique dans le système UTM/WGS (zone 31N pour notre étude).
- Correction des effets d'atmosphère haute.
- Correction des effets d'atmosphère basse.
- Correction des effets d'ombrage dus au relief.

Aucune de ces corrections n'est parfaite mais elles assurent une précision et une standardisation des images suffisante dans le cadre fixé.

2.1.2. Usage direct des bandes

On peut réaliser une visualisation directe des bandes en niveau de gris, ou une visualisation d'une composition de trois bandes en image RVB (rouge, vert, bleu en synthèse additive). Dans les deux cas cela permet d'observer qualitativement des phénomènes liés à l'incendie. La figure 7 montre quatre exemples de telles visualisations, trois jours après l'incendie du 10 août. La bande B8 et l'image

en fausses couleurs donnent le meilleur contraste sur le pourtour de la zone incendiée.

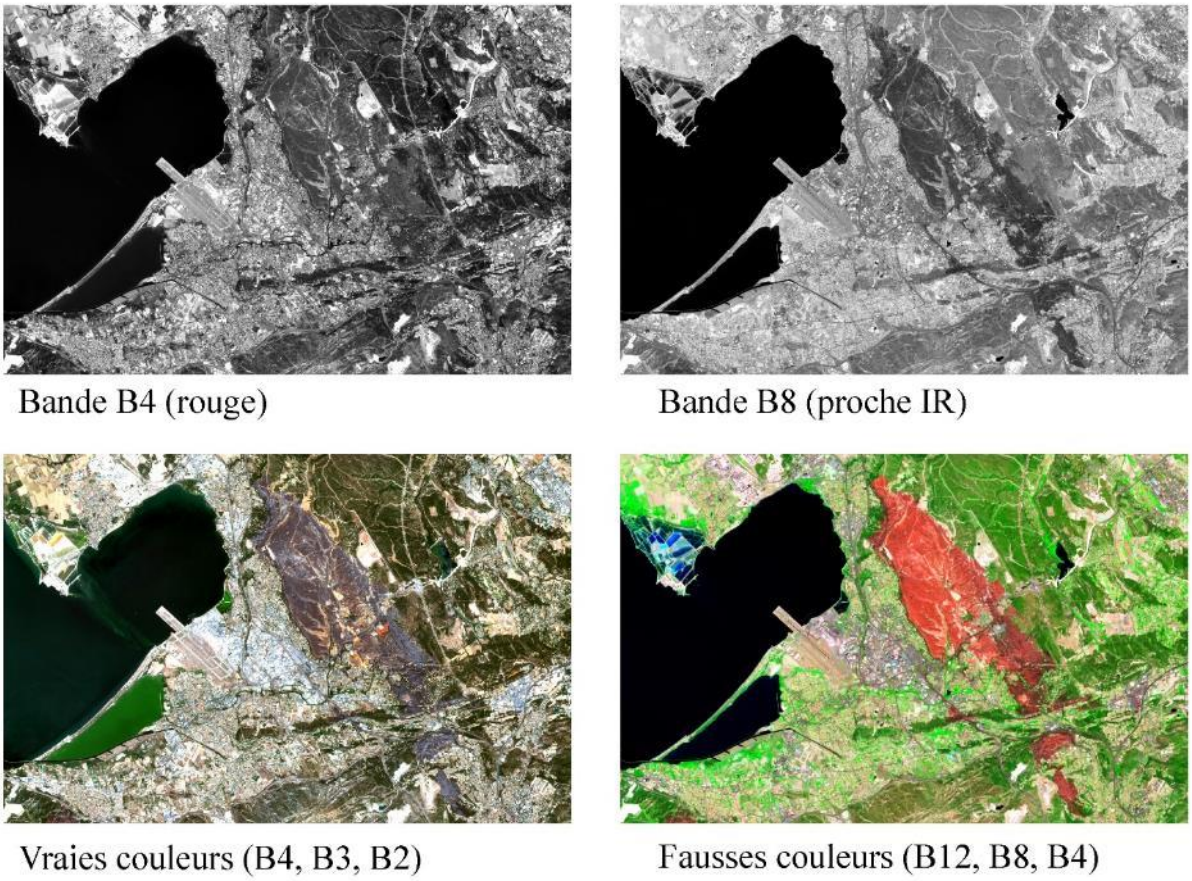


Figure 7 : différentes visualisations des bandes spectrales dans le secteur de la zone d'étude. Images du 13 août 2016. © Données Copernicus (2017).

Un suivi « visuel » de la reconquête du sol par l'humidité et la végétation est réalisé en observant les combinaisons B4, B3, B2 et B12, B8, B4 à plusieurs dates pendant l'année d'étude.

2.1.3.Indices de végétation

Pour assurer un suivi temporel plus quantitatif, **des indices de végétations et de sévérité sont calculés à l'aide des bandes brutes** (MILLER & KAYLE, 2015). Nous utilisons les deux indices les plus courants, **l'indice de végétation par différence normalisé (« Normalized Difference Vegetation Index », NDVI) et l'indice de brûlure (« Normalized Burn Ratio », NBR).**

Ces deux indices, basés sur des quotients, permettent de gommer en grande partie les biais temporels qui pourraient apparaître avec les bandes brutes (effets atmosphériques résiduels, différences d'éclairement…). Dans notre étude, nous utilisons leur version basée sur une échelle de 1000 points (commode et assez courante dans la littérature).

L'indice de végétation par différence normalisé se calcule avec la formule suivante :

$$NDVI = 1000\frac{(B8 - B4)}{(B8 + B4)}$$

Il caractérise bien la différence entre sol végétalisé et sol nul. Une zone avec une très forte végétation aura un index entre 800 et 1000 points, avec un effet de saturation qui ne permet pas de différencier facilement les matorrals de la forêt. Les sols nus ont un index proche de 200 points, les sols brûlés un index encore légèrement inférieur.

L'indice de brûlure se calcule avec la formule suivante :

$$NBR = 1000\frac{(B8 - B12)}{(B8 + B12)}$$

Il est plus sensible à l'humidité que l'indice précédent. Une zone avec une très forte végétation aura un indice dépassant les 600 points lors des périodes humides. Les sols nus ont un indice proche de zéro, les sols très secs ou brûlés un indice négatif. **C'est l'indice le plus utilisé pour le suivi des zones incendiées**.

Pour le calcul de l'indice de brûlure et afin de rendre tous les indices homogènes, la bande B12 (20m de résolution) est rééchantillonnée préalablement à une résolution de 10 m, en utilisant l'algorithme de Lanzcos.

À titre d'exemple, la figure 8 présente ces deux indices vus en niveau de gris, peu de temps après l'incendie du 10 août**. Pour le NDVI, le contraste est meilleur dans les zones végétalisées. Pour le NBR, il est meilleur dans les zones brûlées.**

À partir de l'indice de brûlure, on peut calculer deux autres indices dynamiques, basés sur des différences temporelles, pour estimer la sévérité de l'incendie et son évolution.

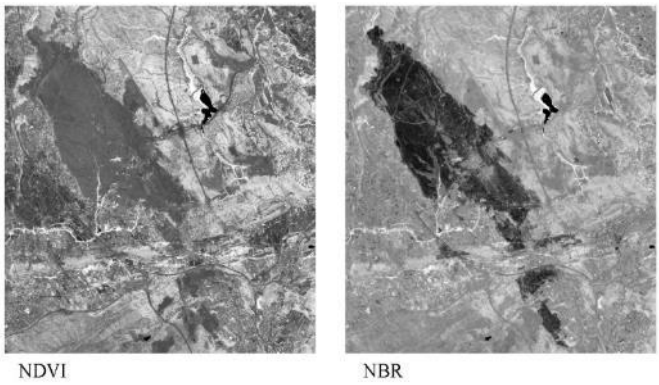


Figure 8 : indices de végétations calculés dans la zone d'étude, le 13 août 2016.

2.1.4. Sévérité immédiate

L'indice de brûlure différentiel se calcule par la différence :

$$dNBR = NBR_{pré-incendie} - NBR_{post-incendie}$$

Il faut choisir des dates les plus rapprochées possible du jour de l'incendie. Pour l'incendie du 10 août 2016, il a été choisi des images du 3 août pour calculer l'indice pré-incendie et du 13 août pour calculer l'indice post-incendie (triangles noirs sur la figure 6 vue précédemment).

Le $dNBR$ est fortement corrélé à la sévérité immédiate de l'incendie, c'est-à-dire la façon dont les flammes ont altéré la végétation et le sol à court terme. On peut donner une première échelle, basée sur les nombreuses études réalisées en Amérique du Nord sur la base de l'imagerie des satellites Landsat (KEY & BENSON, 1999).

Tableau 2 : niveaux de sévérité établie par l'UGCS.

$dNBR$ (base 1000)	Sévérité immédiate
Jusqu'à 100	**Non brûlé**
101 à 250	Sévérité faible
251 à 660	Sévérité modérée
Plus de 660	Sévérité Forte

Le niveau 100 est généralement retenu comme un seuil pour calculer les limites de la zone incendiée et donc la surface effective du feu. Pour cela on transforme les valeurs du $dNBR$ (couche « raster ») en des lignes de niveau (couche vectorielle), puis on sélectionne les lignes de niveau 100 pour fixer la frontière brûlé-non brûlé. La figure 9 illustre ce procédé.

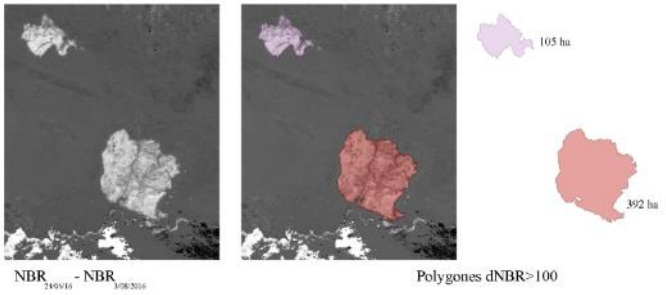


Figure 9 : Visualisation du $dNBR$ massif de la Nerthe pour l'été 2016. On observe deux feux importants, dont on peut déterminer le contour et la surface. Contiennent des données Copernicus (2017).

Les niveaux de sévérité théoriques sont confrontés aux dégâts observés sur le terrain.

Il est postulé une relation directe entre sévérité immédiate et intensité du feu, une valeur élevée de $dNBR$ signifie une plus forte pénétration de la chaleur dans le sol et des dégâts potentiels plus importants concernant la faune.

2.1.5. Sévérité résiduelle

L'indice relatif de brûlure se calcule avec la formule suivante (MILLER & KAYLE, 2015) :

$$RdNBR = \frac{NBR_{pré-incendie} - NBR_{post-incendie}}{\sqrt{\frac{|NBR_{pré-incendie}|}{1000}}}$$

Pour évaluer la sévérité résiduelle du feu, il est déterminé après une saison complète de repousse. Pour notre étude nous avons choisi une date de **pré-incendie au 3 août 2016** et une **date post-incendie au 29 juillet 2017** pour l'indice final (triangles noirs sur la figure 6 vue précédemment).

Le seuil de 500 points est en général une première limite pour affirmer que le milieu est durablement affecté. Mais les seuils précis dépendent du type de végétation : **une calibration menée sur le terrain est donc nécessaire de déterminer ces seuils pour notre étude.**

Elle est complémentée par une observation de la végétation pré-incendie sur la base de photographies haute résolution du terrain, datées du 24 mars 2016 (© *2017 Google Earth*).

2.2. Suivi de terrain

2.2.1. Calendrier de terrain

Le suivi de terrain représente 56 sorties de prospection, réparties sur l'ensemble de la durée de l'étude. Ces visites ont duré de 30 minutes à une journée, avec en moyenne un effort de deux à trois heures. L'effort a été réparti sur trois domaines : le diagnostic de la sévérité immédiate (de fin août 2016 à début novembre 2016), le suivi de la résilience de la flore (de mi-septembre 2016 à fin août 2017), le diagnostic de la sévérité résiduelle (à partir de juin 2017). Cet effort est illustré sur le calendrier de la figure 10 ci-dessous.

2.2.2. Sévérité immédiate

Réalisé dans les semaines suivant l'incendie, à partir du 23 août, ce suivi a pour but d'évaluer les dégâts à court terme subits par la végétation et le sol. Il est relié au suivi par télédétection et des photographies géolocalisées sont prises pour confronter l'impression visuelle avec les valeurs de l'indice de brûlure différentiel. Plusieurs sites sont ainsi visités, mais aucun échantillonnage aléatoire n'est utilisé, pour des raisons logistiques.

La figure 11 ci-après illustre le principe de ce couplage entre terrain et télédétection. Cette confrontation permet d'établir une échelle des dégâts adaptée au contexte local (basse Provence calcaire).

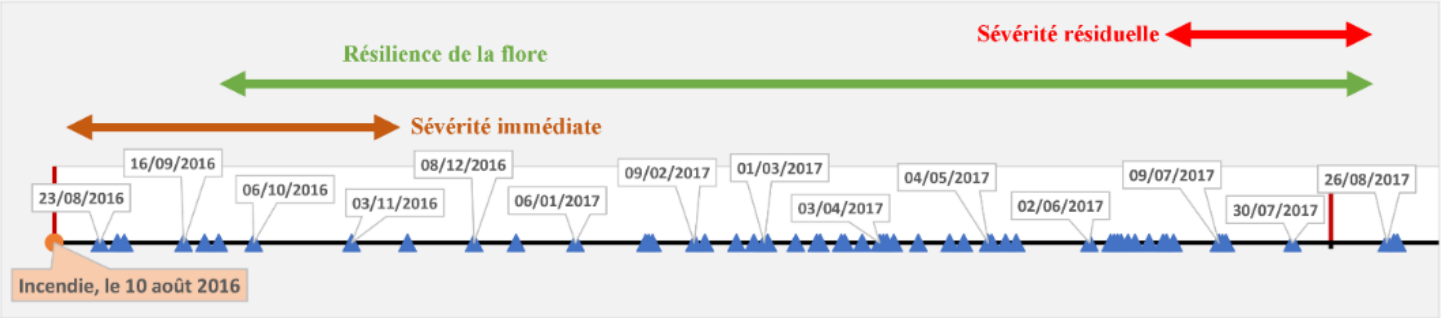


Figure 11 : confrontation entre photographie de terrain et cartographie des indices de brûlure différentiels, exprimés en niveaux de orange. Prise de vue le 30 août 2016, près du « Parc Magenta ». Photographie © F. Grimal. Contient des données Copernicus (2017). Fond de carte © IGN.

2.2.3. Résilience de la flore

La végétation commence à repousser dès les premières semaines post-incendie. Cette repousse est documentée à partir de photographies afin d'établir un calendrier général de la résilience et de déterminer quelles espèces se maintiennent ou se développent (via le rejet de souche, le bulbe ou la germination) et quelles espèces opportunistes apparaissent (germination des banques de graines).

Seules les espèces les plus courantes et les espèces patrimoniales sont ainsi inventoriées. Il n'est pas mis en place un suivi quantitatif avec des placettes, mais les observations sont confrontées qualitativement aux travaux existant concernant la garrigue (TRABAUD, 1996) : richesse en espèces, taille des buissons, recouvrement du sol.

Un soin particulier est donné à estimer l'évolution de l'habitat pour la faune.

2.2.4. Sévérité résiduelle

La sévérité résiduelle s'estime après une saison complète de repousse, à partir du mois de juin. Pour l'estimer, il faut analyser l'importance des changements dans la végétation : recouvrement, taille, absence d'une espèce présente avant l'incendie…
Le suivi le plus important concerne les arbustes et les arbres. On peut distinguer cinq niveaux de dégâts résiduels : 1/arbre intact, 2/arbre partiellement reverdi-reparti, 3/arbre desséché entièrement, 4/arbre brûlé entièrement, 5/tronc. La figure 12 ci-après illustre ces différents niveaux.

Pour les niveaux 2 et 3, il n'est pas toujours possible de trancher sur la mort de l'arbre. Les pins reverdis peuvent mourir les années suivantes s'ils sont secs, les feuillus desséchés peuvent éventuellement survivre avec un apport plus important de pluie.

Ce travail de terrain est confronté à la télédétection : niveaux d'indice relatif de brûlure ($RdnBR$) pour les dégâts et indices de végétation ($NDVI$ et NBR) pour la repousse de végétation. Ces niveaux donnent des moyennes spatiales sur 10 m, qui sont comparées aux images de terrain.

Figure 12 : illustration des différents niveaux de dégâts résiduels, images datant du 28 août 2017. Photographies © F. Grimal.

2.3. Résultats

2.3.1. Effets immédiats de l'incendie

L'indice différentiel de brûlure permet d'observer facilement le périmètre du feu du 10 août. L'emprise de l'incendie atteint les 3000 ha, **mais si on considère les niveaux d'indice supérieurs à 100 points comme zone effectivement brûlée, on obtient une superficie de 2600 ha environ.**

Les sautes de feux, dues au vent violent et atteignant parfois plusieurs centaines de mètres, apportent une certaine complexité à l'enveloppe de la zone brûlée. Pour simplifier la suite, **nous n'étudierons que la partie principale, hors sautes, qui représente 2400 ha dont 2200 réellement impactés.** Tout cela est résumé sur la figure 13 ci-dessous.

La comparaison entre la télédétection et les images de terrain permet d'établir une échelle simplifiée des dégâts et une cartographie associée. Elles sont illustrées sur la figure 14 ci-après

Le niveau de sévérité dépend de la masse végétale brûlée et donc à la fois des densités végétales présentes et de l'intensité du feu. Par exemple, une pelouse brûlée entièrement correspond à un niveau plus faible (modérée) qu'une pinède roussie (fort) ! Les figures 15 à 20 (ci-après) illustrent quelques exemples de niveaux de sévérité (photographies © F. Grimal).

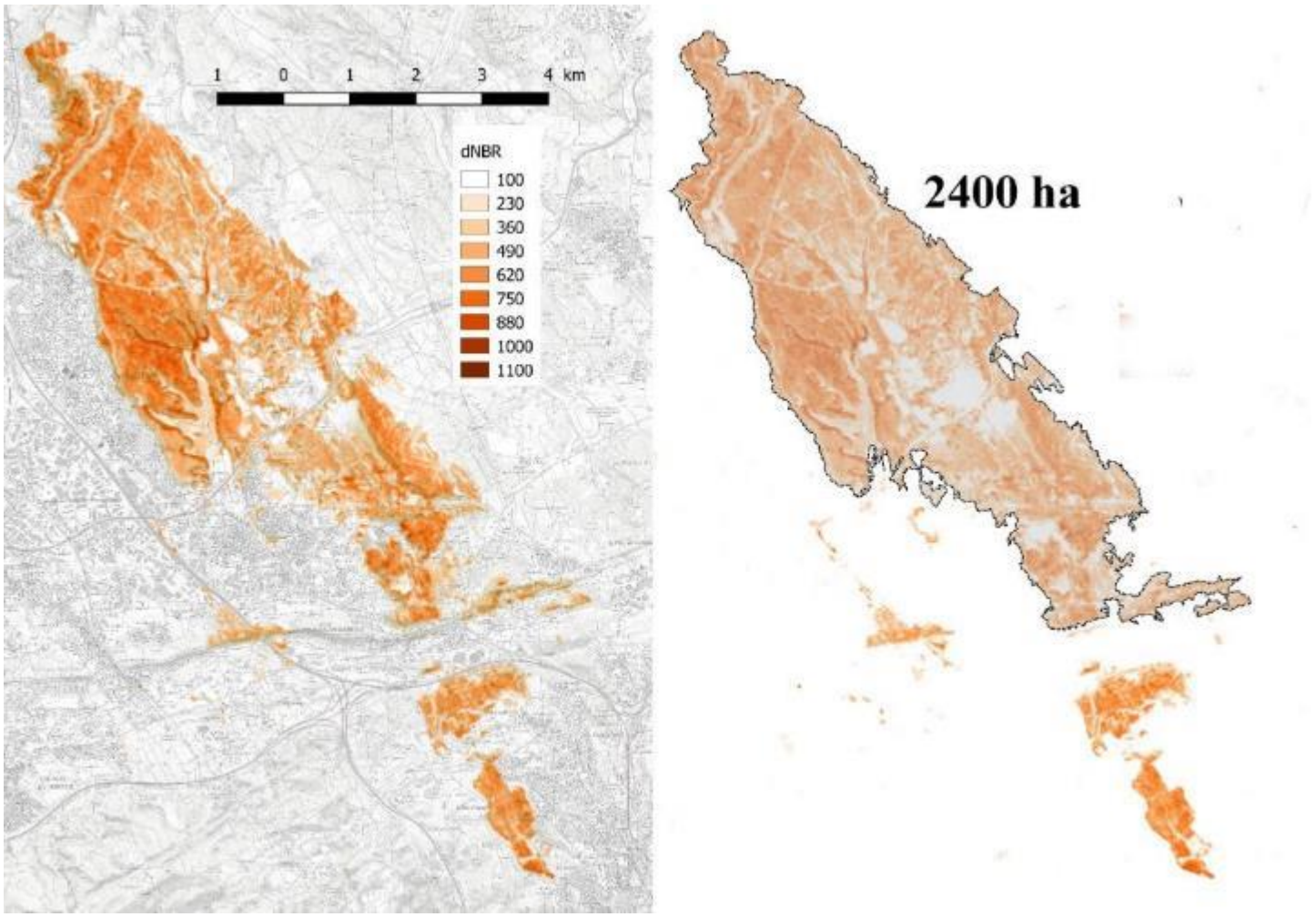


Figure 13 : sévérité immédiate de l'incendie du 10 août 2016, exprimée en niveaux d'orange. Choix d'un périmètre d'étude continu de 2400 hectares. Contient des données Copernicus (2017). Fond de carte © IGN.

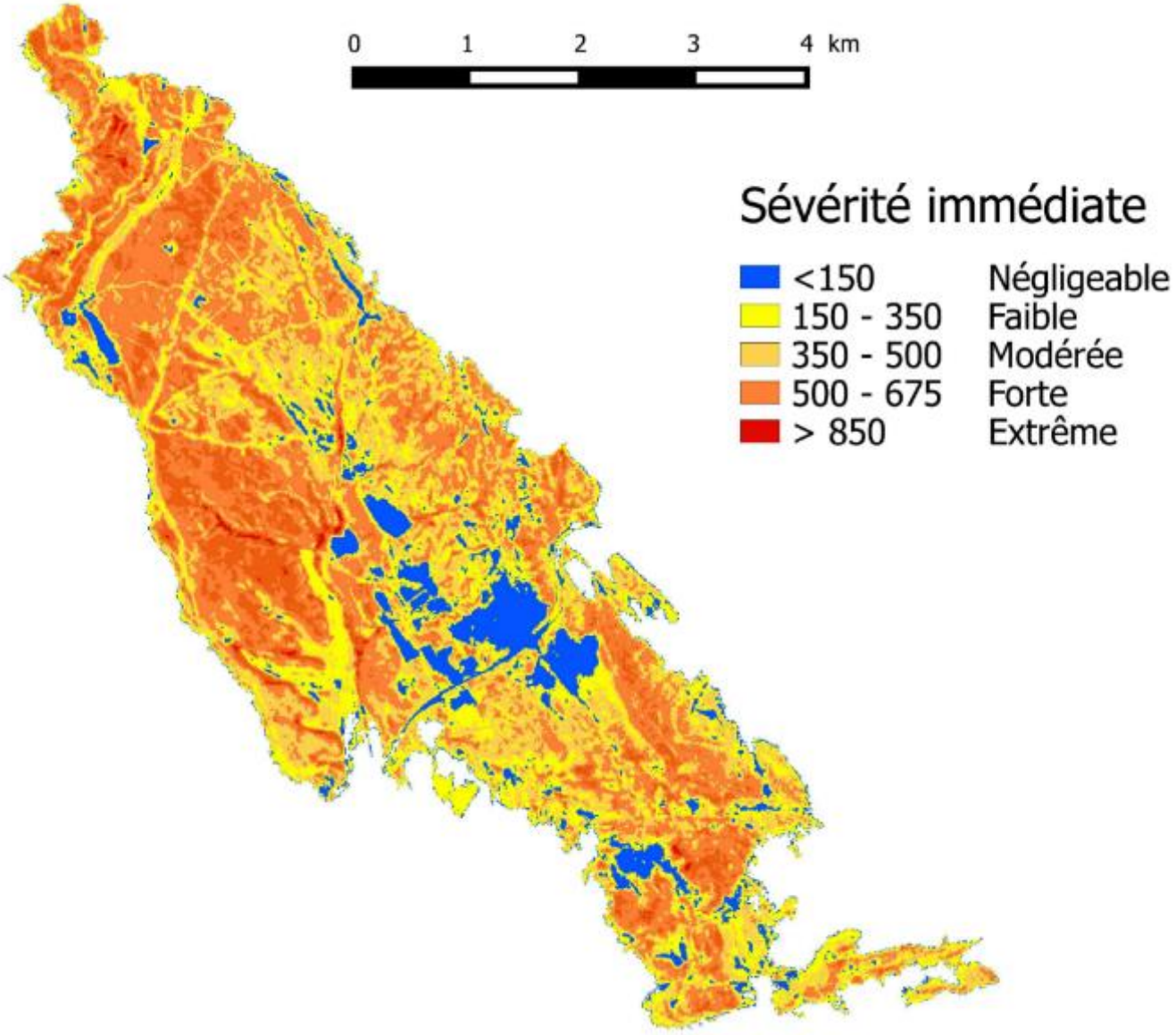


Figure 14 : sévérité immédiate exprimée en niveaux d'indice différentiel de brûlure, cartographie associée. Contient des données Copernicus (2017).

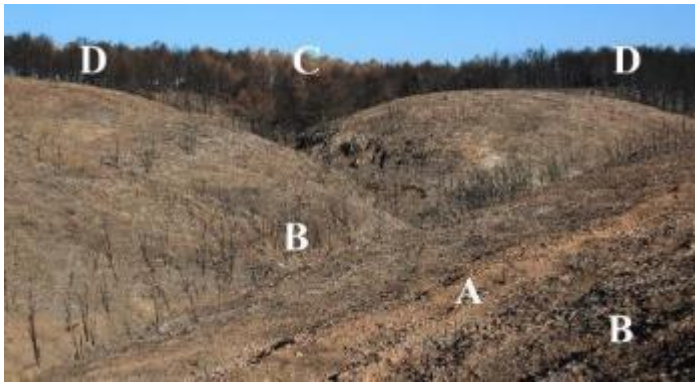


Figure 15 : A, zone moins végétalisée, niveau modéré. B, zone plus végétalisée et fond de vallon, niveau fort. C, pinède dense et fortement roussie par la chaleur, niveau fort. D, pinède dense et complètement brûlée, niveau très fort.

Figure 16 : Pinèdes différemment affectées par le feu ; A, niveau fort ; B, niveau négligeable ; C, niveau modéré. Le niveau dépend de la densité végétale autant que de dégâts.

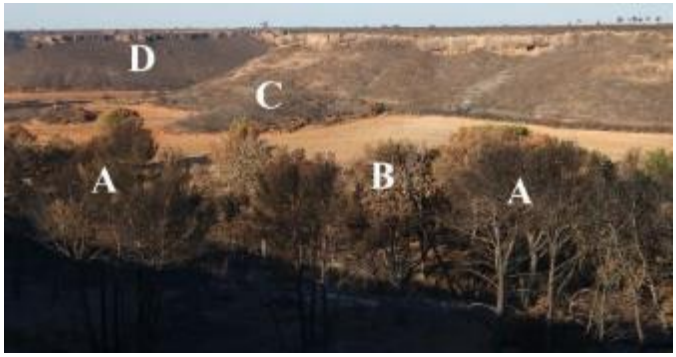


Figure 17 : A, vieux pins complètement brûlés, niveau très fort ; B, chênes roussis, niveau fort ; C, garrigue brûlée, niveau fort ; D : garrigue dense brulée, niveau très fort.

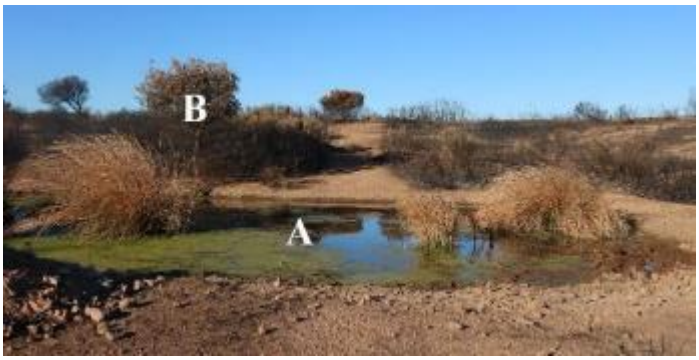


Figure 18 : A, point d'eau avec des joncs roussis, niveau modéré. B, chêne roussi, niveau fort.

Figure 19 : en avant plan les peupliers sont détruits (niveau très fort), en arrière-plan ils sont roussis (niveau fort).

Figure 20 : végétation desséchée par la chaleur, niveau faible.

On peut réaliser une statistique des surfaces atteintes par les différentes sévérités, comme dans la figure 21 ci-après.

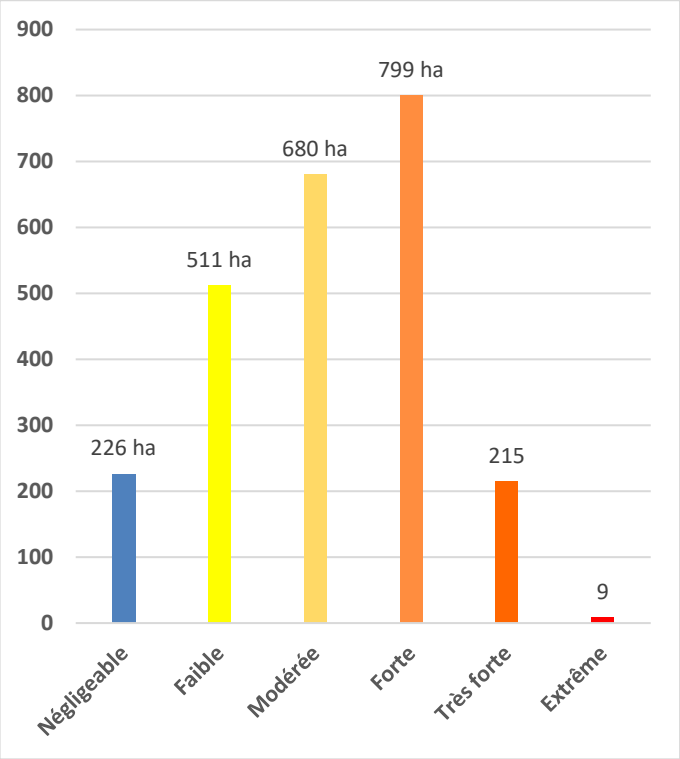


Figure 21 : surface touchée par les différents niveaux de sévérité, données en hectares. Contient des données Copernicus (2017).

La cartographie montre (en bleu et jaune) des zones quasi-intactes ou peu impactées : parties traitées en DFCI, parties pâturées, zones habitées défendues par les pompiers, 737 hectares en tout.

Cependant, près de 1700 hectares (soit environ 70 % de la surface étudiée) correspondent à des niveaux de sévérité importants (modéré à extrême), ce qui montre un incendie très violent, conforme aux conditions extrêmes du 10 août (vent à plus de 80 km/h, humidité de l'air très faible, chaleur, sécheresse aiguë de la végétation) et qui a touché des zones fortement végétalisées (garrigues fermées, fonds de vallon, pinèdes, ripisylves).

Cette cartographie pourra servir de base dans l'étude de la faune, afin d'identifier les secteurs les plus touchés en termes de chaleur du sol.

2.3.2.Le retour de la végétation.

La végétation méditerranéenne est adaptée aux incendies fréquents et de nombreuses plantes y survivent (TRABUD, 1996). Le suivi régulier de terrain a permis d'observer ce retour sur une échelle quasi-hebdomadaire, permettant de compléter ou d'illustrer les travaux botaniques menés sur les garrigues de sols calcaires.

Trois stratégies ont été observées :

- Survie de l'individu par la partie souterraine de l'appareil végétatif.
- Survie de l'espèce par la banque de graines (dans le sol ou en l'air).
- Conquête de nouveaux espaces par la banque de graines (dans le sol, par transport éolien ou animal).

La stratégie la plus rapide est le rejet par un organe souterrain (souche, rhizome…). Dès les premières visites, treize jours après l'incendie, des rejets de joncs (*Juncus sp.)* ont été observés (voir figure 22 ci-dessous).

Figure 22 : joncs (*Juncus sp*.) qui repoussent de leur rhizome, qui ont survécu à la chaleur. Le 23 août 2016, soit 13 jours après l'incendie ! Photographie © F. Grimal.

Dès les premières pluies de septembre, d'autres espèces ont suivi, parmi les plus adaptées au feu. Ces espèces sont toutes des arbustes ou des arbres méditerranéens. Le tableau 3 ci-après présente l'ensemble de ces observations. La figure 23 en donne trois exemples.

Tableau 3 : plantes à rejets précoces, classées par ordre d'observation. Les arbustes les plus importants pour la reconstitution du couvert végétal sont surlignés en vert.

Espèce	Date de première observation	Type biologique (Raunkier)	Remarque
Jonc indéterminé	23/08/16	Géophyte	Dans un vallon humide mais très impacté.
Inule visqueuse	16/09/16	Hémicryptophyte	Plante visible en fin d'été habituellement.
Filaire à feuilles étroites	16/09/16	Phanérophyte	Repousse vigoureuse.
Figuier	16/09/16	Phanérophyte	A la source de la Cadière.
Fougère aigle	22/09/16	Géophyte	Vallon humide.
Chêne kermès	22/09/16	Phanérophyte	Repousse vigoureuse et généralisée sur sol compact.
Chêne vert / Chêne blanc	22/09/16	Phanérophyte	Sur sol profond.
Asperge à feuilles aigües	22/09/16	Chaméphyte	Repousse vigoureuse en « sous-bois ».
Daphné garou	22/09/16	Phanérophyte	Repousse vigoureuse. Fruits observés en été 2017.
Canne de Provence	22/09/16	Hémicryptophyte	Dans un vallon humide.

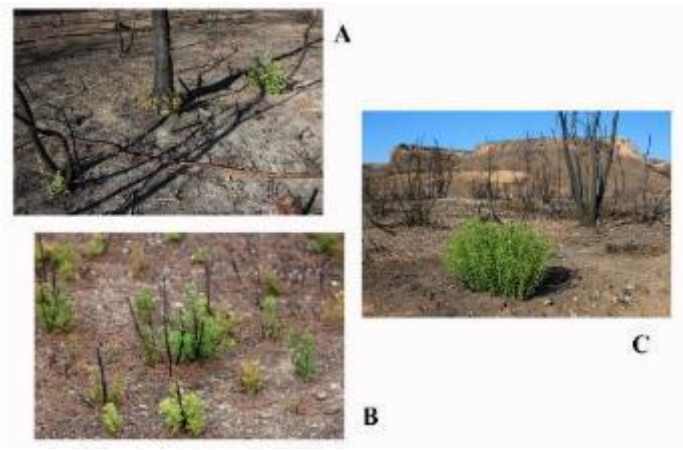


Figure 23 : plantes à rejets précoces. A, Chêne vert et Chêne pubescent. B, Chêne kermès. C, Daphné garou. Photographiées en septembre 2016, © F. Grimal.

Après les pluies d'automne, d'autres plantes vivaces réapparaissent progressivement, soit par une stratégie de rejet, soir par germination des graines, parfois très fortes (plantes pyrophytes). Cette poussée végétale commence en février mais elle prend plus d'ampleur au printemps, à partir d'avril. Le tableau 4 fournit une liste simplifiée de ces espèces, avec les espèces les plus importantes. Les figures 24, 25 et 26 illustrent quelques plantes du tableau.

Espèce ou famille	Stratégie de survie	Fructification en 2017	Remarque
Brachypodes	Rejet	Oui	Rameux en sol dur/ de Phénicie en sol profond.
Cistacées	Graines	Oui, pour les hélianthèmes et fumanas.	Très abondant par endroit.
Genévrier cade	Rejet	Non	Au printemps.
Bruyère multiflore	Rejet	Non	Au printemps.
Globulaire buissonnante	Rejet et graines	Oui	Au printemps, fleuraison en été.
Romarin officinal	Graines	Non	Au printemps.
Ajonc de Provence	Graines	Non	Au printemps, plus abondant en sol profond.
Pin d'Alep	Graines	Non	Sous les pinèdes brulées, tardif.
Pin parasol	Rejet du houppier	Non	Planté, résiste bien au feu

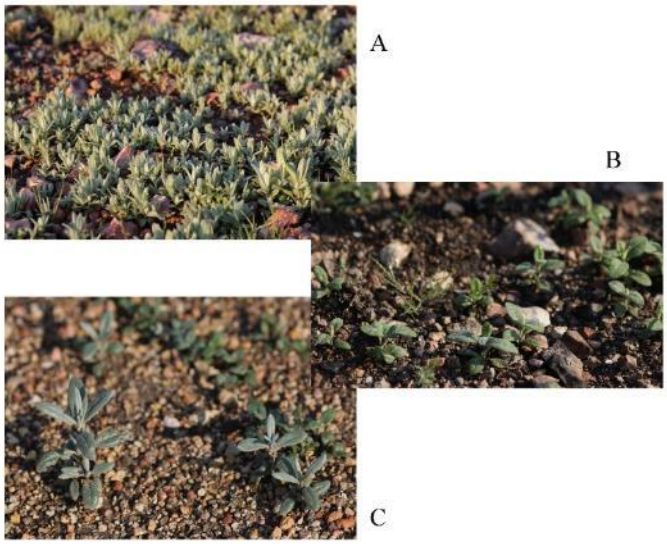


Figure 24 : les cistacées germent très fortement après un incendie. A, Ciste cotonneux. B, Ciste à feuilles de sauge. C, Hélianthème à feuilles de lavande (espèce protégée). Photographies du 3 avril 2017, © F. Grimal.

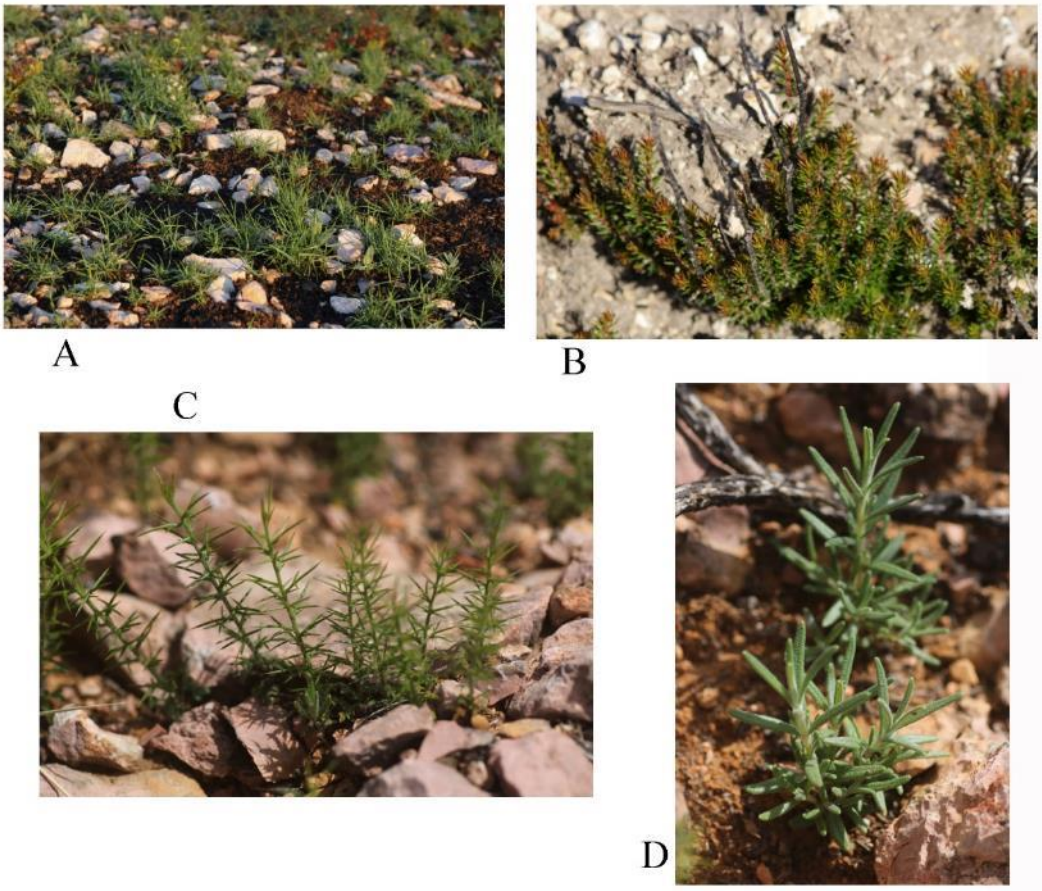


Figure 25 : Quelques plantes aux stratégies variées pour leur survie. A, Brachypode rameux et B, Bruyère multiflore (avril 2017). C, Ajonc de Provence et D, romarin officinal (mai 2017). © F. Grimal.

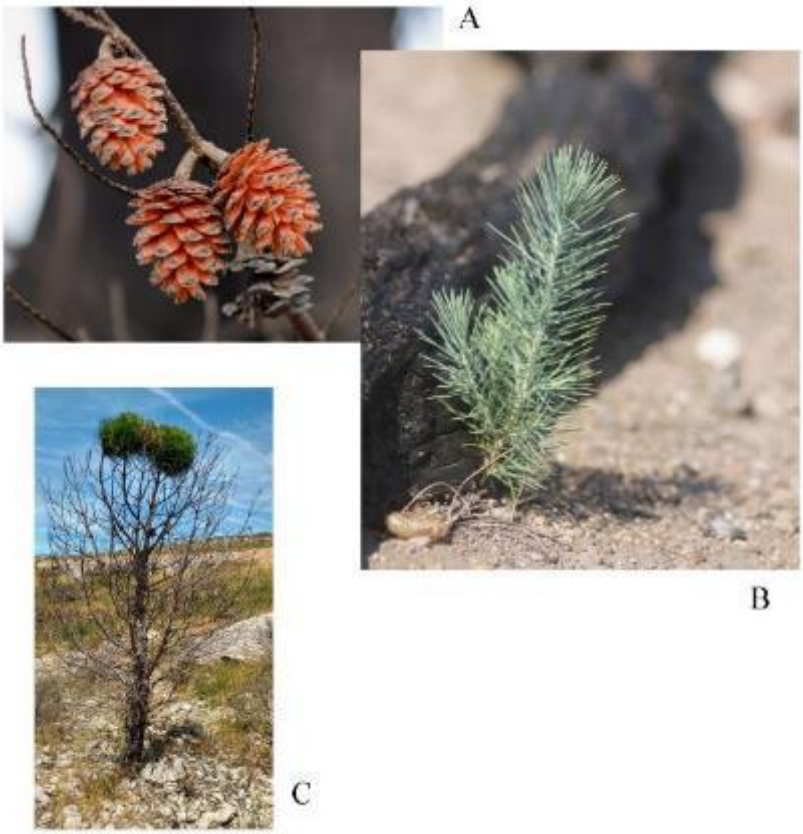


Figure 26 : A et B, le Pin d'Alep survit au feu grâce à sa banque de graines stockée dans les pignes (sérotinie). La chaleur fait fondre la résine et libère les graines, qui peuvent ensuite germer. C, le Pin parasol résiste mieux au feu et peut rejeter par son houppier.. © F. Grimal.

De nombreuses autres espèces survivent avec ces deux stratégies, dans un phénomène global d'auto-succession : thym, viorne tin, euphorbes, Aphyllante de Montpellier, lins, coronilles, liserons, Coris de Montpellier, germandrées, boraginacées…

Ce retour global de la végétation, avec parfois des couvertures quasi-complètes du sol, peut s'observer à plus grande échelle à l'aide de la télédétection, comme sur le figure 27, en fausses couleurs.

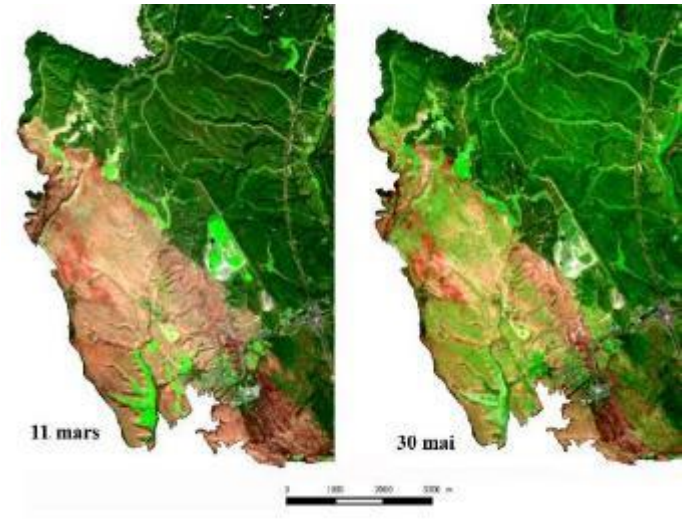
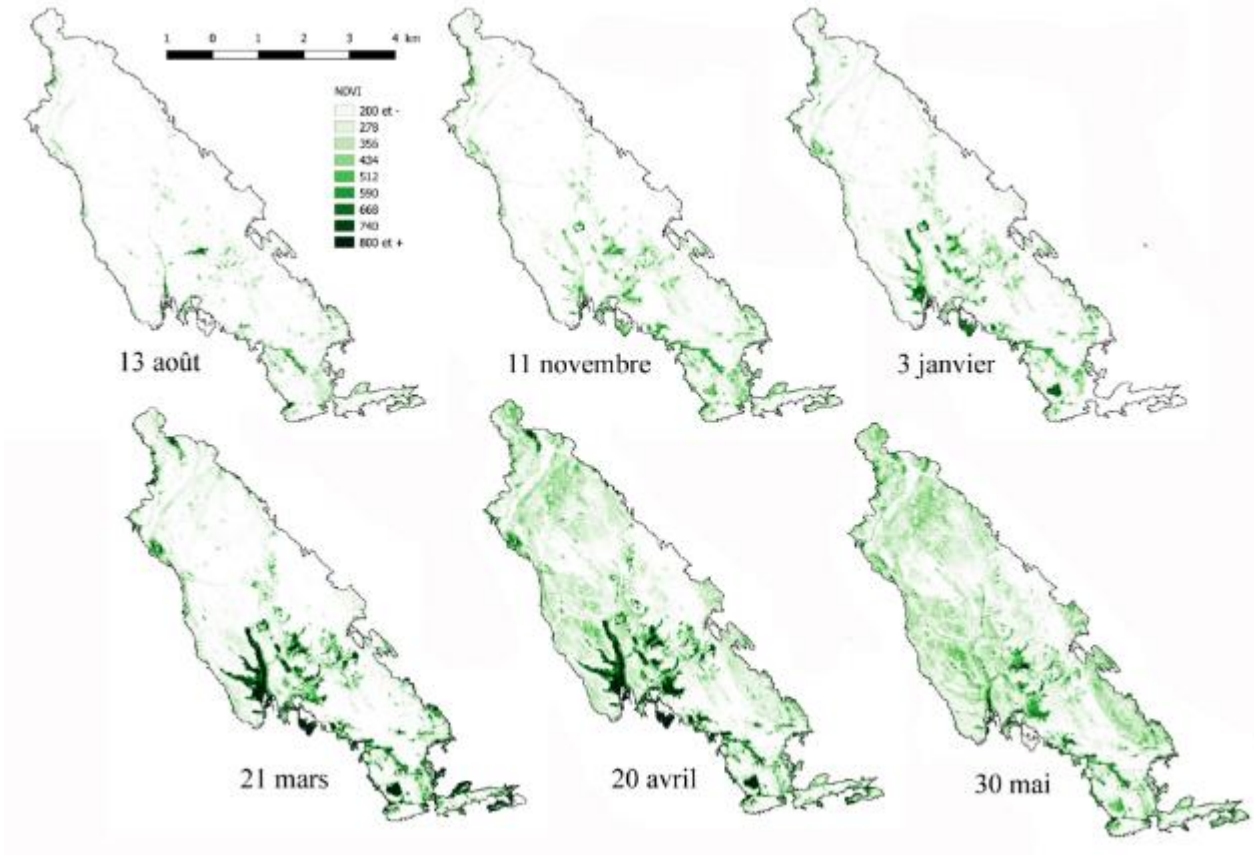


Figure 27 : ZNIEFF du massif de l'Arbois, vues en fausses couleurs (rouge B12, vert B8, bleu B4), au printemps 2017. Contient des données Copernicus (2017).

La figure 28 montre plus précisément la chronologie de ce retour, entre l'incendie et la fin du printemps 2017. **On observe les plus forts changements entre le 21 mars et le 30 mai 2017, ce qui corrobore les observations de terrain.**

Ce retour est rapide dans les anciennes zones de pâtures, correspondant aux secteurs de garrigues à Chêne kermès. Il est fortement lié aux pluies printanières. La figure 29 illustre ce phénomène.

Figure 28 : chronologie du retour de la végétation entre 2016 et 2017. Les niveaux d'indice de végétation par différence normalisé (NDVI) sont représentés en vert, dans le périmètre d'étude. Contient des données Copernicus (2017).



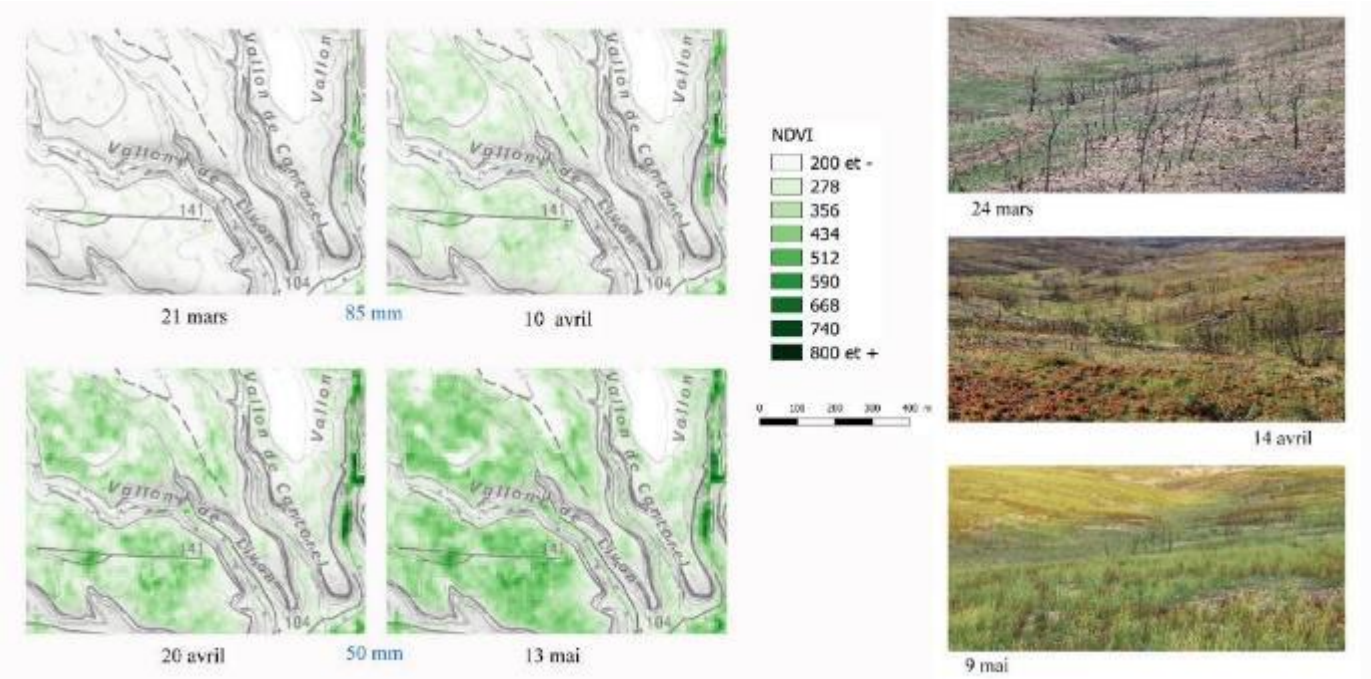


Figure 29 : focus temporel sur un secteur de garrigue, par télédétection et photographies de terrain. La pluviométrie non nulle est donnée en bleu, entre chaque date. Les niveaux d'indice de végétation par différence normalisé (NDVI) sont représentés en vert. Contient des données Copernicus (2017). Photographies © F. Grimal.

Certaines plantes profitent pleinement de l'incendie pour augmenter sensiblement leur abondance apparente (géophytes) ou étendre fortement leur distribution (thérophytes).

Plantes à bulbe

Les plantes à bulbe profitent d'une forte disponibilité de la lumière plus élevée pour effectuer des floraisons plus importantes qu'avant l'incendie. Les narcisses, tulipes, muscaris, iris (mars et avril), glaïeuls, ails (mai et juin) ont été observés dans des densités parfois très importantes. La figure 30 illustre ce phénomène.

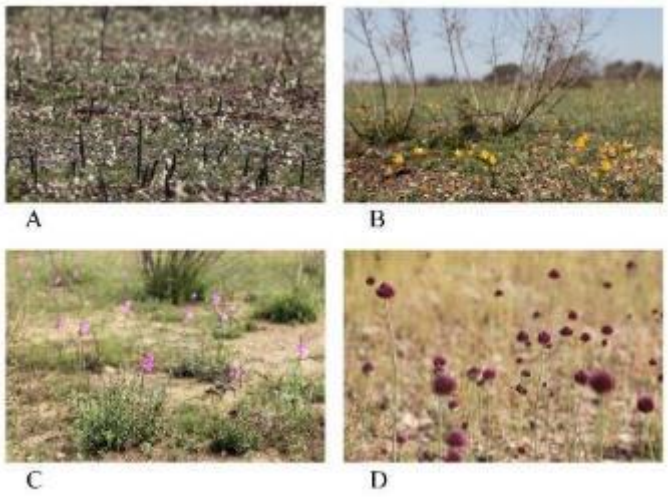


Figure 30 : les bulbeuses peuvent fleurir en grand nombre, profitant de l'ouverture extrême des milieux. A, Narcisses douteux (16 mars), Tulipes méridionales (3 avril), Glaïeuls des moissons (12 mai), Ails à tête ronde (19 juin). © F. Grimal.

Les orchidées (figure 31) n'ont pas souffert du feu **mais les floraisons de mars et avril n'ont pas paru plus importantes qu'à l'accoutumée.**

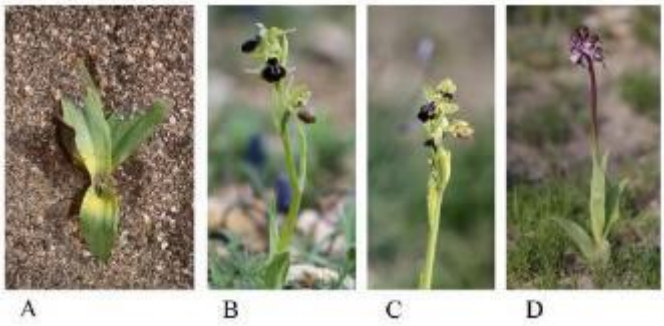


Figure 31 : orchidées ; A, dès le mois de janvier, des rosettes d'Orchis géant apparaissent. B, *Ophrys passionis*. C, Ophrys brun. D, Orchis pourpre. © F. Grimal

Plantes rudérales

Des plantes annuelles rudérales, cantonnées habituellement aux friches et zones en agriculture extensive, profitent du bouleversement des milieux pour conquérir de nouveaux secteurs. Brassicacées, résédacées, papavéracées, astéracées… peuvent pousser un peu partout et en particulier dans les zones de sol plus meuble (figure 32). Parfois, on assiste à des explosions florales (figure 33).

Figure 32 : grande diversité d'annuelles dans le Vallon du Gourgoulousier : Brassicacées (Iberis à feuilles pennées, fausse-Roquette, Roquette bâtarde), Papaveracées (Fumeterre officinale, Fumeterre en épi, Fumeterre blanche), Résédacées, Astéracées… Le 4 mai 2017. © F. Grimal.

Figure 33 : importante floraison de la Fumeterre officinale. Le 12 mai 2017. © F. Grimal.

Sur le Plateau, plusieurs plantes ont un intérêt particulier : soit elles sont patrimoniales (protégées ou menacées ou endémiques ou rares), soit elles constituent une plante hôte d'une espèce animale elle-même patrimoniale. Le tableau 5 donne une liste des espèces observées, qui ont toutes fleuri en 2017. Les figures 34 et 35 en illustrent certaines.

Tableau 5 : statut des plantes d'intérêt patrimonial après l'incendie.

Espèce	Type biologique (Raunkier)	Intérêt	Effet du feu
Plantes patrimoniales			
Ophrys de Provence	Géophyte	Endémique Protection PACA	Neutre
Ophrys de Forestier	Géophyte	Endémique	Neutre à négatif
Hélianthème à feuilles de Marum	Chaméphyte	Protection nationale	Positif
Hélianthème à feuille de Lavande	Chaméphyte	Protection nationale, Quasi menacée.	Très positif
Liseron rayé	Chaméphyte	Protection PACA	Neutre
Plantes hôtes de faune patrimoniale			
Aristoloche pistoloche	Géophyte	Nourrit les chenilles de la **Proserpine**	Positif
Iberis sp.	Thérophyte	Nourrit les chenilles du **Marbré de Lusitanie**	?
Chardon des ânes	Thérophyte	Abrite les larves de **Bupreste de Crau**	Positif

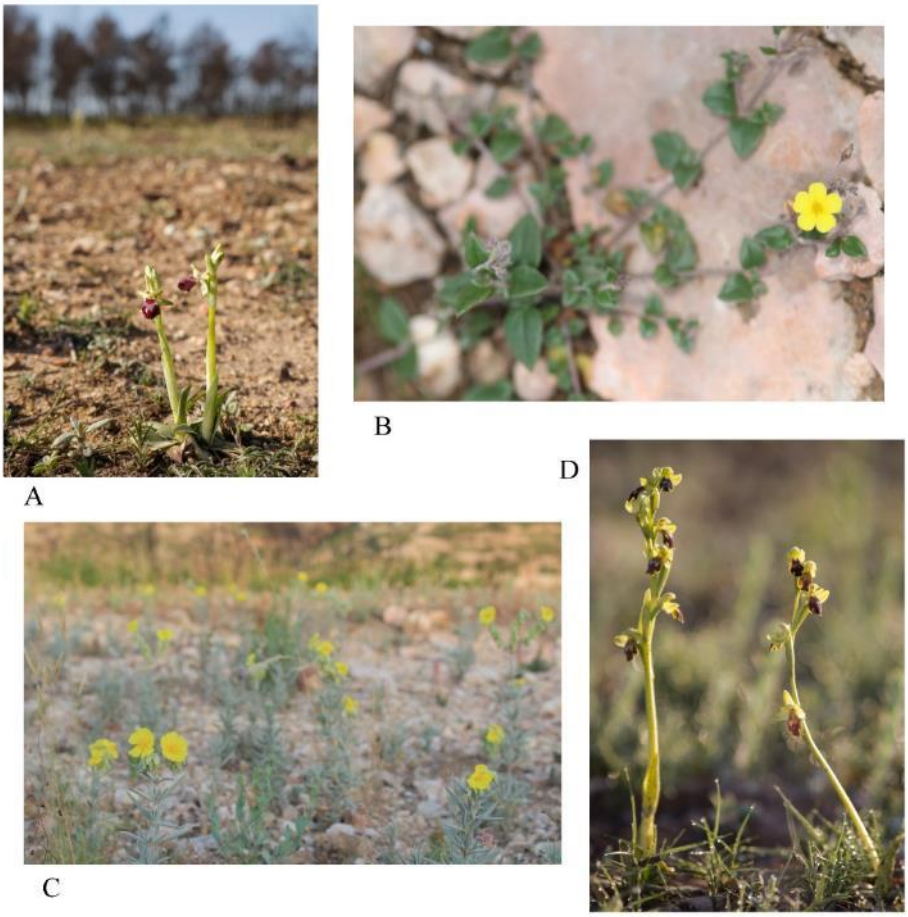


Figure 34 : plantes patrimoniales. A, Ophrys de Provence. B Hélianthème à feuilles de marum. C, Hélianthèmes à feuille de Lavande. D, Ophrys de Forestier. © F. Grimal.

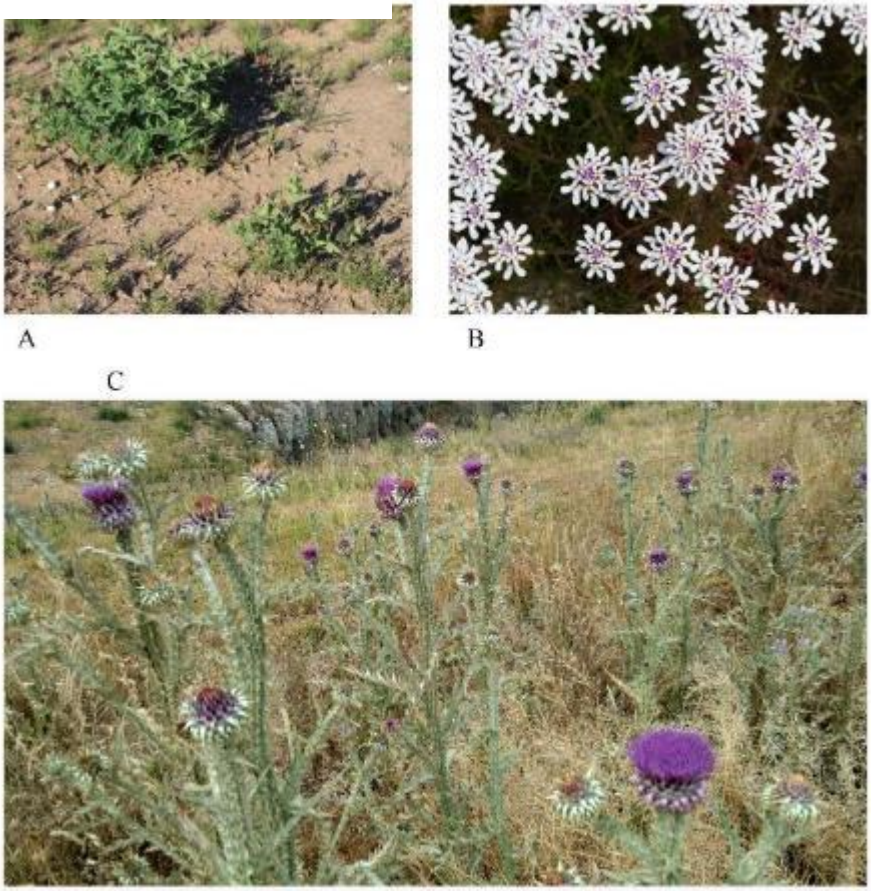


Figure 35 : plantes hôtes de faune patrimoniale. A, Aristoloche pistoloche. B, Ibéris à feuilles pennées. C, Chardon des ânes. © F. Grimal et N. Fuento.

2.3.3.La sévérité résiduelle.

Les sorties de terrain permettent de créer une échelle reliant l'indice relatif de brûlure ($RdNBR$) aux niveaux de dégâts définis dans la partie méthode. Elle est donnée dans le tableau 6 et illustrée sur la figure 36.

Tableau 6 : échelle des niveaux de sévérité résiduelle.

$RdNBR$	Sévérité résiduelle	Détails
Jusqu'à 300	Faible	Garrigue sans arbuste.
300 à 450	Modérée	Garrigue plus quelques arbustes niveau 3 ou 4.
450 à 550	Assez forte	Plantes à résilience tardive (bruyère, ajoncs…) / Pins partiellement roussis (niveau 2 à 3).
550 à 700	Forte	Pins niveau 3 / Arbres peu denses ou hauts niveau 4.
700 et +	Très forte	Boisement dense niveau 4 ou 5.

Figure 36 : illustration des différents niveaux de sévérité résiduelle.

Cette échelle semi-qualitative fonctionne relativement bien et permet de localiser les secteurs les plus abîmés et d'estimer leur surface de manière assez précise. On peut se référer aux figures 37 et 38.

Une surface importante, **500 ha soit environ 23 % des zones impactées, correspond à des boisements denses, avec environ 400 ha de pinèdes matures.**

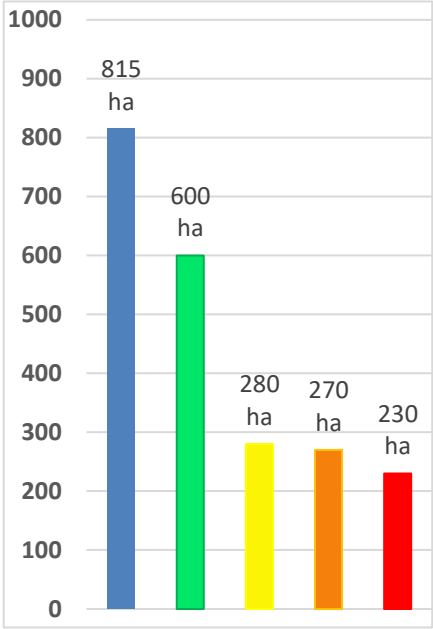
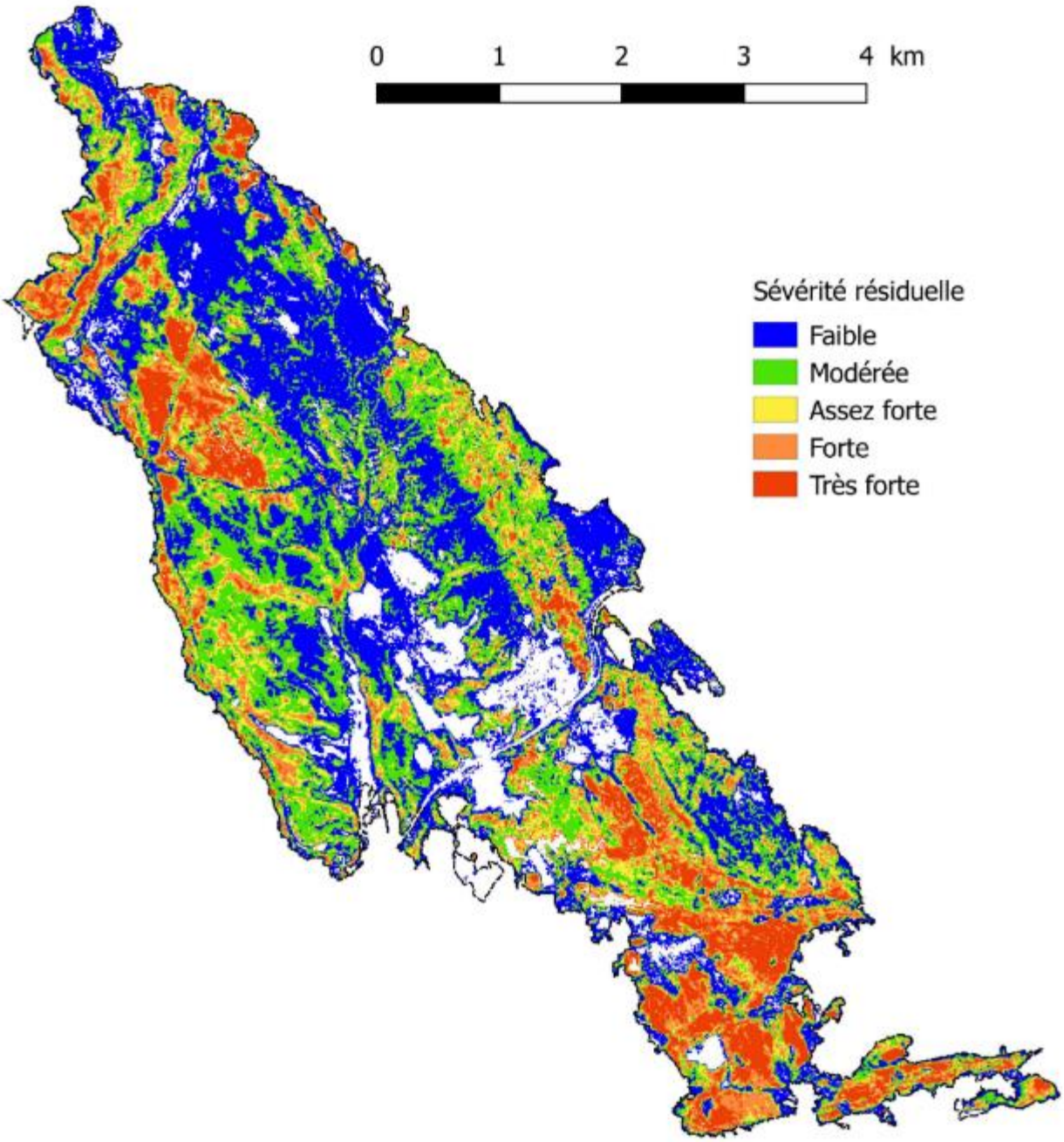


Figure 37 et 38 : cartographie de la sévérité résiduelle dans le périmètre d'étude et estimation des différentes surfaces impactées. Contient des données Copernicus (2017).



Ces pinèdes brûlées, localisées dans les piémonts de Rognac, les falaises au-dessus de l'Avenue de Marseille à Vitrolles et, pour une partie importante, sur la commune des Pennes-Mirabeau, constituent une atteinte très visible au paysage, qu'on peut voir sur la figure 39.

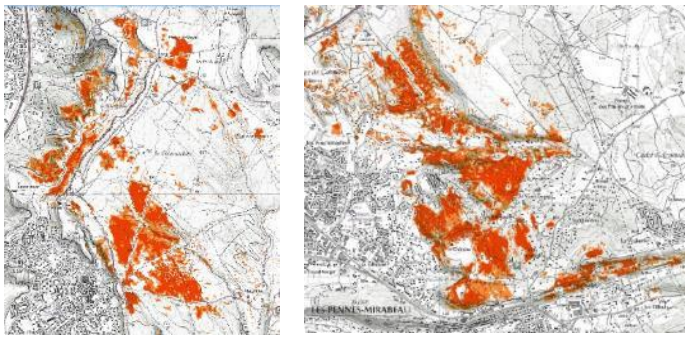


Figure 39 : boisements détruits dans la zone d'étude (sévérités fortes et très fortes). Contient des données Copernicus (2017). Fond de carte © IGN.

Dans la plupart des pinèdes détruites, on pouvait observer en été des plantules de jeunes pins d'Alep. Même dans les jeunes pinèdes issues de l'incendie de 2004, la germination semble avoir fonctionné. Une étude plus détaillée devra être menée en 2018 pour quantifier cette régénération des pins, illustrée sur la figure 40.

Figure 40 : plantules de jeunes pins, sous une pinède mature entièrement brûlée. © F. Grimal.

2.4. Discussion

2.4.3. Un contraste de résilience

L'étude menée sur un an a montré que la résilience à court terme de la végétation pouvait être résumée à trois grandes catégories :

- Une résilience rapide dans les secteurs de garrigues et de matorral, avec une forte repousse entre mi-mars et début mai.

- Une résilience correcte, mais avec peu de masse végétale, dans les secteurs de garrigues basses (en particulier vers le Parc Magenta et les secteurs sur argilite).

- Une résilience bien plus lente dans les pinèdes, sans observer de différence qualitative entre les pinèdes matures et les jeunes pinèdes issues de 2004.

La figure 41 illustre les fortes différences entre garrigues et pinèdes.

Figure 41 : différences de réaction entre garrigue et pinède. Le 20 mai 2017, © F. Grimal.

Ces différences peuvent être quantifiées en suivant l'évolution temporelle des indices de végétation sur des secteurs échantillons de plusieurs ares. Un secteur témoin non brûlé est choisi dans les garrigues du Grand Arbois. La figure 43, en page suivante, illustre cette évolution.

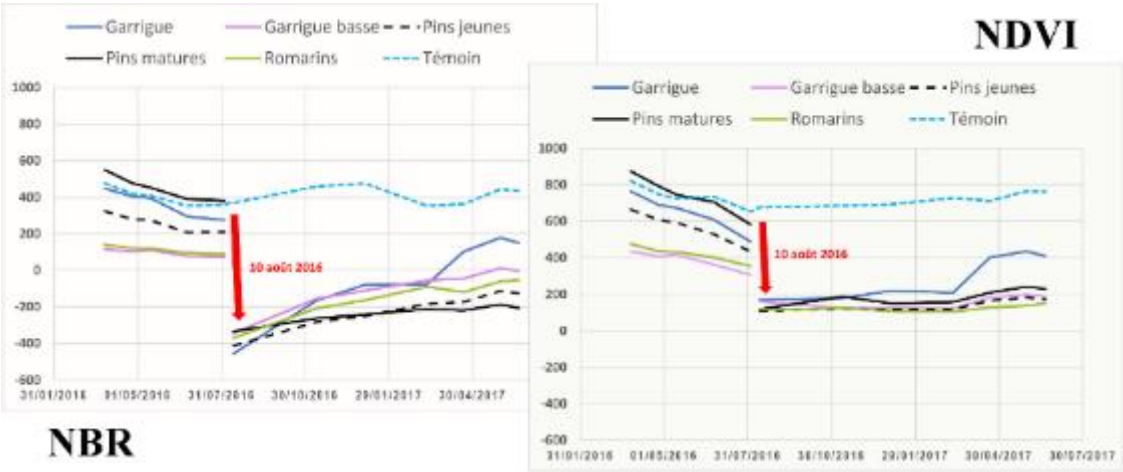
Seul le secteur de garrigue (majoritaire en Chênes kermès) montre une récupération rapide. Après plusieurs mois difficiles, cette récupération intervient très rapidement entre fin mars et mi-mai, comme illustré figure 42.

Figure 42 : la garrigue à Chêne kermès, à la fin du mois de mai. On note une récupération déjà importante du milieu. © F. Grimal.

Si les animaux sédentaires peuvent souffrir en automne et en hiver dans ces zones, faute d'habitat fonctionnel, **les oiseaux nicheurs estivants arrivent au moment où le milieu a déjà en partie récupéré.**

Une question importante, en termes d'habitat, est la régénération des buissons pouvant faire office de cachette pour les gîtes ou les nids des animaux. **En un an, certains buissons dépassent 1 mètre de haut et de large, comme on peut le voir sur la figure 44 ci-après. Certains secteurs montrent déjà de belles densités de buissons, comme celui sur la figure 45 ci-après.**

(Indice de végétation par différence normalisé)



(Indice de brulure)

Figure 43 : évolution temporelle des indices de végétation (dans des secteurs échantillons. Contient des données Copernicus (2017).

Figure 44 : Daphné garou ayant fortement repoussé. © F. Grimal.

Figure 45 : zones avec des buissons en forte reprise. Ce milieuabrite des Pies-grièches méridionales et des Lézards ocellés. © F. Grimal.

Les observations du retour de la flore semblent conformes aux études menées par Trabaud (TRABAUD, 1996). La règle générale est l'auto-succession des espèces, par voix de rejet ou de germination. Des plantes opportunistes, en général des annuelles rudérales, viennent se rajouter temporairement à la liste d'espèce. **La diversité alpha augmente donc temporairement** dans certains milieux (fonds de vallon, garrigue…). Néanmoins, **la diversité gamma ne varie pas sur l'ensemble de la zone d'étude**, aucune espèce n'est réellement « nouvelle » : toutes les annuelles observées font partie des espèces présentes dans les zones de friches et les zones agricoles extensives avant l'incendie.

La figure 46 illustre l'évolution théorique du nombre d'espèces sur une placette incendiée typique.

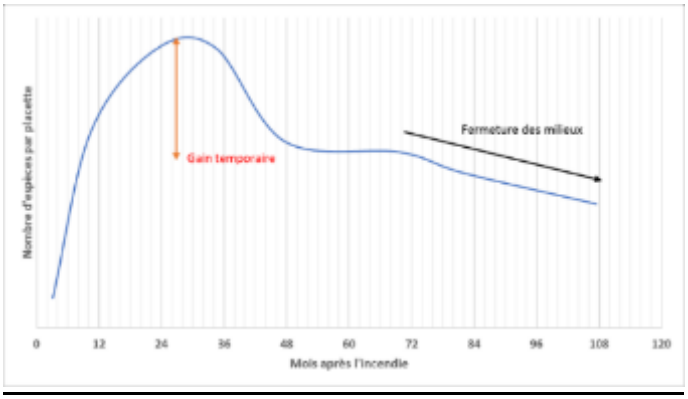


Figure 46 : évolution de la richesse floristique d'une placette après un incendie. D'après Trabaud, 1996.

Plus qu'une évolution réelle de la composition floristique, **l'incendie est avant tout une rupture brutale de la structure végétale**, par un rajeunissement soudain : les garrigues redeviennent des pelouses et des steppes, les arbres des buissons ou des plantules, le milieu devient plus minéral. Il n'y a plus vraiment de structuration verticale, comme on peut l'observer normalement dans un matorral ou une pinède mature. Les paysages sont bouleversés, bien qu'on retrouve les mêmes espèces végétales. Les figures 47 et 48 illustrent le phénomène d'auto-succession.

On peut s'attendre à un effet important sur la faune, en termes de composition et de cortège, en particulier pour la faune spécialisée. La deuxième partie de cette publication traite de ce sujet.

Figure 47 : Une pinède mature issue de la déprise agricole (en haut), une jeune pinède issue des graines de la précédente, après un incendie (en bas). On peut observer la Mésange huppée en haut et la Fauvette mélanocéphale en bas. © F. Grimal

Figure 48 : Ripisylve dans le lit du Bondon, rajeunie à l'extrême par les flammes. Plusieurs dizaines d'années de croissance sont ainsi perdues. © F. Grimal

2.4.4. L'impact sur les paysages.

Les effets de l'incendie sur la végétation se sont montrés importants sans toutefois être irréversibles. En premier lieu, l'impact est paysager, **avec de nombreuses pinèdes détruites (environ 500 ha)** qui laisseront une marque durable et visible, comme on peut le voir sur la figure 49. D'autant que ces pinèdes **se situent en majorité sur les secteurs les plus visibles et les plus fréquentés.**

Figure 49 : les pinèdes incendiées laissent une trace durable sur les paysages. © F. Grimal

La ripisylve du Bondon a souffert plus qu'en 2004, à cause d'une sécheresse plus marquée du cours d'eau temporaire. Sa récupération future est à contrôler.

Les secteurs déjà incendiés en 1972 montrent une récupération plus rapide que les autres, en grande partie à cause de la faible présence de pins (le feu de 1972 en avait éliminé beaucoup). Les jeunes pinèdes de 2004 ont subi de forts dégâts mais la relève semble possible.

2.4.5. Cartographies adaptées à la faune

La cartographie de sévérité donnée sur la figure 14 permet de se faire une idée sur l'intensité du feu et de la disposition des zones refuges. Elle sera utilisée régulièrement pour l'étude de la faune.

En combinant les indices de végétation et la sévérité résiduelle, on peut établir une cartographie qualitative des habitats, avec les trois grandes catégories évoquées dans la partie 2.4. Cette carte est visible sur la figure 50 ci-après.

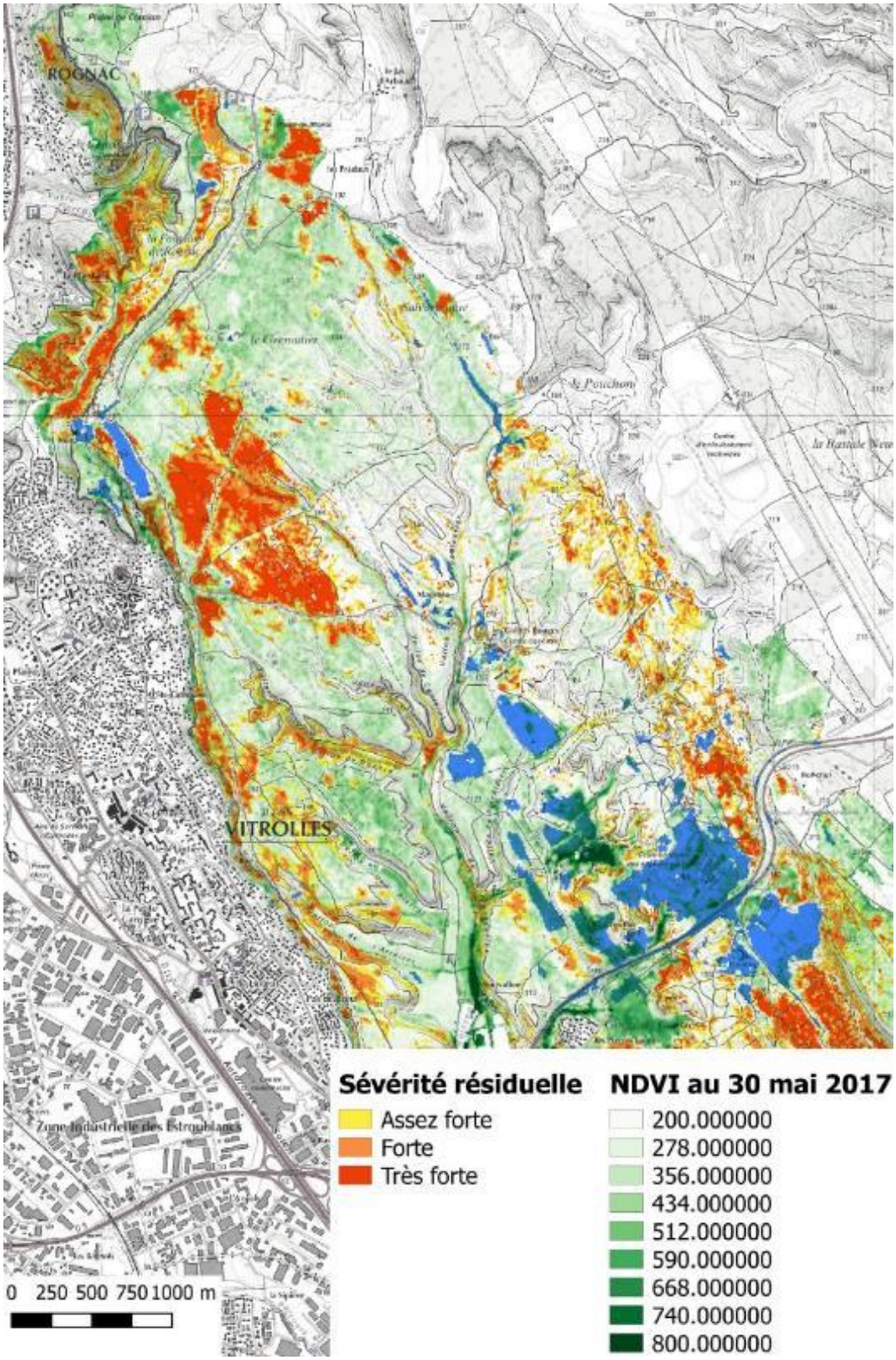


Figure 50 : carte regroupant sévérité résiduelle et indice de végétation ($NDVI$: indice de végétation par différence normalisé). Les zones en orange correspondent à des boisements détruits, les zones en vert foncé à des garrigues en forte repousse, les zones en vert clair à des secteurs encore très minéral. On obtient ainsi les 3 grandes catégories d'habitat existant un an après l'incendie. Les zones bleues correspondent aux zones refuges non-incendiés, qui peuvent être de différents types. Contient des données Copernicus (2017).

3. Faune

3.1. Introduction générale

Des suivis faunes ont été menés très régulièrement entre 2016 et 2017 **avec pour objectif de dresser un état initial post-incendie** et de reprendre ou mettre en place des indicateurs de suivi **pour évaluer l'évolution des communautés au fil du temps.**

Stratégie d'échantillonnage
Les suivis naturalistes concernent les principaux groupes taxonomiques indicateurs de la faune sauvage. La mise en place a été réfléchie afin de couvrir différents types d'habitats et de zones soumises à l'intensité du feu.

Plusieurs points d'échantillonnage correspondent à des points de suivis déjà mis en place à l'occasion d'autres études (24 heures de la biodiversité, ABC…) afin de permettre des **comparaisons avant/après incendie**. Ceci est un véritable atout dans le cadre de ce suivi.

L'ambition donnée au nombre de taxons indicateurs et à la réplication des points d'échantillonnage a été réfléchie en fonction des ressources humaines possiblement déployables sur le moyen terme (bénévoles LPO et équipe salariée).

Pression d'observation
La pression d'observation peut se diviser en quatre parties distinctes.

- Un suivi régulier (hebdomadaire) de la faune, associé au suivi flore. Ce suivi a amené à des observations opportunistes sur tous les taxons. Il a été essentiellement mené par François Grimal, avec Nicolas Fuento en complément (en même temps que le suivi herpétologique).

- Un suivi opportuniste au gré des venues des naturalistes sur le Plateau.

- Une mise en place de protocole sur divers taxons. Cette partie a été assurée par l'ensemble des bénévoles du GREBE, d'autres bénévoles LPO et des membres de l'équipe salariée. Il a été coordonné par François Grimal et Aurélie Johanet.

- En complément, des dates d'inventaires participatifs (voir affiche ci-dessous) ont été mises en place au cours de l'année 2017, cordonnés par Aurélie Johanet. Quatre d'entre elles ont été permises par les conditions météorologiques (voir affiche figure 51).

Figure 51 : Affiche des quatre journées d'inventaires participatifs.

Le tableau 5 ci-après présente le calendrier de l'ensemble des suivis ayant fait l'objet d'un protocole.

Un suivi précis et quantitatif **concerne les oiseaux, les reptiles, les amphibiens, les papillons de jour, les cigales, le Bupreste de Crau** (coléoptère endémique) **et les orthoptères**.

Un suivi plus qualitatif concentre les **mammifères et les autres invertébrés.**

La section 3 présente les méthodes suivies et les résultats obtenus pour l'ensemble de ces groupes taxonomiques. Pour chaque groupe, une discussion est menée sur l'impact de l'incendie.

Tableau 4 : calendrier des suivis avec protocole reproductible. Les suivis participatifs sont indiqués en gras.

Date d'inventaire participatif	Groupe taxonomique	Observateurs	Protocoles standardisés
23 août	Toute faune	François Grimal	Premier constat des dégâts.
22, 27 et 28 septembre	Invertébrés Reptiles	François Grimal	Observation d'invertébrés sous abris Observation herpéto sous abris Pose de 3 plaques reptiles
17 mars 14 avril	Pie-grièche méridionale	François Grimal	Enquête PGM - Maille AU60 (Refuge LPO Magenta/Grenadier)
28 septembre 2 octobre 15,16 et 17 février 8, 9, 10, 24 et 26 mars 4 et 26 avril 1, 2, 4, 6 et 9 mai 19 juin	Amphibiens Oiseaux Nocturnes	François Grimal	Suivi par capture/recapture des populations de Crapauds Calamite Inventaire des points d'eau Ecoute opportuniste des oiseaux nocturnes
Mardi 4 avril	Reptiles Amphibiens	François Grimal Nicolas Fuento Aurélie Johanet	Itinéraire de prospection vallon du Gourgoulousier, Refuge LPO Magenta, Vallon de Cantarel
Mercredi 26 avril	Oiseaux nocturnes	Chantal Seguin André Renoux Cassandra Durret Monique Paulève Fabien Thibaut	Points d'écoute/de repasse Collets rouges et Walbacol
Vendredi 5 mai	Oiseaux de jour	François Grimal Renée Pennec	EPOC selon itinéraire de prospection Refuge LPO Magenta
	Papillons de jour	Aurélie Johanet Renée Pennec	Transects papillons n°10, 6, 5
	Reptiles	Nicolas Fuento	Plaques reptiles Itinéraire de prospection
Mercredi 10 mai	Reptiles	Nicolas Fuento	Plaques reptiles Itinéraire de prospection
Mardi 16 mai	Oiseaux de jour	François Grimal Patrick Höhener Nicolas Fuento	EPOC selon itinéraire de prospection Refuge LPO Magenta
	Papillons de jour	Marion Fouchard Aurélie Johanet	Transects papillons n°7 Recherche ciblée Proserpine et Marbré de Lusitanie Refuge LPO Magenta et lavogne
		Patrick Höhener Chantal Seguin Rémy Roques	Transect papillons n°11
	Reptiles	Nicolas Fuento Olivier Leblanc	Placette Lézard ocellé Magenta Plaques reptiles Itinéraire de prospection
	Rapaces diurnes	Rémy Roques	Points hauts Walbacol, Le Pouchon
Vendredi 19 mai	Reptiles	Nicolas Fuento	Plaques reptiles Itinéraire de prospection
Mardi 30 mai	Reptiles	Nicolas Fuento	Placette Lézard ocellé Plaques reptiles Itinéraire de prospection
Samedi 10 juin	Oiseaux de jour Insectes Reptiles	Patrick Höhener Claude Bonnici François Grimal Nicolas Fuento	EPOC selon itinéraire de prospection Plateau sud-est
	Papillons de jour	Aurélie Johanet Thomas Delattre	Transects papillons n°8 et 9
Mardi 13 juin	Chiroptère	François Grimal	Parcours chiroptère
Juin à juillet	Cigales	François Grimal	Comparaison Vitrolles/Velaux
10,13, 15, 18, 21, 23, 24, 26 et 30 juin	Bupreste de Crau	François Grimal	Passages multiples sur 3 sites
Lundi 2 octobre	Orthoptères	Aurélie Johanet Eric Georgeault Clara Poveda-	Chronoinventaires stations n°8, 15, 23

3.2. Oiseaux

3.2.3. Méthodes de suivi

Les **données ornithologiques diurnes** ont été obtenues selon 4 modalités :

- Des observations opportunistes **d'août 2016 à août 2017**. L'application *Naturalist* a été privilégiée pour une localisation précise des données.

- Des points d'écoutes selon le protocole EPOC (Estimation des Populations d'Oiseaux Communs) réalisés lors de deux matinées de prospection les 5 et 16 mai. La localisation des points est donnée sur la carte ci-dessous, figure 52. Un exemple point est montrée figure 53 ci-après.

- Des parcours en duo lors de la journée de prospection du 10 juin.

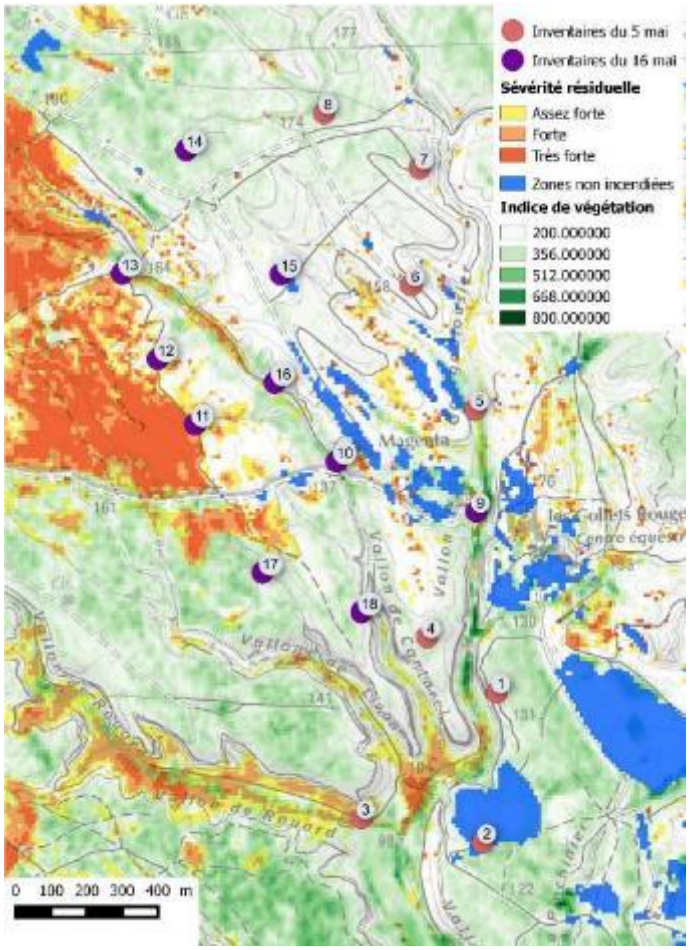


Figure 32 : point d'écoutes réalisés les 5 et 16 mai, selon la méthode EPOC. Contient des données Copernicus (2017). Fond de carte © IGN. Carte décrite p.28.

Les données ornithologiques nocturnes ont été réalisées selon trois modalités :

- Des points d'écoute réalisées fin décembre dans le secteur de Montvallon.

- Des écoutes opportunistes, notamment lors des prospections amphibiens.

- Des points d'écoutes réalisés fin avril dans le secteur Magenta / Collets rouges.

En tout, 19 observateurs ont contribué aux données : Des bénévoles de la LPO PACA en particulier les membres du GREBE, des salariés de la LPO PACA, des observateurs indépendants.

Figure 53 : point d'écoute EPOC dans le secteur de Magenta, le 5 mai 2017. © Aurélie Johanet.

3.2.4. Résultats

Les résultats généraux sont synthétisés dans le tableau ci-dessous, espèce par espèce.

Tableau 5 : tableau des espèces d'oiseaux observées et de leur statut sur site. En gras : espèces nicheuses. En orange : espèces nicheuses en secteur incendié.

Nom d'espèce	Nom latin	Statut de présence sur le Plateau de Vitrolles en 2016-2017
Pouillot véloce	*Phylloscopus collybita*	Hivernage
Pouillot de Bonelli	*Phylloscopus bonelli*	De passage ? (Une observation)
Rougegorge familier	*Erithacus rubecula*	Hivernant dans zones préservées.
Tadorne de Belon	*Tadorna tadorna*	Passage
Canard colvert	*Anas platyrhynchos*	Nidification probable
Perdrix rouge	*Alectoris rufa*	Nidification probable. **Abondante en zone brûlée**
Faisan de Colchide	*Phasianus colchicus*	? (Une observation post-incendie)
Aigrette garzette	*Egretta garzetta*	**Vu en alimentation dans ce qu'il reste de zone humide au 30/08/2016**
Héron cendré	*Ardea cinerea*	Alimentation.
Milan noir	*Milvus migrans*	Nidification certaine. **Aire de Salvarenque utilisée post-incendie. Fréquent en alimentation.**
Circaète Jean-le-Blanc	*Circaetus gallicus*	Alimentation. **Régulièrement observé post-incendie, en prospection aussi dans les zones calcinées, dès le 23/08/2016**
Épervier d'Europe	*Accipiter nisus*	Nidification possible
Buse variable	*Buteo buteo*	Nidification possible
Faucon crécerelle	*Falco tinnunculus*	Nidification probable
Œdicnème criard	*Burhinus oedicnemus*	**1ère observation sur le Plateau. Statut à confirmer (une seule observation)**
Goéland leucophée	*Larus michahellis*	Passage, alimentation.
Pigeon ramier	*Columba palumbus*	Nidification probable, **présent dans les pinèdes incendiées.**
Tourterelle turque	*Streptopelia decaocto*	Nidification possible
Tourterelle des bois	*Streptopelia turtur*	Nidification possible. Présente dans les vallons.
Coucou geai	*Clamator glandarius*	Nidification certaine en bordure de site. **Statut à confirmer** sur site.
Petit-duc scops	*Otus scops*	Nidification probable, localisé.
Grand-duc d'Europe	*Bubo bubo*	Nidification certaine.
Chevêche d'Athéna	*Athene noctua*	Nidification probable, localisée.
Chouette hulotte	*Strix aluco*	Nidification possible.
Engoulevent d'Europe	*Caprimulgus europaeus*	Nidification probable. **Présent un peu partout entre garrigues et pinèdes.**
Martinet noir	*Apus apus*	Alimentation.
Martinet à ventre blanc	*Apus melba*	Alimentation.
Guêpier d'Europe	*Merops apiaster*	Nidification probable. **Un individu vu en train de creuser un terrier dans un affluent du vallon de Cantarel.**
Rollier d'Europe	*Coracias garrulus*	Nidification possible, **présence similaire aux années précédentes.**
Huppe fasciée	*Upupa epops*	Nidification probable, localisée.
Pic vert	*Picus viridis*	Nidification possible, observé dans zone préservée.
Pic épeiche	*Dendrocopos major*	Nidification possible, observé dans zone préservée.
Alouette lulu	*Lullula arborea*	Nidification possible. **Abondante en zone brûlée.**
Hirondelle rustique	*Hirundo rustica*	Alimentation.
Pipit rousseline	*Anthus campestris*	Nidification probable. **Abondant en zone brûlée**
Bergeronnette printanière	*Motacilla flava*	Passage
Bergeronnette des ruisseaux	*Motacilla cinerea*	Passage
Rossignol philomèle	*Luscinia megarhynchos*	Nidification probable. **Notamment dans ilots feuillus non incendié.**
Loriot d'Europe		Nidification probable. **Notamment dans bosquets de feuillus non incendié.**
Rougequeue noir	*Phoenicurus ochruros*	Nidification possible, sur secteur de falaise.
Tarier pâtre	*Saxicola rubicola*	Nidification possible sur les secteurs préservés**. Absent des zones incendiées.**
Traquet motteux	*Oenanthe oenanthe*	Passage migratoire, grosse présence dans toute la partie Est du plateau
Merle noir	*Turdus merula*	**Absent des zones incendiées.**
Grive musicienne	*Turdus philomelos*	Hivernage
Fauvette à tête noire	*Sylvia atricapilla*	**Absente des zones incendiées**
Fauvette pitchou	*Sylvia undata*	**Absente des zones incendiées**
Fauvette passerinette	*Sylvia cantillans*	**Absente des zones incendiées**
Fauvette mélanocéphale	*Sylvia melanocephala*	**Absente des zones incendiées**
Gobemouche noir	*Ficedula hypoleuca*	Passage
Mésange à longue queue	*Aegithalos caudatus*	Nidification possible, **sur secteurs préservés.**
Mésange huppée	*Lophophanes cristatus*	Nidification certaine, **dans les ilots de résineux préservés.**
Mésange bleue	*Cyanistes caeruleus*	Nidification probable, **observée en pinède incendiées.**
Mésange charbonnière	*Parus major*	Nidification certaine, **sur secteurs préservés.**
Grimpereau des jardins	*Certhia brachydactyla*	**Absente des zones incendiées.**
Pie-grièche méridionale	*Lanius meridionalis*	Nidification probable. **Contact de nombreux mâles cantonnés dans les zones brûlées et d'un couple dans une zone plus épargnée.**
Pie bavarde	*Pica pica*	Nidification probable.
Choucas des tours	*Corvus monedula*	Nidification certaine, sur secteurs de falaise.
Corneille noire	*Corvus corone*	Nidification possible
Pinson des arbres	*Fringilla coelebs*	Nidification possible, **présence forte dans les pinèdes incendiées.**
Serin cini	*Serinus serinus*	Nidification probable, **se nourrit dans les pinèdes incendiées.**
Verdier d'Europe	*Carduelis chloris*	Nidification possible **dans secteurs préservées.**
Chardonneret élégant	*Carduelis carduelis*	Nidification probable **dans secteurs préservés. Se nourrissent dans les pins brûlés.**
Bruant proyer	*Emberiza calandra*	Nidification probable, **dans les secteurs de friches.**

Soixante-trois espèces ont été observées. Quarante-six sont considérées comme

nicheuses et **21 nichent sur des secteurs réellement impactés par l'incendie** (soit environ 46% des espèces nicheuses).

3.2.5. Focus sur quelques passereaux spécifiques

Pour un certain nombre de passereaux, **les données sont suffisantes pour établir des tendances générales en matière d'habitat post-incendie.** Cela concerne six nicheurs sédentaires et cinq estivants nicheurs. Le tableau ci-dessous résume leur particularité en matière de statut et d'habitat.

L'**Alouette lulu** a été observée très régulièrement, dans quasiment tous les habitats post-incendies. Visiblement aussi abondantes qu'avant le feu du 10 août, elle ne semble pas affectée par les évènements, voire favorisée.

L'Engoulevent d'Europe a été observé un peu partout entre garrigues et pinèdes à partir de la fin du mois d'avril. Sans qu'une tendance absolue puisse être définie, il ne semble pas affecté par l'incendie.

Tableau 6 : synthèse des statuts et de l'écologie de 11 espèces de passereaux nicheuses sur le Plateau de Vitrolles. LR M : liste rouge mondiale ; LR N : liste rouge nationale ; LR PACA : liste rouge de la région PACA ; EN : en danger ; VU : menacé ; NT : quasi-menacé ; LC : préoccupation mineure. ZPS : espèces de l'annexe 1 présente sur la ZPS de l'Arbois.

Espèce	LR M / LR N / LR PACA	ZPS	Statut Arbois	Habitat typique	Nids	Alimentation	Habitat post-incendie
Alouette Lulu	LC / LC / LC	OUI	**Nicheur sédentaire**	Zones ouvertes variées, boisements clairs.	**Au sol.**	Arthropodes / graines. **Au sol.**	Un peu partout.
Engoulevent d'Europe	LC / LC / LC	OUI	**Estivant nicheur**	Garrigues, lisières de boisement.	**Au sol** (pas de nid).	Insectes volants crépusculaires / nocturnes. **En vol.**	Un peu partout.
Pie-grièche méridionale	LC / EN / EN	NON	**Nicheur sédentaire**	Garrigue ouverte avec perchoirs élevés (arbres vivants ou brulés, lignes électriques)	Buisson, **1 m de haut** environ (Chêne vert, genévrier, filaire).	Arthropodes, petits vertébrés **au sol.** Petits passereaux.	Garrigues incendiées, déborde sur les pinèdes.
Pipit rousseline	LC / LC / LC	OUI	**Estivant nicheur**	Garrigue ouverte avec zones de sols nus et perchoirs	**Au sol.**	Arthropodes **au sol.**	Garrigues incendiées, déborde sur les pinèdes.
Pinson des arbres	LC / LC / LC	NON	**Nicheur sédentaire**	Pinèdes, boisement de feuillus.	Sur **branche d'arbre.**	Arthropodes / graines **au sol.**	Pinèdes incendiées.
Tourterelle des bois	VU / VU / LC	NON	**Estivant nicheur**	Milieux ouverts avec bosquets.	Arbustes, **1 à 2 m de haut.**	Graine d'annuelles (en particulier fumeterre), **au sol.**	Ilots d'arbustes épargnés.
Rossignol philomèle	LC / LC / LC	NON	**Estivant nicheur**	Zone avec buissons denses.	**Très bas** dans un **buisson**.	Arthropodes **au sol.**	Ilots de buissons denses épargnés.
Mésange huppée	LC / LC / LC	NON	**Nicheur sédentaire**	Pinèdes.	Cavité **dans un arbre**.	Arthropodes / graines, **sur l'arbre.**	Ilots de résineux épargnés.
Fauvette pitchou	NT / EN / LC	OUI	**Nicheur sédentaire**	Garigues basses, très jeunes pinèdes.	Buisson, **moins d'1 m**.	Arthropodes, **dans buisson.**	Garrigues basses épargnées.
Fauvette mélanocéphale	LC / NT / LC	NON	**Nicheur sédentaire**	Garrigue haute, jeune pinède, zones péri-urbaines.	Buisson, **moins d'1 m.**	Arthropodes, **dans buisson.**	Garrigues hautes épargnées.
Fauvette passerinette	LC / LC / LC	NON	**Estivant nicheur**	Garrigue haute, jeune pinède.	Buisson, **moins d'1 m.**	Arthropodes, **dans buisson.**	Garrigues hautes épargnées.

Pour les neuf espèces restantes, la carte ci-dessous (figure 54) permet de visualiser les différentes réactions à l'incendie.

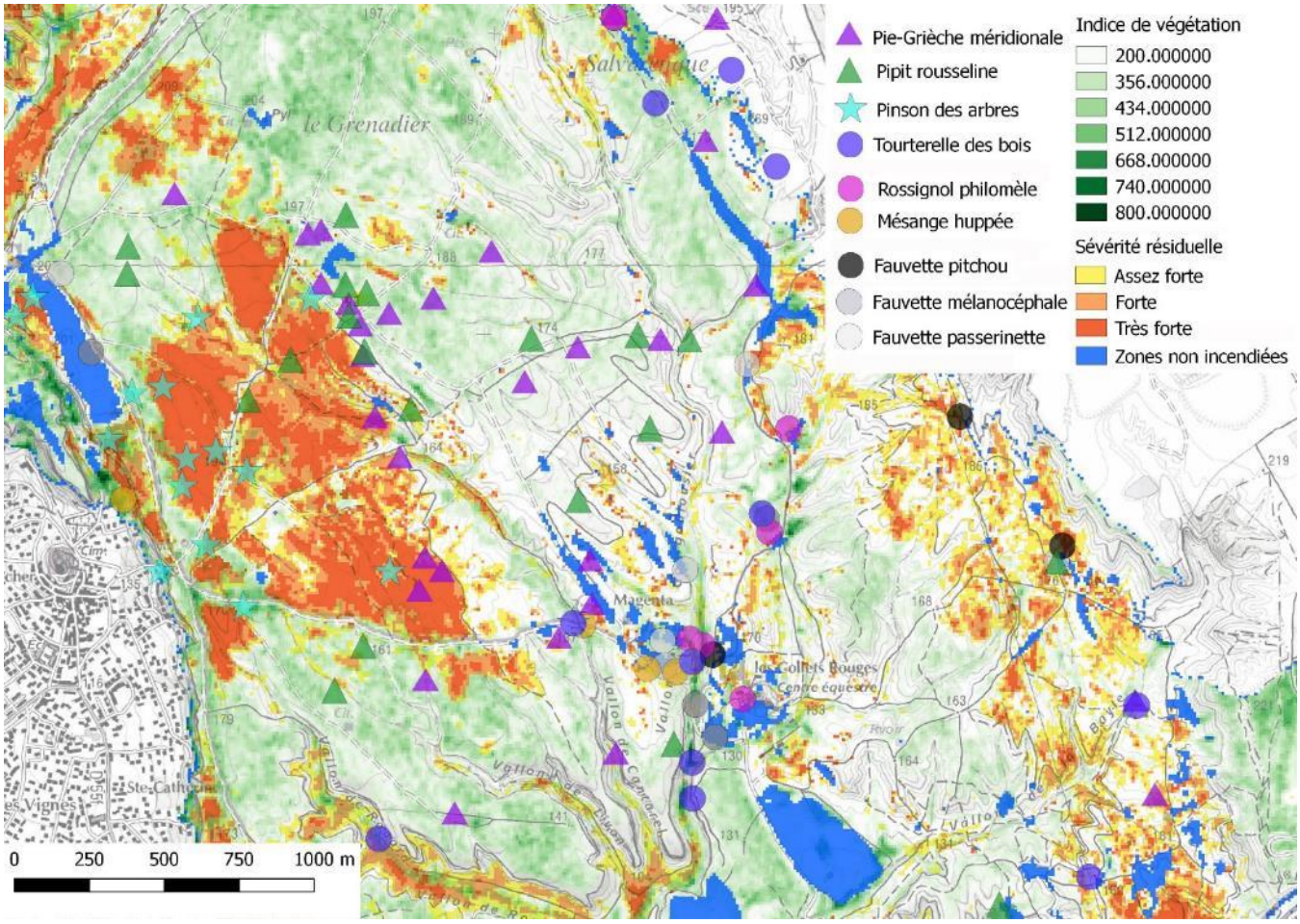


Figure 54 : Synthèse des observations menées en 2017 sur 11 espèces de passereaux nicheuses du Plateau de Vitrolles. La cartographie sous-jacente est celle décrite dans la partie 2.5.2 (p. 28). Contient des données Copernicus (2017). Fond de carte © IGN.

<u>Quatre espèces</u> n'ont **pas été affectées trop fortement** par l'incendie, **ou en ont profité** :

Figure 55 : Pie-grièche méridionale à l'affut sur un arbre brulé. © F. Grimal.

La Pie-grièche méridionale, nicheur sédentaire très menacé en France, a été observée régulièrement. Les mâles sont restés cantonnés sur leur territoire pré-incendie, dans les garrigues, avec de légères variations. La lisière des secteurs de pinède incendiée est aussi utilisée, les individus profitant des arbres morts, parfois assez haut, comme perchoirs (voir figure 55).

Une dizaine de territoires ont été observés mais certains secteurs sont restés sous-prospectés. Peu de couples ont été effectivement aperçus mais le mâle est de manière générale bien plus visible. Aucun jeune n'a été observé et dans les secteurs de présence en zone incendiée, les buissons ou arbustes suffisamment

denses et hauts pour la nidification étaient très rares sinon absents.

Le Pipit rousseline (figure 56), migrateur arrivé entre mi- avril et début mai et illustré ci-dessous, a utilisé ses zones habituelles (garrigues ouvertes) avec des incursions dans les pinèdes brûlées. Les densités d'individus ont paru particulièrement importantes : pour cette espèce nicheuse au sol et aimant les milieux très ouverts, l'habitat a évolué plutôt en sa faveur.

Figure 56 : Pipit rousseline utilisant un pin brûlé comme poste de chant. (C) F. Grimal.

Le Pinson des arbres, nicheur sédentaire forestier, a été observé régulièrement dans les pinèdes incendiées en période de reproduction et semble utiliser ces secteurs pour nicher. Il y trouve plus facilement des proies au sol et des graines.

.

La Tourterelle des bois (illustrée figure 57), migratrice, a été observée dans des secteurs avec des arbres ou des arbustes épargnés, à proximité de zones ouvertes. Les zones changent par rapport à la période pré-incendie mais les densités ne semblent pas inférieures, la forte disponibilité en nourriture (graines de fumeterre) a pu « compenser » la dégradation des sites de nidification. On peut observer cette tendance sur la figure 58 ci-après.

Figure 57 : Tourterelle des bois. © Aurélien Audevard

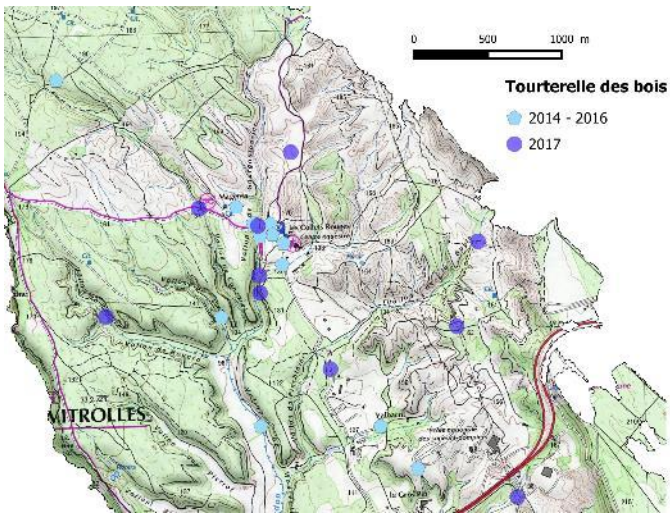


Figure 58 : Tourterelle des bois, comparaison entre les données 2017 et les données 2017. Fond de carte © IGN.

<u>Deux espèces</u> ont été **perturbées** de manière conséquente :

Le Rossignol philomèle, migrateur, a été observé dans les ilots de buisson épargnés, dont il a besoin pour nicher. Son habitat habituel a été réduit par rapport à la période pré-incendie, surtout dans la partie ouest du Plateau, comme illustré sur la figure 59.

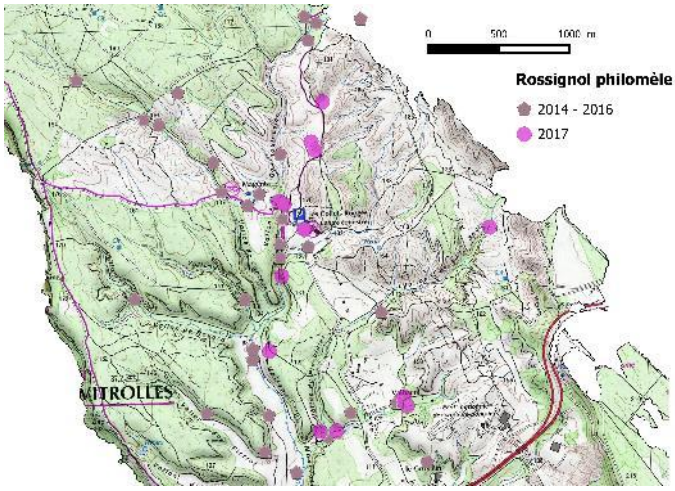


Figure 4 : Rossignol philomèle, comparaison entre les données 2017 et les données 2017. Fond de carte © IGN.

En période de reproduction, **la Mésange huppée,** nicheuse sédentaire**,** n'a été observée que dans les boisements préservés de pins et elle a donc disparu du cœur des pinèdes du secteur proche du Village. Néanmoins elle a utilisé ce secteur pour son alimentation d'hiver.

Trois espèces ont été **très fortement impactées** par l'incendie, dans le groupe des fauvettes. Elles ont totalement disparu des garrigues et jeunes pinèdes incendiés, qu'elles occupaient auparavant. **Cela représente une perte (temporaire) de plus de 1000 hectares d'habitat** sur l'ensemble de la zone d'étude :

La Fauvette pitchou (illustrée figure 60) occupait les secteurs de garrigues basses. Elle n'a été observée que dans les ilots préservés (d'au minimum quelques ares). La figure 61 ci-dessous illustre ces ilots.

Figure 60 : Fauvette pitchou. © Aurélien Audevard

Figure 61 : zone préservée utilisée par la Fauvette pitchou. © F. Grimal

La Fauvette mélanocéphale occupait les secteurs de garrigues hautes, les jeunes pinèdes et les zones d'habitations agricoles ou péri-urbaine. C'est dans ces derniers secteurs qu'elle a été observée en 2017.

La **Fauvette passerinette**, migratrice, occupait les secteurs de garrigues hautes et les jeunes pinèdes. Elle n'a été observée que dans les ilots préservés (d'au minimum quelques ares).

Le tableau ci-après résume l'effet de l'incendie pour ces 11 espèces.

Tableau 7 : effet de l'incendie sur 11 espèces de passereaux.

Espèce	Effet de l'incendie
Alouette lulu	**+**
Engoulevent d'Europe	**+** à **neutre**
Pie–grièche méridionale	**+** alimentation / **-** nidification
Pipit rousseline	**++**
Pinson des arbres	**+** alimentation **neutre** à **-** nidification
Tourterelle des bois	++ alimentation - nidification
Rossignol philomèle	**-**
Fauvette pitchou	**- -** (habitat détruit temporairement)
Fauvette mélanocéphale	**- -** (habitat détruit temporairement)
Fauvette passerinette	**- -** (habitat détruit temporairement)

3.2.6. Rapaces diurnes

L'incendie ne semble pas avoir trop impacté les rapaces diurnes. Certaines espèces ont besoin d'arbres intacts, mais jamais sur de grosse surface. L'ouverture du milieu est favorable pour leur alimentation.

Le Milan noir (figure 62), estivant nicheur et illustré ci-dessous, a perdu quelques sites de nidification car il utilise les arbres avec un feuillage conséquent. La nidification reste certaine sur la zone d'étude et les individus en phase d'alimentation étaient aussi nombreux que l'année précédente.

Figure 62 : Milan noir. © F. Grimal.

Le Faucon crécerelle, nicheur sédentaire**,** a régulièrement été observé en chasse et sa nidification est possible.

L'Epervier d'Europe, nicheur sédentaire, a été observé une fois et sa nidification est possible dans les secteurs où les arbres n'ont pas tous brûlé (Magenta / Collet rouge par exemple).

La Buse variable, nicheuse sédentaire, a été observée près d'un secteur où la nidification est habituelle. L'aire de ce secteur est intacte (sur pin roussi) et a été potentiellement utilisée cette année (contrôle en septembre 2017).

Le Circaète Jean-le-blanc, estivant, a été observé dès l'été 2016 en phase d'alimentation prémigratoire (voir figure 63). Il est revenu fin avril 2017 et son observation a été régulière. *A priori*, il nicherait plutôt sur le Plateau du Grand - Arbois où les zones arborées sont nettement plus favorables.

L'Aigle de Bonelli n'a pas été observé, son domaine vital se situe plutôt sur le Plateau du Grand – Arbois.

Figure 63 : Circaète en chasse au-dessus des zones incendiées, le 23 août 2016. © F. Grimal.

3.2.7. Rapaces nocturnes

De manière générale, les données de rapaces nocturnes restent localisées, ce qui était déjà le cas avant l'incendie.

Le Grand-Duc d'Europe (figure 64), nicheur sédentaire, a été contacté : sur deux sites proches de sites habituels : des mâles chanteurs ont été entendus. Sa reproduction est certaine : un jeune à peine volant a été observé. Deux autres sites connus et impactés par le feu n'ont pas été contrôlés.

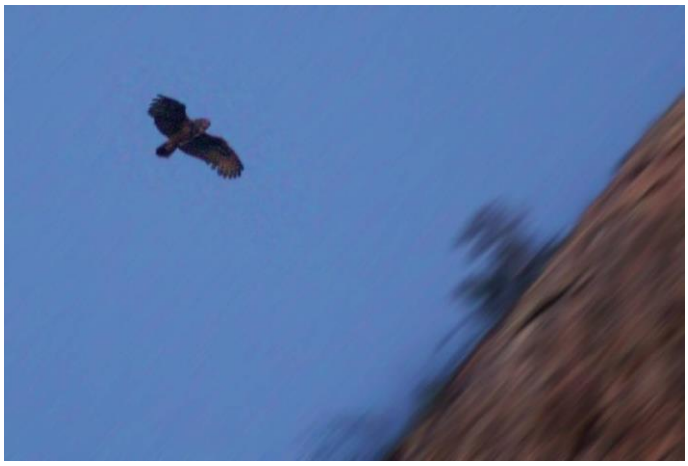


Figure 64 : Grand-Duc d'Europe. © F. Grimal

La Chevêche d'Athena, nicheuse sédentaire, a été observée dans les secteurs avec une activité agricole et de vieux bâtiments, dans le secteur Magenta - Collets Rouges. Sa reproduction est probable.

Le Petit-duc scops, estivant nicheur, a été contacté dans les mêmes secteurs et à Walbacol. Sa reproduction est probable.

La Chouette hulotte, nicheuse sédentaire**,** a été observée dès l'été 2016, alarmant dans une pinède incendiée. Au printemps, elle n'a été contactée que sur le secteur de Walbacol, dont les boisements sont préservés. Elle s'y reproduit probablement.

Le Hibou moyen-duc est rarement observé sur le Plateau de Vitrolles et il n'a pas été contacté post-incendie.

3.2.8. Discussion

Globalement, les résultats sont conformes à la littérature.

- **Les espèces nichant strictement au sol sont peu impactées**. En particulier les alouettes, les pipits et les engoulevents sont abondants.

- **Les espèces nichant dans les buissons (même très bas) subissent un impact variable** : les rossignols et tariers sont absents des zones réellement incendiées alors que les pies-grièches restent en majorité sur leur ancien territoire, même s'il est complètement brulé.

- **Les fauvettes méditerranéennes** ont besoin d'un tissu continu de végétation, à la fois pour nicher et se nourrir. Elles **subissent donc fortement l'incendie**. Cependant la petite taille de leur espace vital leur permet d'occuper des zones refuges non brûlées.

- **Les espèces forestières quittent en majorité les pinèdes incendiées**, à l'exception des pinsons, des pigeons et des pies.

- **Les espèces rupestres ne semblent pas affectées**. Le manque de végétation peut cependant gêner les Grands-Ducs pour leur nidification.

- **Les espèces profitant des milieux agricoles bâtis et des ruines sont peu affectées** : chevêche, rollier, faucon crécerelle…

Cette situation est transitoire ; dans les milieux les plus touchés, la diversité et l'abondance des oiseaux devraient rapidement remonter (dans deux à quatre ans) grâce au rajeunissement des milieux que l'incendie amène (et maintient). C'est dans ces jeunes garrigues et forêts que la richesse en avifaune est la plus intéressante.

La diversité alpha (par secteur d'écoute/observation) **est fortement réduite dans les pinèdes et les secteurs de garrigues.** Cependant, **la diversité gamma (**sur l'ensemble de la zone d'étude) **n'a pas beaucoup varié par rapport à la situation pré-incendie** : aucune espèce nouvelle n'a été observée à part l'Œdicnème criard (une seule donnée) et aucune espèce habituelle n'a réellement disparu de la zone d'étude.

Les graphiques ci-dessous (figure 65) illustrent ces tendances. Ils sont construits à partir de trois études réalisées dans des biomes similaires à la basse Provence calcaire (PRODON 1995, PONS & PRODON 1996, HERRANDO 2002).

Ces résultats sont comparables avec ceux publiés par C. Frelin (FRELIN 2013), issus de 10 ans de suivi ornithologique dans une suberaie du Var.

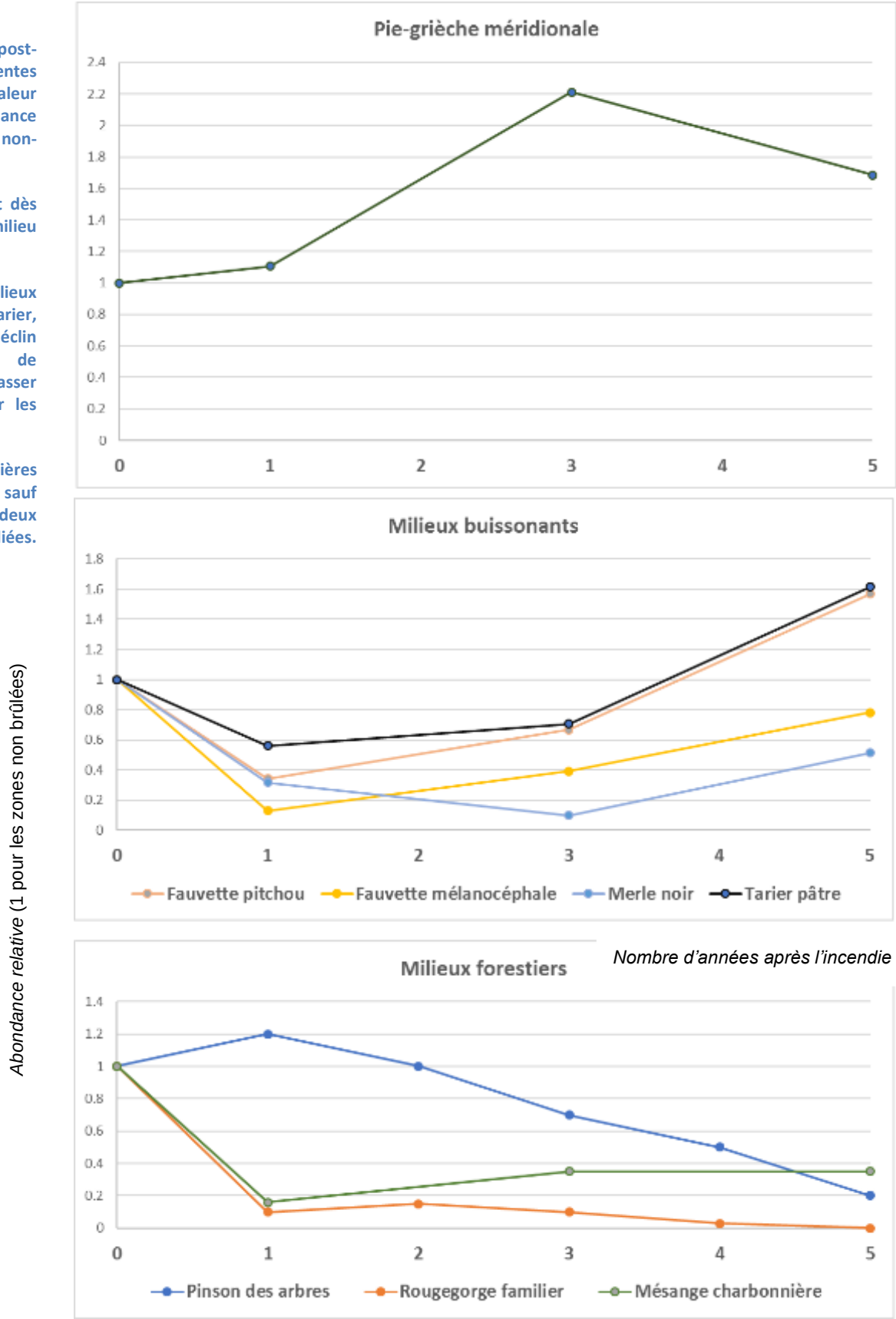
Figure 65 :

Suivis sur cinq années post-incendie de différentes populations d'oiseaux. La valeur 1 correspond à l'abondance moyenne en zone non-incendiée.

Les pies-grièches profitent dès les premières années du milieu rajeuni.

Pour les espèces de milieux buissonnants (fauvettes, tarier, merle), il y a d'abord un déclin suivi d'une hausse de l'abondance, qui peut dépasser la valeur de départ pour les fauvettes.

Les espèces forestières subissent un fort déclin, sauf pour le pinson, qui profite deux ans des pinèdes incendiées.



3.3. Reptiles

3.3.3. Méthodes de suivi

Le suivi des reptiles a fait l'objet de prospections ciblées, en plus des données opportunistes établies au gré des visites.

Les trois grands secteurs prospectés ont été positionnés **selon les habitats favorables aux reptiles** (terriers de lapins, gravas, zones herbacées), mais aussi **selon différentes intensités du feu.** Le secteur de Magenta est une zone complètement incendiée, où les patches de végétation non brûlée sont très faibles. Les secteurs de Salvarenque et Valbacol présentent quant à eux des ilots de végétation qui ont été épargnés par le feu et qui représentent de réelles zones refuges pour la biodiversité.

Recherche ciblée du Lézard ocellé

La placette de prospection du Plan InterRégional d'Action (PIRA) en faveur du Lézard ocellé, mise en place en 2014 lors des 24h de la biodiversité a été poursuivie.

Les échantillonnages sont effectués sur des placettes de 1 ha, suivies sur une durée de prospection fixée à 30 minutes. Le cheminement au sein de chaque placette est aléatoire afin de couvrir l'ensemble de la placette. La recherche d'individus ou d'indices de présence est réalisée à l'aide de jumelles, longue vue et à l'œil nu. Vu le caractère craintif de l'espèce, la prospection de la placette commence à distance (environ 50 m) notamment au niveau des promontoires bien visibles pouvant servir de postes d'insolations pour l'espèce.

Suivi d'abris artificiels

Les caches accumulant la chaleur sont souvent très prisées par les reptiles qui cherchent à atteindre leur optimum thermique. C'est pourquoi ils aiment s'installer sous les plaques refuges, ce qui facilite leur détection. Cette technique permet un échantillonnage semi-quantitatif spatio-temporel des populations de squamates (lézards et de serpents).

Trois plaques ondulées en fibrociment ont été posées afin d'augmenter les chances de détecter des reptiles (voir figure 66). Des morceaux de plaques sont aussi présents dans le vallon du Gourgoulousier au niveau de Magenta. Ceux-ci sont régulièrement soulevés pour compléter l'inventaire.

Figure 66 : plaque à reptile installée le 24/04/17. © N Fuento

Prospection aléatoire

Un parcours de prospections a permis de compléter les inventaires protocolaires afin d'obtenir une image la plus complète possible du peuplement. Les prospections à vue peuvent apporter des informations notamment pour les espèces qui s'exposent facilement. Un itinéraire de prospection a été entrepris sur le réseau de pistes DFCI pour assurer des observations visuelles directes et rechercher des indices de présence des espèces comme les mues. Les observations visuelles se sont préférentiellement effectuées dans des zones favorables aux reptiles (figure 67) :

- Broussailles, bosquets, murets, tas de bois, tas de pierres, fissures ;
- Clairières forestières, pelouses sèches, et friches ;
- Lisières et milieux semi-arborés ;

Les éléments susceptibles de servir de caches sont soulevés le long du parcours de prospection (cavités, souches, pierriers et autres abris favorables).

Figure 67 : Secteur Valbacol. Les milieux recréés après le passage de l'incendie sont favorables à l'observation des reptiles © N Fuento.

3.3.4. Résultats

Au total, **41 observations de reptiles concernant 8 espèces** ont été réalisées entre mars et mai 2017. Toutes les espèces connues avant l'étude ont été observées mise à part la Couleuvre à collier, dont l'unique donnée sur le site reste à confirmer.

Ces observations sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Liste des espèces de reptiles contactées lors du suivi.

Nom vernaculaire	Nombre	Type de milieu
Psammodrome d'Edwards	9	Tout type de milieux : incendiés, en partie incendiés, non incendiés.
Lézard des murailles	1	Milieux anthropiques (bâtiments).
Lézard ocellé	12	Milieux incendiés et en parti incendiés.
Lézard vert occidental	2	Milieux incendiés et en partie incendiés.
Tarente de Maurétanie	1	Zones incendiées, abords de carrière.
Couleuvre de Montpellier	2	Zones incendiées.
Couleuvre vipérine	12	Milieux aquatiques.
Couleuvre à échelons	2	Zones incendiées et abords de zones anthropiques.

Lézard ocellé

Concernant le Lézard ocellé (espèce menacée en France), 13 observations, correspondant à 11 individus différents, ont été réalisées en seulement trois mois (contre 29 observations entre 2010 et 2016). Cela montre clairement le déficit en termes de prospection et la nécessité des prospections ciblées pour combler les lacunes sur la connaissance de ces espèces.

Les 13 observations réalisées correspondent **à 10 territoires**, observés dans différentes zones du plateau, aussi bien dans des secteurs en partie brûlés que complètement incendiées. Ces résultats sont encourageants car ils montrent que l'espèce est encore bien présente sur le site, bien qu'en faible densité. Les zones remaniées, les affleurements rocheux et les dépôts sauvages de matières minérales type gravas semblent avoir joué en la faveur du lézard ocellé qui y trouvaient des micro-habitats favorables au sein d'un environnement naturel très fermé.

Un juvénile (figure 68) a été observé à deux reprises à proximité du parking des Collets Rouges. Il trouve refuge dans un plot en béton au bord de la route. Ce jeune lézard ocellé né en 2015, a donc survécu au feu. Il est illustré sur la figure ci-dessous.

Figure 68 : juvénile observé aux Collets Rouges. © N. Fuento.

Parmi les trois lézards ocellés observés le 30/05/2017 au-dessus de la mare de Valbacol, deux spécimens ont été vus en accouplement avant de thermoréguler sur une dalle en béton, comme illustrée sur la figure 69 ci-dessous.

Figure 69 : couple de Lézards ocellés après accouplement © N. Fuento

Psammodrome d'Edwards.
Dès septembre 2016, un juvénile (figure 70) a été observé sous une plaque dans la Vallon de Rouard. Cette observation est illustrée ci-dessous.

Figure 70 : juvénile découvert sous une tôle en septembre 2016. © F. Grimal.

Au printemps 2017, les Psammodromes d'Edwards ont été observés dans différents types de milieux, des zones non incendiées de Salvarenque, des zones complètement incendiées comme à Magenta (figure 71), et des zones en partie brûlées au nord des Collets Rouges. L'espèce peut se contenter d'une végétation restreinte et de simples tas de cailloux pour trouver refuge.

Figure 71 : adulte observé dans une zone incendiée. © A. Johanet.

Couleuvre vipérine
Plusieurs individus ont été observés dans les milieux aquatiques de Magenta (figure 72) et des Collets Rouges (vallon du Gourgoulousier). Ses proies favorites, les amphibiens, ont continué à se reproduire dans les milieux aquatiques en 2017, offrant une ressource alimentaire toujours suffisante grâce notamment aux pontes et têtards (voir section 3.5). Un individu est illustré ci-dessous.

Figure 72 : Couleuvre vipérine en chasse dans la Mare de Magenta, avril 2017. © F. Grimal.

Couleuvre à échelons
Un individu a été trouvé sous une plaque dans le vallon du Gourgoulousier (figure 73) et un autre retrouvé écrasé sur la piste des collets rouges. L'espèce considérée comme semi-arboricole et appréciant les zones relativement anthropisées, trouve refuge dans les patchs de végétation non brûlés et les fissures dans les murets en pierres et les bâtiments. Un individu est illustré ci-dessous.

Figure 73 : Couleuvre à échelons aux Collets Rouges © N. Fuento.

Couleuvre de Montpellier
Aucune couleuvre de Montpellier n'a directement été observée, mais une mue (voir figure 74 ci-après) et un reste de cadavre (repas d'un circaète Jean le Blanc probablement) ont été trouvés en zone incendiée. L'espèce n'est *a priori* pas favorisée par le passage récent du feu, elle a besoin à la fois de zones ouvertes pour s'alimenter et thermoréguler, mais aussi d'une végétation assez dense pour se réfugier en cas de danger et trouver un autre type d'alimentation (jeunes oiseaux, rongeurs). Les zones

dépourvues de végétation rendent la couleuvre de Montpellier vulnérable à la prédation du Circaète Jean-le-blanc.

Synthèse

L'ensemble des observations peut être synthétisé au regard de l'impact de l'incendie. La carte de la figure 75 ci-dessous, basée sur la sévérité immédiate, permet cette synthèse.

Figure 74 : mue de Couleuvre de Montpellier. © A. Johanet.

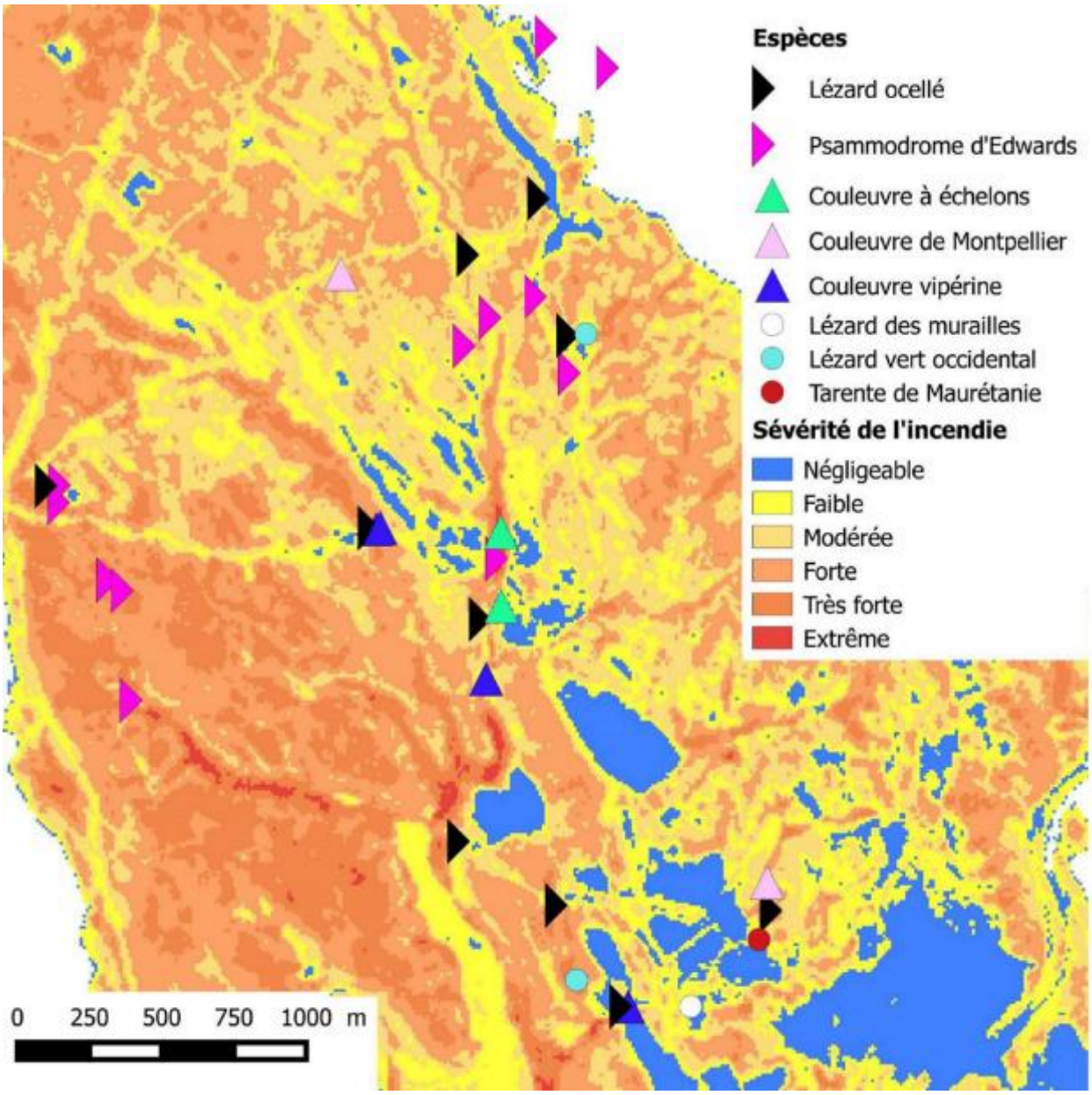


Figure 75 : carte de synthèse des observations de reptiles. Fond de carte : sévérité immédiate de l'incenie. Contient des données Copernicus (2017).

3.3.3. Discussion

La découverte la plus intéressante sur cette année de suivi est le peu d'effet que semble avoir eu l'incendie sur les populations de **Lézard ocellé**. Les éléments de comparaison manquent (faute d'avoir un état initial quantitatif), mais les très nombreuses observations de l'espèce en 2017 montrent que cette espèce est très bien adaptée au feu, **y compris à court terme.**

Le Lézard ocellé est une espèce très territoriale à l'âge adulte et on peut considérer que la grande majorité des individus observés est restée sur le même domaine vital qu'avant l'incendie. En considérant un domaine vital « modèle » de 1 hectare, on peut réaliser une cartographie des domaines et réaliser une statistique de la sévérité de l'incendie qui leur est associée. Les figures 76 et 77 ci-dessous présentent ce travail.

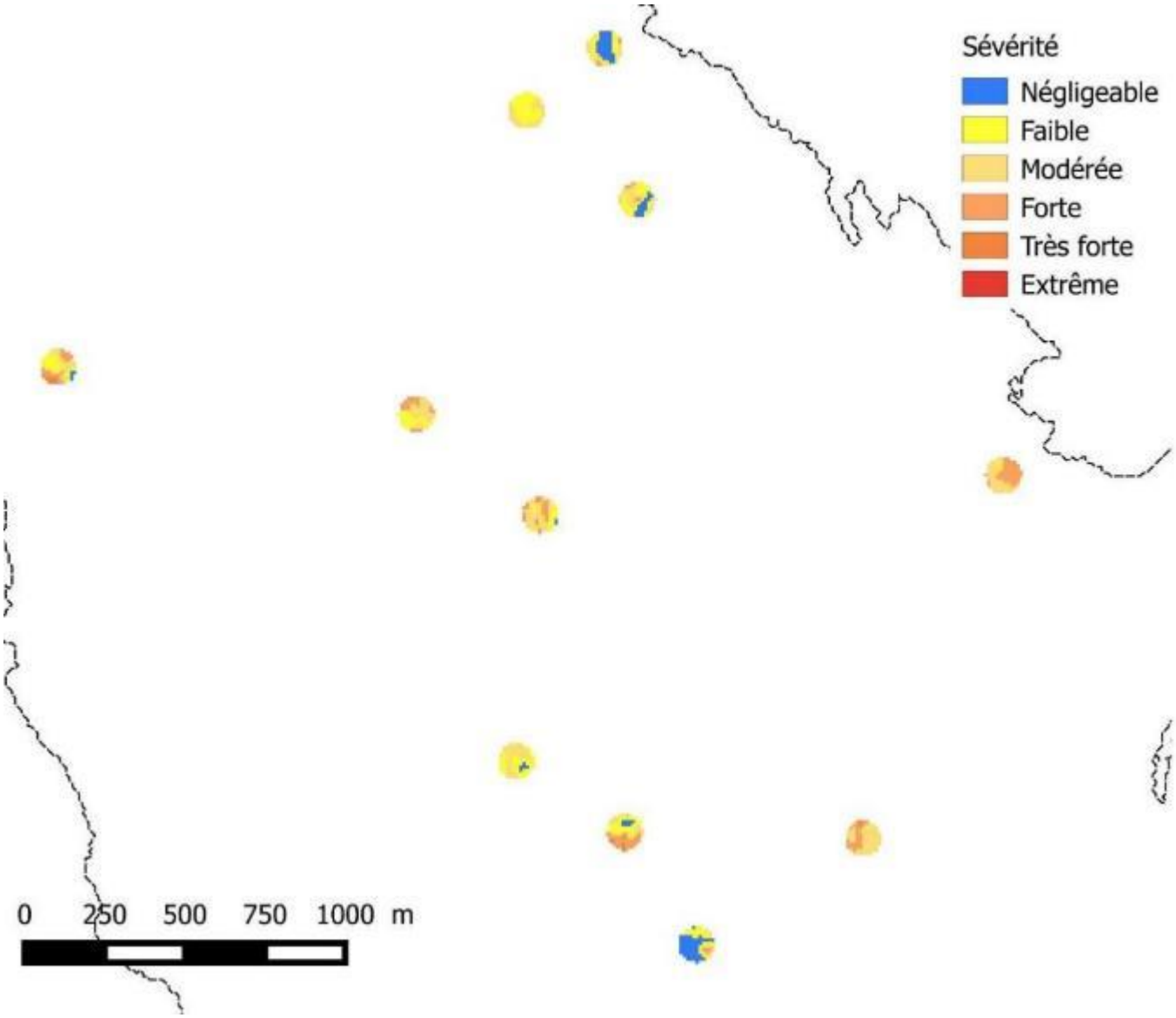


Figure 76 : territoires de surface 1 ha, tracés autour des points d'observation des Lézards ocellés. Contient des données Copernicus (2017).

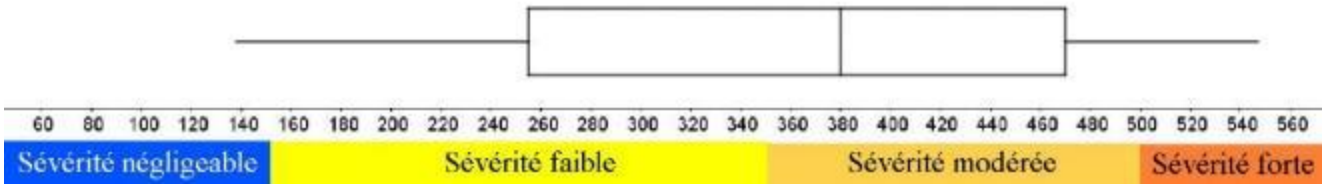


Figure 77 : diagramme en moustache de la sévérité immédiate de l'incendie à l'intérieur des territoires.

On observe une sévérité plutôt modérée de l'incendie dans les domaines vitaux, qui correspond aux milieux assez ouverts fréquentés par l'espèce.

Les figures 78 à 80 montrent un gîte typique utilisé par les lézards.

Figures 78, 79 et 80 : gîte d'un Lézard ocellé en pleine zone incendiée : vue large et gros plans. Le lézard peut s'abriter rapidement sous plusieurs centimètres de terre.

Le lézard utilise des trous naturels ou creusés par les animaux (en particulier le Lapin de garenne) et la terre, bon isolant, lui sert de protection contre la chaleur.

La figure 81 ci-contre présente la température mesurée dans le sol, suite à l'incendie d'une masse végétale typique des garrigues à Chêne kermès (Ecologistes de l'Euzière, 2008).

Au-delà de 4 à 5 cm de profondeur, la température reste compatible avec la vie.

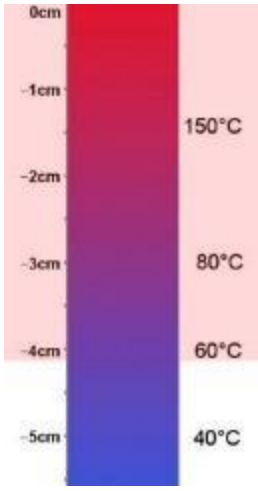


Figure 81 : température mesurée dans le sol au-dessous d'une masse végétale sèche incendiée de 18 tonnes par hectare.

Concernant les autres espèces de reptiles observées, la même stratégie a pu être adoptée mais à un degré moindre suivant les espèces.

Les anfractuosités des roches ont pu **protéger la Tarente de Maurétanie** et **le Lézard des Murailles.**

Le sort du **Psamodromme d'Edwards** est plus incertain, car il utilise souvent les racines des plantes et celles-ci ont pu propager le feu et la chaleur. **L'observation de nombreux survivants (y compris un juvénile) est rassurante** mais il est délicat d'évaluer la mortalité faute de suivi quantitatif (transect, capture-recapture).

On pourrait penser que les **serpents** subissent plus fortement l'effet de l'incendie car ils utilisent des abris moins profonds et peuvent avoir des habitudes arboricoles**. Les observations 2017 sont là encore rassurantes**, sans toutefois prouver que la survie est élevée. Une étude menée en Australie (WEBB & SHINE, 2008) montre qu'elle dépend fortement des espèces et de leurs habitudes.

De manière générale, les reptiles ne sont pas très mobiles et la nourriture a pu manquer pendant plusieurs mois à cause de l'incendie. Leur métabolisme d'animal poïkilotherme permet cependant d'affronter des diètes prolongées, en limitant fortement l'activité journalière.

Une étude très poussée a été menée dans le Var pour évaluer les effets à moyen et long terme des incendies sur les reptiles (SANTOS & CHEYLAN,

2013). La figure 82 ci-dessous en présente une synthèse.

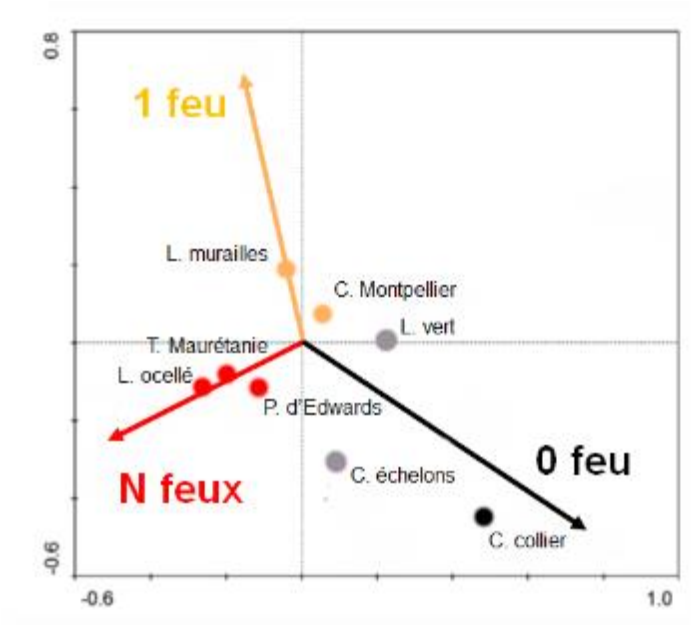


Figure 82 : analyse par composantes principales de différentes espèces de reptiles suivis dans le Var (et présentes sur l'Arbois). Les paramètres sont reliés aux nombres de feux subis par les différents secteurs d'étude. D'après Santos & Cheylan, 2013.

On peut en comparer ces résultats à ceux des observations 2017. Le Lézard ocellé, le Psammodrome d'Edwards et la Tarente de Maurétanie profitent des incendies, ainsi que le Lézard des murailles, dans une moindre mesure. Les serpents et le Lézard vert sont plus impactés.

Cette étude montre que la biodiversité alpha (c'est-à-dire le nombre d'espèces observées par transect) est la même en secteurs préservés et secteurs incendiés, alors que la **biodiversité gamma** (sur le total des transects) **est supérieure dans les zones préservées**. Celle-ci abrite à la fois des zones fermées (forêt) et des zones ouvertes (clairières), ce qui explique ce résultat.

On peut néanmoins considérer **la rareté des espèces et leur niveau de menace** : **les milieux incendiés sont alors très importants en termes de conservation, car ils abritent de fortes populations de Lézard ocellé, espèce menacée en France**. C'est particulièrement vrai dans les Bouches-du-Rhône.

Cet argument n'est pas valable partout : dans le Var, une autre espèce est fortement menacée : **la Tortue d'Hermann.** Cette espèce, absente de la zone d'étude, **est très sensible au feu et nécessite donc la préservation des espaces naturels de la destruction par les flammes**. La figure 83 ci-dessous montre les conséquences des incendies estivaux de 2017 au Cap Taillat (Var).

Figure 83 : Tortue d'Hermann tuée par l'incendie du 26 juillet 2017 sur le site du Cap Taillat dans le Var © S. Caron, SOPTOM.

3.4. Amphibiens

3.4.3. Méthodes de suivi

Le suivi des populations d'amphibiens du Plateau de Vitrolles est réalisé depuis 2013 et plus régulièrement depuis 2015 à raison d'un inventaire hebdomadaire en période favorable.

Visite diurne

Cette technique d'échantillonnage concerne les pontes et têtards d'anoures recherchés à chaque sortie diurne sur les points d'eau.

À chaque visite, les adultes et juvéniles ont aussi été recherchés sous les éléments susceptibles de servir de caches, soulevés le long des parcours de prospection (cavités, souches, pierriers, buissons et autres abris favorables).
Ce suivi peut être effectué toute l'année, certains têtards hivernant dans l'eau (pélodytes, grenouilles vertes).

Si besoin, l'individu est pris en main pour affiner l'identification (capture avec autorisation préfectorale).

Visite nocturne

En période de reproduction, les mâles d'anoures (Crapauds et grenouilles) chantent à la tombée de la nuit et sont donc facilement détectables et reconnaissables à cette occasion. En complément, une recherche à vue est effectuée dans et autour de points d'eau pour repérer les individus acoustiquement inactifs.
Le reste du temps, ils peuvent être observés au hasard de transect piéton ou automobile (à très faible vitesse), en phase de migration ou d'alimentation.

Les suivis sont effectués lorsque les conditions sont favorables : peu de vent, température assez chaude, humidité. Le calendrier et les conditions précises dépendent des espèces. Elles sont précisées dans le tableau 10 ci-dessous.

Tableau 9 : conditions favorables pour les suivis d'amphibiens

Espèce	Calendrier	Conditions observées
Crapaud épineux	Février - avril	Pluie après les premiers redoux *T*>5°C
Crapaud calamite	Février - septembre	Aux premiers redoux puis après chaque épisode orageux *T*>6°C
Pélodyte ponctué	Septembre - avril	Après chaque épisode orageux. *T*>3°C
Rainette méridionale	Mars - septembre	À partir du printemps *T*>8°C
Grenouilles vertes	Avril - septembre	Après un redoux marqué T>10°C

Suivi bioacoustique

Certains sites ont fait l'objet d'un suivi bioaucoustique spécifique permettant la détection des espèces de grenouilles présentes. Un petit enregistreur sonore est déposé pendant une à trois journées tout près de l'eau. L'enregistrement est ensuite analysé sur ordinateur ce qui permet de s'assurer que les grenouilles sont bien des Grenouilles rieuses ou appartiennent à un autre taxon. L'enregistrement permet de détecter d'autres espèces (amphibiens, mais aussi oiseaux).

Suivi par Capture-Marquage-Recapture

En parallèle, une étude de Capture-Marquage-Recapture **(CMR)** a été mise en place en 2015 sur le Crapaud calamite avec pour objectif de suivre les déplacements des individus, d'évaluer la taille de la population locale et le suivi de son évolution. La technique permet aussi d'apporter des éléments de réponses relatives à la **dynamique de population** (évolution des paramètres démographiques tels que sex-ratio et survie adulte) et aux **modalités de dispersion** (distances parcourues, habitats de chasse, ...) **en zone de garrigue, un habitat qui reste mal connu scientifiquement**.

Trois sites font l'objet d'un suivi complet sur plusieurs années : la carrière de Vitrolles, la Mare aux abeilles (près du Village) et la Lavogne du Gourgoulousier. D'autres sites peuvent faire l'objet d'un suivi ponctuel pour repérer les déplacements ou évaluer la population présente sur quelques jours.

La technique est détaillée plus précisément un plus loin (partie 3.5.4).

Les sites suivis

En tout huit mares et trois rus de fond de vallon ont été suivis de façon régulière. Le tableau 11 ci-dessous résume les sites et les techniques utilisées.

Tableau 10 : détail des sites suivis pour les amphibiens.

	Nom	Méthodes utilisées
Mares		
1	**Mare aux abeilles**	Visites diurnes / Visites nocturnes / **Suivi CMR**
2	**Fond de carrière**	Visites diurnes / Visites nocturnes / **Suivi CMR**
3	**Lavogne du Gourgoulousier**	Visites diurnes / Visites nocturnes / **Suivi CMR**
4	Retenue de Magenta	Visites diurnes / Visites nocturnes
5	Lavogne du Village	Visites nocturnes
6	Mare de Salvarenque	Visites diurnes / Visites nocturnes
7	Cross des Collets Rouges	Visites diurnes / Visites nocturnes / CMR ponctuelles
8	Retenue de Valbacol	Visites diurnes / Visites nocturnes / Enregistreurs
Rus		
A	Vallon du Livon	Visites diurnes / Visites nocturnes / **CMR ponctuelles**
B	Vallon de Cantarel	Visites diurnes
C	Vallon du Gourgoulousier	Visites diurnes / Enregistreurs

Ces sites ont subi plus ou moins fortement l'impact de l'incendie. Les figures 84 à 88 permettent de visualiser les sites et les analyser en termes de sévérité immédiate.

Figure 84 : Mare aux Abeilles (site 1), juste après l'incendie puis au printemps suivant.

Figure 85 : Vallon de Livon (site A) en février 2017.

Figure 86 : Lavogne du Gourgoulousier (site 3) au printemps 2017

Figure 87 : Crapaud calamite sur le site "fond de carrière" (site 2).

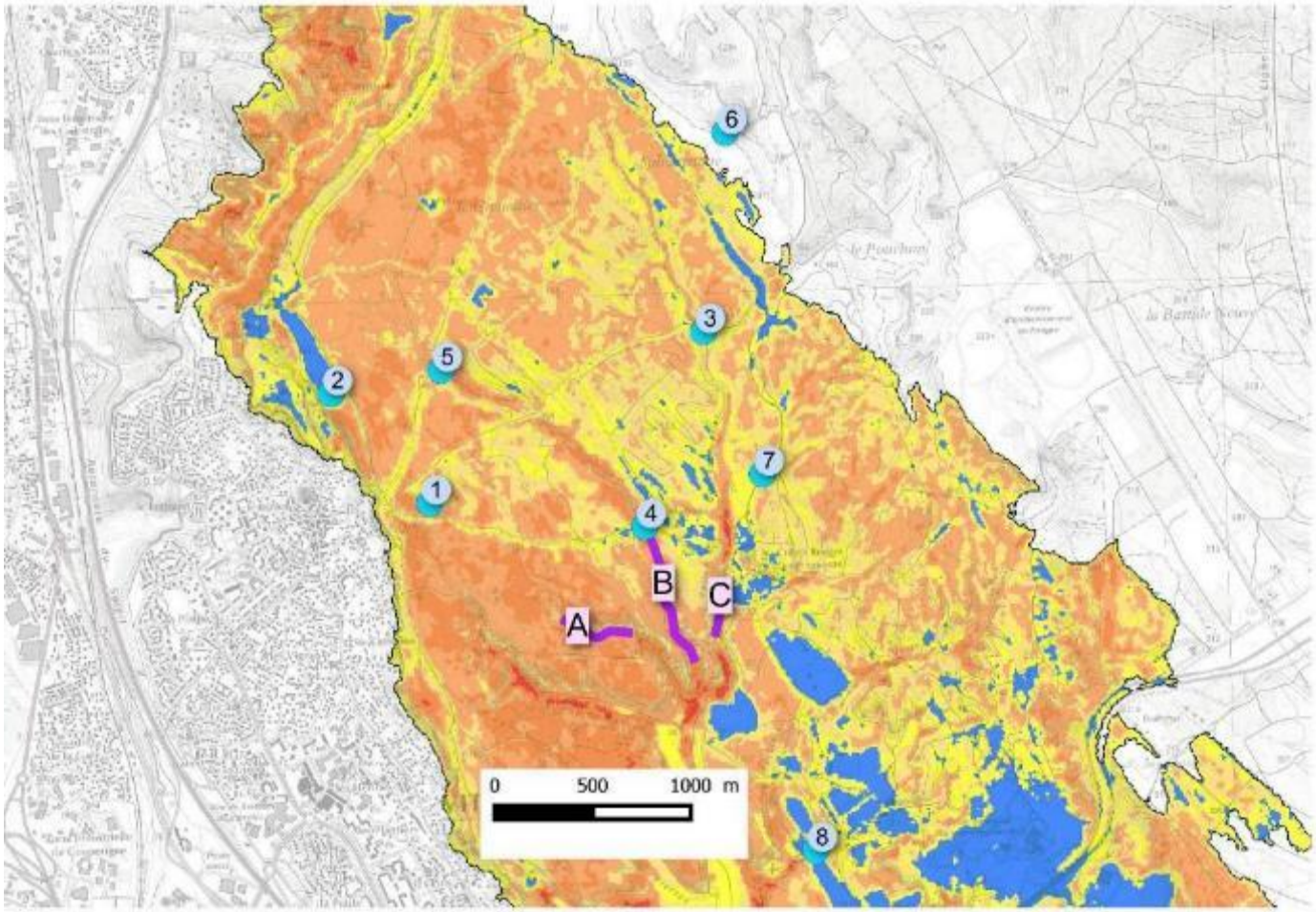


Figure 88 : vue d'ensemble des sites. En fond : sévérité immédiate de l'incendie.

3.4.4. Résultats des suivis

Deux semaines après l'incendie, des survivants été observés sur le cross de Collets rouges (mare 7), encore en eau : des adultes de Grenouilles rieuses et des imagos de Rainette méridionale. L'eau et les joncs leur ont servi d'abris (voir figures 89 et 90).

Figures 89 et 90 : Cross des Collets rouges fin août 2016, un des dernières oasis en pleine zone incendiée du Plateau de Vitrolles. Imago de Rainette méridionale à l'abri dans les joncs. © F. Grimal

Après les premières pluies fin septembre-début octobre, un pélodyte mâle a été observé plusieurs jours dans la Mare aux Abeilles (site 1), ainsi qu'un mâle de Crapaud calamite très amaigri.

Un parcours réalisé le 1er octobre a permis d'observer plus d'une dizaine de Crapauds calamites en transit/alimentation, certains dans des zones très impactées par l'incendie. Tous les individus étaient en bonne forme (figure 91).

Figure 91 : Crapaud calamite mâle en mouvement dans les cendres © F. Grimal

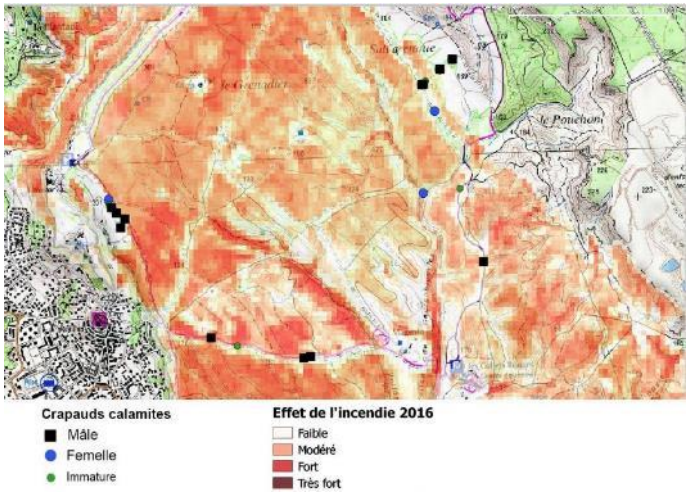


Figure 5 : localisation des Crapauds calamites observés le 1er octobre 2016. Ce jour-là était un des premiers jours post-incendie avec des conditions favorables (pluie, températures assez douces). Contient des données Copernicus (2017).

La figure 92 ci-dessus présente la localisation de tous les crapauds.

Les premières reproductions ont lieu fin janvier 2017. Des mâles de pélodytes et de crapauds sont observés sur les différents sites.

Le 9 février, deux pontes de pélodyte sont observées dans le Vallon du Livon, une zone particulièrement impactée par l'incendie, exactement six mois après l'incendie du 10 août. Les semaines suivantes ont permis l'observation de pontes de Crapaud épineux et calamites et de toutes les espèces en phase de reproduction.

Les figures 93 à 100 ci-dessous et ci-après illustrent ces observations (photographies © F. Grimal).

Figure 93 : ponte de pélodyte, le 9 février 2017, Vallon du Livon.

Figure 94 et 95 : source dans la Vallon de Cantarel et ponte de Crapaud épineux dans la mare associée. Le 2 mars 2017.

Figure 98 : amplexus de Crapaud épineux dans la Lavogne du Gourgoulousier.

Figure 96 : amplexus de Crapauds calamites près de la Mare aux Abeilles.

Figure 99 : Têtards de Crapaud calamite dans le Valllon du Livon © F Grimal. On peut voir la présence de pattes postérieures.

Figure 97 : têtards de Crapaud calamite, proches de l'émergence. Lavogne du Gourgoulousier.

Figure 100 : imago de Grenouille rieuse observé sur le site 8 après l'été (retenue de Valbacol).

On peut établir un bilan complet espèce par espèce :

Crapaud calamite
Reproduction certaine site 3 ; probable sites 4,5, 8, A et B ; possible sites 2, 6, 7 et C. Echec (assec) au site 1.

Crapaud épineux
Reproduction probable site 6 et 8 ; possible sites 3, B et C.

Pélodyte ponctué
Reproduction probable site 6, A et B. Possible sites 2, 4 et C. Echec (assec) au site 1.

Rainette méridionale
Activité vocale observée site 1, 2, 7 et C. Site 4 déserté. Aucun têtard n'a été observée en 2017 mais leur détection est parfois difficile.

Grenouille rieuse
Activité vocale observée site 4, 6, 7, 8 et C. Reproduction certaine sur site 8, possible sur les sites 6 et 7.

3.4.5. Capture-recapture : détails de la méthode

Suivi de terrain
Pour ce qui concerne le Crapaud calamite, trois sites sont suivis spécifiquement depuis 2015, à l'aide d'une méthode par capture photographique du motif dorsal des individus rencontrés (voir figure 29). Ce motif est unique pour chaque individu et il varie peu dans le temps à l'âge adulte. On peut ainsi reconnaitre un individu déjà capturé (voir figure 30). La suite du 3.5.3 décrit quelques détails de la méthode mais **une publication complète sera dédiée à ce sujet (prévue en 2019).**

Seuls les mâles matures sont considérés dans cette étude. En effet les femelles sont moins fidèles aux sites et y passent peu de temps. Pour des raisons éthiques, les individus en amplexus sont photographiés tels quels, ce qui limite encore plus le suivi des femelles (qui sont dessous). Chaque année, en fin d'hiver et au printemps, les trois sites sont visités plusieurs fois après chaque épisode pluvieux. Le tableau 9 résume le nombre de visites par site et par an.

A chaque visite, un certain nombre de mâles sont capturés (photographiés, voir figure 101). Chaque photographie est datée et géolocalisée. Pour aider à la reconnaissance des individus (figure 102), deux logiciels sont utilisés : Wild-Id (BOLGER & *al*., 2012) et Hotspotter (CRALL & *al*., 2014).

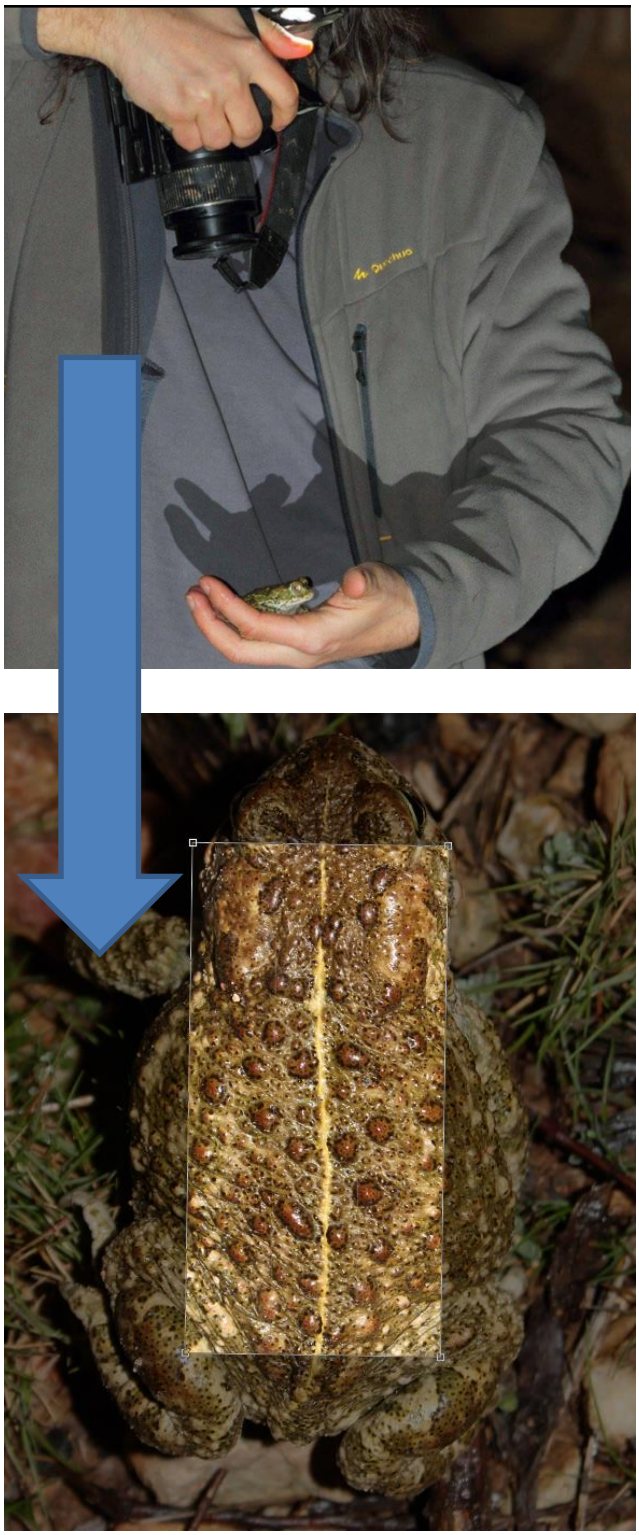


Figure 101 : marquage photographique d'un individu. © L. Rouschmeyer et F. Grimal.

Figure 102 : même individu capturé à 3 reprises. Le motif dorsal varie très peu avec les années. © F. Grimal.

Tableau 11 : nombre de visites par années et par site.

Site / Année	2015	2016	2017
Abeille	11	10	16
Carrière	13	8	11
Lavogne	7	6	13

Des modèles permettent ensuite de tenir compte de **l'imperfection de la détection** (probabilité inférieure à un) et des **arrivées échelonnées des mâles sur le site.**

Modélisation

Pour simplifier la modélisation, **les visites sont regroupées selon trois ou quatre dates par site et par an**. Ce regroupement est effectué en essayant d'homogénéiser les différentes sessions. Il est fortement corrélé aux différents épisodes pluvieux. Le tableau 13 donne un exemple d'un tel regroupement.

Un historique de capture est alors déterminé pour chaque individu. Cet historique est utilisé dans le logiciel Mark (WHITE & BURNHAM, 1999) et, après quelques hypothèses, on peut calculer la population de mâles présente chaque année et la survie interannuelle.

Tableau 12 : détail du suivi à la Mare aux Abeilles. Les visites sont regroupées selon 4 dates par an.

Date du suivi	Date du regroupement	Année
2 mars	3 mars	2015
3 mars		
7 mars	10 mars	
10 mars		
13 mars		
16 mars	18 mars	
18 mars		
19 mars		
30 avril	13 juin	
13 juin		
8 février	4 mars	2016
21 février		
4 mars		
10 mars	13 mars	
13 mars		
17 mars		
20 mars	20 mars	
22 mars		
11 mai	11 mai	
13 mai		
21 janvier	15 février	2017
10 février		
15 février		
16 février		
17 février		
8 mars	9 mars	
9 mars		
10 mars		
24 mars	26 mars	
26 mars		
6 avril		
26 avril	6 mai	
2 mai		
6 mai		
9 mai		
29 juin		

Le modèle utilisé est du type « Robust design » en population ouverte (KENDALLL & *al.*, 1997).

Les principales hypothèses du modèle sont les suivantes :

- Tous les individus présents sur le site de reproduction ont la même probabilité d'être capturés.
- Cette probabilité est constante dans le temps pour un site et une année donnée (hypothèse possible grâce au regroupement des dates).

- Les individus peuvent arriver après la première date et partir avant la dernière. Tout départ du site est définitif pour la saison (hypothèse de population ouverte type « POPAN », WHITE & BURNHAM, 1999).
- La survie est calculée entre chaque saison (« Robust design »)
- Les mâles survivants sont supposés venir chaque année sur le même site, au moins une fois **(hypothèse de migration nulle).**

D'autres hypothèses seront explorées après un suivi plus long (5 ans), en particulier la possibilité de migrer ou de rater une saison de reproduction.

3.4.6. Capture-recapture : résultats

Le modèle permet de modéliser pour chaque année, chaque site et chaque « date » de regroupement la population de mâles reproducteurs présente sur place. Cela permet d'estimer le pic de reproduction. Un exemple est illustré sur la figure 103 ci-dessous. On voit que le pic se situe à la mi-mars.

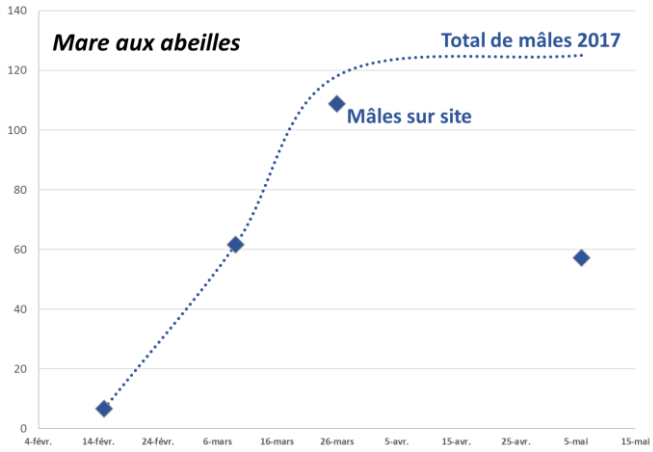


Figure 103 : modélisation de la population de mâles reproducteurs sur le site "Mare aux Abeilles", pour l'année 2017.

Un bilan annuel est établi : pour chaque site, on considère la « super-population » du total des mâles passé pendant la saison. Ce total est estimé avec une erreur standard et un intervalle de confiance.

Entre deux années (2015 et 2016, 2016 et 2017), on peut estimer la survie. Là encore elle est estimée avec une erreur standard et un intervalle de confiance. Le modèle est calculé avec une hypothèse de migration nulle, mais en réalité il est impossible de savoir si les crapauds « morts » sont effectivement décédés, où s'ils ont simplement migré ailleurs (hors sites suivis) ou raté des périodes de reproduction. Un suivi plus long (au moins cinq ans) permettra d'être plus précis sur ce dernier point. Les migrations observées entre sites suivis (vérifiables par la CMR) sont négligeables (aucun échange observé entre les trois sites, quelques échanges (quatre pour plus de 400 individus) observés avec d'autres sites sans suivi régulier).

Les résultats sont synthétisés dans les tableaux 14 et 15 et sur la figure 104, page suivante.

Tableau 13 : population de mâles par année et par site.

Année	Population	Intervalle de confiance à 95%
Mare aux Abeilles		
2015	$\mathbf{136} \pm 12$	$[112; 160]$
2016	$\mathbf{127} \pm 14$	$[99; 156]$
2017	$\mathbf{121} \pm 2$	$[118; 124]$
Fond de Carrière		
2015	$\mathbf{79} \pm 0$	$[79; 79]$
2016	$\mathbf{113} \pm 2$	$[110; 117]$
2017	$\mathbf{87} \pm 4$	$[80; 94]$
Lavogne du Gourgoulousier		
2015	$\mathbf{24} \pm 4$	$[16; 31]$
2016	$\mathbf{25} \pm 4$	$[18; 33]$
2017	$\mathbf{44} \pm 4$	$[37; 51]$

Tableau 14 : survies interannuelles par site

Années	Survie	Intervalle de confiance à 95 %
Mare aux Abeilles		
2015 > 2016	$\mathbf{0,948} \pm 0{,}074$	$[0{,}491; 0{,}997]$
2016 > 2017	$\mathbf{0,572} \pm 0{,}060$	$[0{,}452; 0{,}684]$
Fond de Carrière		
2015 > 2016	$\mathbf{0,764} \pm 0{,}051$	$[0{,}652; 0{,}849]$
2016 > 2017	$\mathbf{0,451} \pm 0{,}055$	$[0{,}347; 0{,}561]$
Lavogne du Gourgoulousier		
2015 > 2016	$\mathbf{0,830} \pm 0{,}166$	$[0{,}329; 0{,}980]$
2016 > 2017	$\mathbf{0,749} \pm 0{,}154$	$[0{,}374; 0{,}937]$

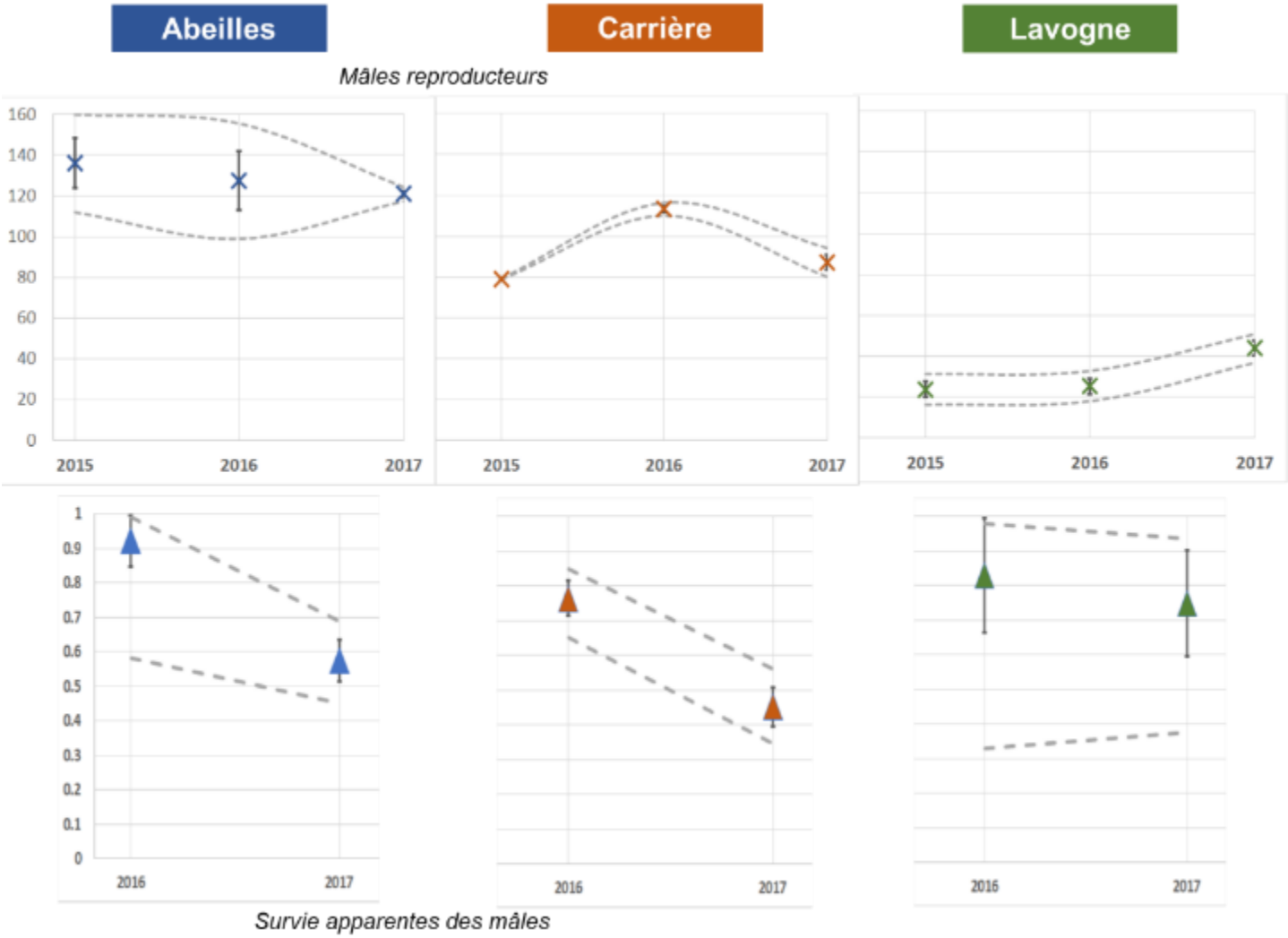


Figure 104 : synthèses des résultats du modèle par sites et années. Les barres indiquent l'erreur standard, les pointillés indiquent l'intervalle de confiance à 95%.

La survie apparente baisse sensiblement entre la situation avant et après l'incendie pour les 3 sites, mais les incertitudes inhérentes au modèle et au suivi **ne permettent d'être réellement affirmatif que pour le site « fond de carrière ».** Les deux autres sites nécessiteraient des années de suivi supplémentaires pour se faire une idée plus précise.

Les populations totales sont peu impactées, principalement parce que de nouveaux individus arrivent sur les sites et remplacent les « partants ». Ces individus, plutôt jeunes, proviennent de zones qui n'ont pas nécessairement été impactées par le feu (dispersion). Les années 2014 et 2015 ont été bonnes en matière de réussite de reproduction, avec assez de pluie et ont pu contribuer à ce renouvellement

Il y a donc une surmortalité non négligeable due à l'incendie. On ne peut cependant pas savoir si c'est une mortalité réelle ou une mortalité apparente due à la désorganisation des populations et éventuellement un biais sur l'année 2015 (qui était très bonne en termes de condition).

On peut toutefois conclure **qu'au moins 60 % des individus ont survécu à l'incendie et aux conditions de vie rudes qui ont suivi dans les semaines suivantes.**

Un complément de suivi permettra d'affiner les choses.

3.4.7. Discussion

L'impact à court terme des incendies sur les amphibiens est assez peu documenté dans la littérature. Les études menées en 2016 et 2017 ont permis d'apprécier cet impact et les résultats sont dans l'ensemble rassurants.

Impact sur les espèces

Les espèces fouisseuses tolèrent bien le feu dans l'ensemble. **Le Crapaud calamite, le Crapaud épineux et le Pélodyte ponctué** utilisent des gîtes assez profonds en journée, en particulier lors de leur estivation : terrier animal (figure 106, ref), trous naturels (observation lors des prospections, figure 105) … Le Plateau de Vitrolles est très riche pour ce type d'abris : le sol marneux est suffisamment meuble et les falaises calcaires regorgent de fentes et de trous. Tout comme pour le Lézard ocellé (voir section 3.3.3), ces abris protègent des fortes chaleurs liées aux flammes. Des individus peuvent aussi s'enfouir sous une terre très meuble, par exemple dans les champs de céréales (qui brûlent par ailleurs moins intensément).

Figure 105 : trou naturel au pied d'une falaise, dans lequel deux Crapauds épineux ont été observés de jour (Vallon de Cantarel, avril 2017). © F. Grimal.

Figure 106 : les terriers sont souvent utilisés par les crapauds pour gîter la journée. © F. Grimal.

Cependant, certains individus ont pu s'abriter sous des abris moins protecteurs, comme les pierres ou pire, les tas de bois morts. Cela explique peut-être la surmortalité observée dans les modèles de CMR. La baisse en proies disponibles est un autre facteur explicatif.

La Grenouille rieuse semble elle aussi bien adaptée au feu. Les populations semblent peu impactées. Préférant les sites en eau estivale, elle a pu ainsi s'abriter de la chaleur, comme illustrée sur la figure 107 ci-dessous.

La grenouille adopte probablement un comportement fouisseur quand les conditions deviennent trop sèches. Son écologie reste mal connue à ce niveau, on sait qu'elle peut hiverner dans la vase mais quid de la saison estivale ? Sur le site de Salvarenque, les adultes utilisent régulièrement les trous et les failles dans la roche pour se cacher en cas de dérangement. Ce comportement doit exister aussi en cas d'assec.

Figure 107 : Grenouille rieuse protégée du feu par l'eau de sa mare. Cross des Collets Rouges, 26 août 2016. © F. Grimal.

L'espèce subissant le plus fort impact est sans doute la Rainette méridionale. Ces habitudes arboricoles la rendent assez sensible aux flammes. **Elle peut néanmoins survivre dans les sites restés en eau l'été et utiliser des abris au sol.**

Il est difficile d'évaluer l'impact du feu de 2016 : la Mare de Magenta (site 4, important pour la reproduction avant 2016) a été dénaturée car sa bâche a fondu et sa végétation hygrophile a quasiment disparu. Les rainettes ont déserté ce site mais elles ont pu migrer ailleurs pour certaines d'entre elles. La mortalité doit cependant être importante. A noter que l'essentiel des populations locales vit dans les marais du pourtour de l'Etang de Berre.

Impact sur les sites

La figure 108 ci-dessous permet d'apprécier l'impact de l'incendie sur quatre des sites suivis. **Une statistique de la sévérité immédiate est établie dans un rayon de 300 m autour des sites**, distance assez typique de mouvement moyen des amphibiens (hors migration).

Les vallons sont les sites les plus impactés, ce qui s'explique par la présence de garrigue haute à base d'Ajonc de Provence et de filaires avant l'incendie. Grâce à la richesse en abris dans la roche, les amphibiens ont cependant pu affronter l'incendie. La forte présence d'individus lors des périodes de reproduction 2017 en est la preuve, confirmant le fait que les individus savent s'abriter en été.

Pour les trois sites concernés par la CMR, l'impact est moins sévère mais il demeure important.

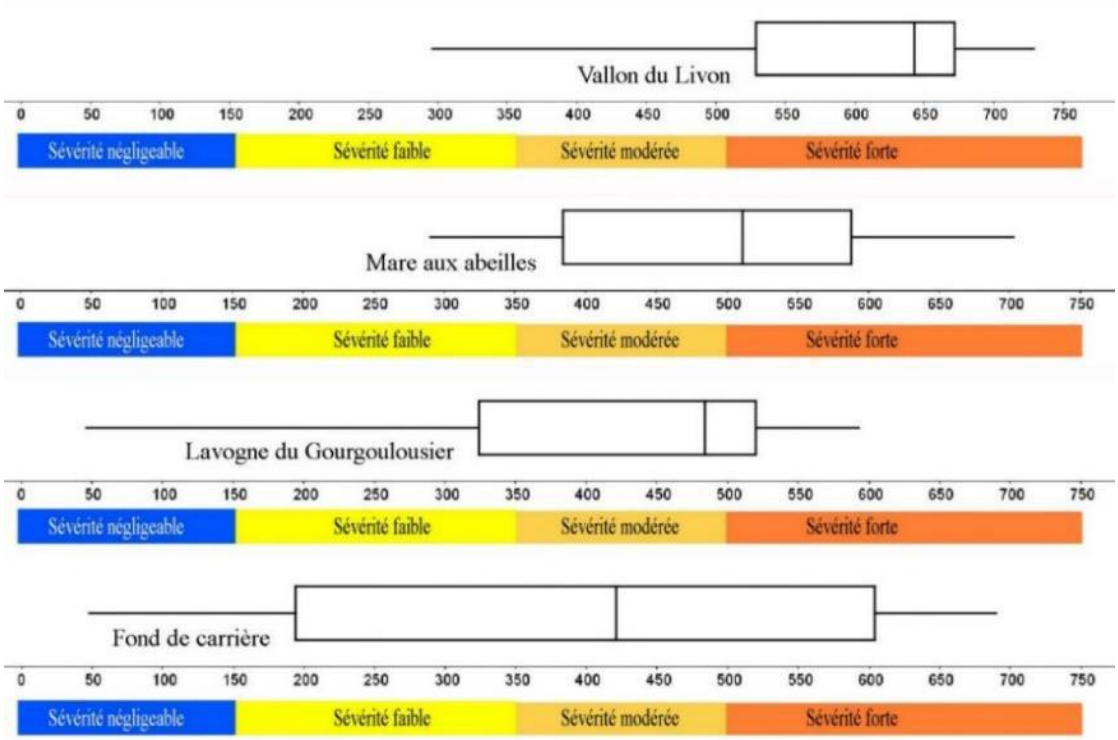


Figure 108 : diagrammes en moustache de la sévérité immédiate de l'incendie, tracé pour quatre des sites suivis. Statistiques réalisées dans un rayon de 300 m autour des sites.

3.5. Mammifères

3.5.3. Méthodes de suivi

Mammifères non volants

Les mammifères non volants ont fait l'objet d'un **suivi opportuniste**. En tout, **38 données ont été obtenues**, soit par observation directe, soit par analyse de traces.

Aucune donnée de micromammifère n'a été obtenue après l'incendie. Ce groupe nécessite un suivi technique spécifique : pose de piège et/ou analyse de pelotes.

Chiroptères

Pour l'étude des chiroptères, un parcours de 3,5 km de long a été réalisé le 13 juin 2016 de 21h30 à 23h30, dans des conditions optimales (température assez chaude, pas de vent). Le tracé parcouru est illustré sur la figure 109 ci-dessous.

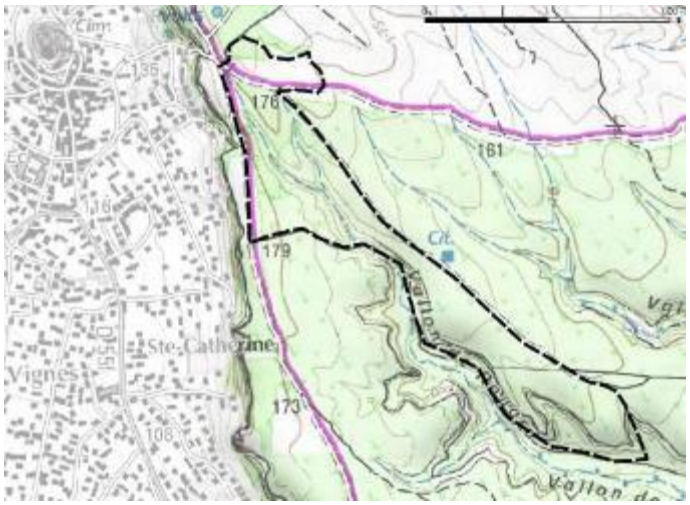


Figure 109 : tracé du parcours chiroptère du 13 juin 2016 (en pointillés noirs sur la carte). Fond de carte © IGN.

Malheureusement, le risque incendie n'a pas permis de refaire ce parcours plus tard ni d'en faire d'autres, avec une interdiction d'accès de nuit quasiment tous les soirs de juillet et aout 2017 (niveau rouge).

Lors de ce parcours, les chauves-souris ont été détectées en continu à l'aide de l'accessoire « Echometer touch » de Wildlife acoustics, branché sur une tablette Ipad. Le logiciel associé a permis d'analyser les spectrogrammes des ultrasons enregistrés, afin de déterminer les espèces entendues. Un exemple est donné dans la figure 110 ci-après.

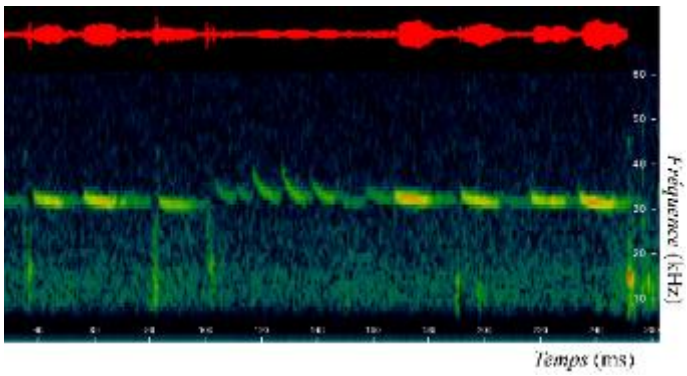


Figure 110 : spectrogramme de l'écholocation d'un Vespère de Savi. Le temps est en format "compressé" (sans les pauses).

3.5.4. Résultats

En tout, 11 espèces de mammifères ont été observées, cinq mammifères non volants et six chiroptères. Le tableau 16 ci-dessous en donne la liste précise.

Tableau 15 : liste des mammifères observés lors du suivi.

Espèce	Statut
Mammifères non volants	
Ecureuil roux	Peu d'observations directes.
Lapin de garenne	Très présent partout, sauf pinèdes incendiées.
Renard roux	Une observation directe plus crottes.
Sanglier d'Europe	Très présent partout.
Chiroptères	
Molosse de Cestoni	Observations régulières.
Pipistrelle commune	En zone de pinèdes.
Pipistrelle de Khul	Commun en zone de pinède.
Pipistrelle de Nathusius	Une observation.
Pipistrelle pygmée	Commun en zone de pinède.
Vespère de Savi	Nombreux dans le Vallon de Rouard.

Mammifères non volants
Des mammifères ont été observés dès les premières semaines après l'incendie.

Le seul mammifère retrouvé mort a été un **Sanglier d'Europe** (voir figure 111 ci-dessous). Il était piégé dans un fond de vallon.

Figure 111 : sanglier retrouvé mort dans un fond de vallon, après l'incendie. © F. Grimal.

De nombreuses empreintes de sanglier ont été régulièrement observées partout sur le Plateau, et **des individus vivants régulièrement rencontrés.** (Voir figure 112 ci-dessous).

Figure 112 : Sanglier d'Europe vivant, le 10 juin 2017. © F. Grimal.

Des **Ecureuils roux** ont été observés mais en assez faible quantité et plutôt dans des secteurs préservés. Dans les secteurs les plus impactés, des traces de repas ont été retrouvées (voir figure 113). Un individu a été observé en train d'utiliser les anfractuosités des falaises pour se cacher, faute d'abri dans les arbres.

Figure 113 : reste de repas d'Ecureuil roux. © F. Grimal.

Les Lapins de garennes ont été observés à de très nombreuses reprises, dans tous les secteurs. Ils utilisaient abondamment les zones incendiées pour se nourrir, même lorsque la végétation y était très réduite.

Un **Renard roux** a été observé directement en zone incendiée et de nombreuses crottes de canidé types renard ont été trouvées.

Chiroptères

Deux zones de fortes activités ont été identifiées.

La première zone est située près de la Mare aux Abeilles, avec un mélange de pins incendiés et de pins préservés. Dans ce secteur, trois espèces avaient une forte activité de chasse : **Pipistrelle de Kuhl, Pipistrelle pygmée et Pipistrelle commune**. Les deux premières étaient particulièrement actives. Une **Pipistrelle de Nathusius** a été contactée dans le même secteur.

La deuxième zone est située dans le Vallon de Rouard. Une forte activité de **Vespère de Savi** y a été détectée, avec aussi des Pipistrelles de Kuhl et pygmée.

Les secteurs de garrigue situés entre ces deux zones sont en revanche pauvres en contact. Durant le parcours, plusieurs **Molosses de Cestoni** ont été contactés tout au long du parcours. D'autres contacts opportunistes ont lieu pour cette espèce, quasiment toute l'année.

La figure 114 ci-dessous résume l'ensemble de ces observations.

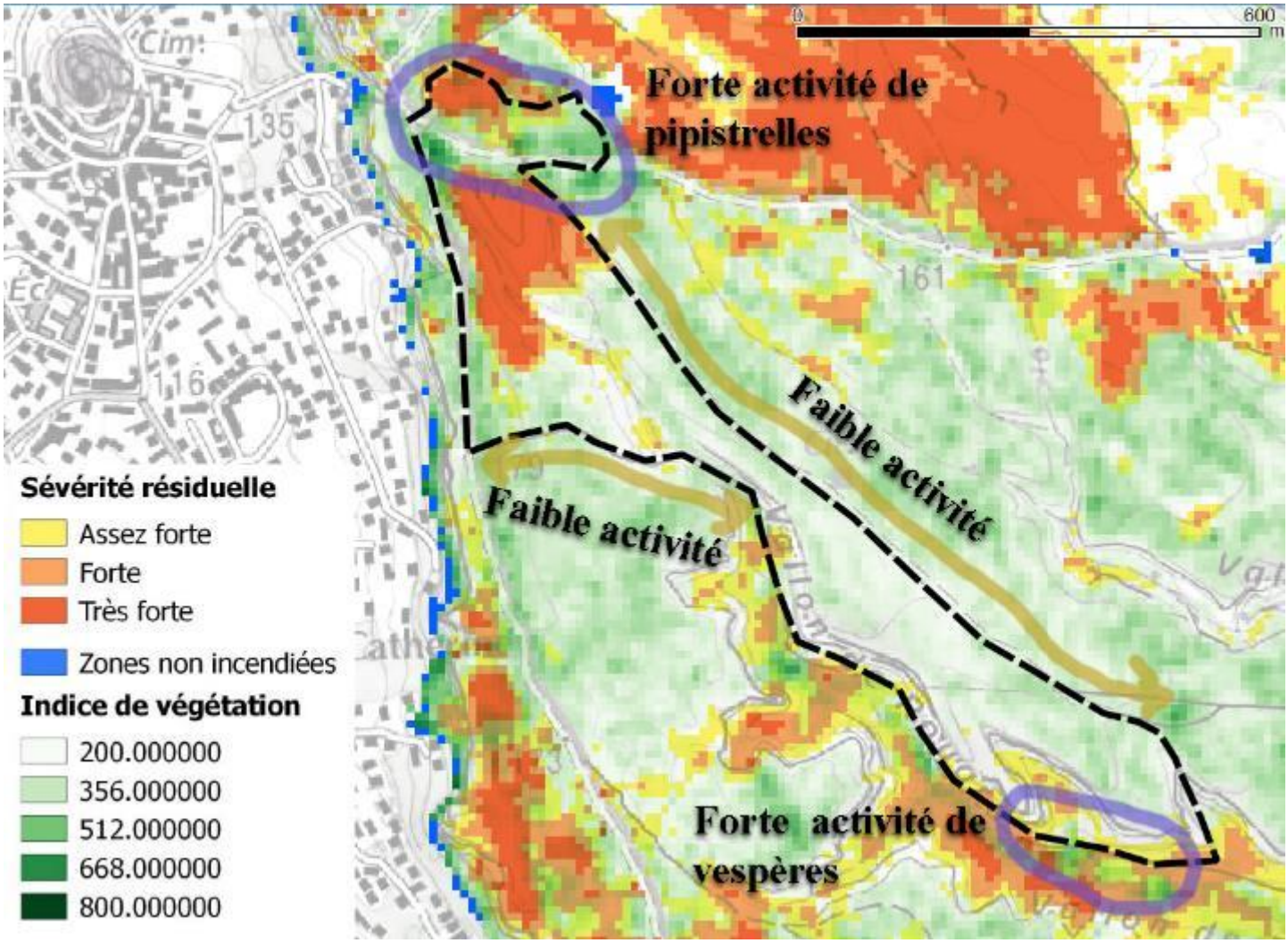


Figure 114 : résultats du parcours chiroptères du 13 juin. Carte décrite p.28. Fond de carte © IGN. Contient des données Copernicus (2017).

3.5.5. Discussion

L'impact de l'incendie sur les mammifères semble variable suivant les espèces.

Les sangliers et les lapins ne semblent pas avoir été durement affectés. Des individus sont sûrement morts durant le sinistre, à cause du feu mais aussi des fumées, mais la majorité a pu fuir (sanglier) ou se terrer (lapin).

L'abondance de lapins après l'incendie est un point positif concernant la biodiversité : ils permettront de maintenir certaines zones ouvertes plus longtemps (figure 115) et leur terrier serviront d'abri à de nombreuses espèces, en particulier le Lézard ocellé.

Figure 115 : les Lapins de garenne participent à l'entretien des milieux ouverts et à la création de gites pour d'autres espèces. © F. Grimal.

Il serait intéressant d'analyser l'effet des sangliers et des lapins sur la vitesse de régénération des milieux. En particulier, les lapins peuvent limiter la repousse de certaines espèces et contribuer à maintenir les milieux ouverts.

L'impact sur l'Ecureuil roux (voir figure 116 **est important**. Avec de nombreux pins matures détruits, l'écureuil a perdu de grandes surfaces d'habitats (environ 400 ha, voir section 2.3.3). À court terme, il a cependant profité d'une manne alimentaire avec une forte disponibilité de pommes de pin brûlées.

Le Hérisson d'Europe et la Fouine n'ont pas été observés, mais le faible nombre de données pré-incendie montre que leur détectabilité est faible. Il est donc impossible de conclure sur leur statut.

Figure 116 : l'Ecureuil roux fréquente les pinèdes matures. © F. Grimal.

Concernant **les chiroptères**, l'impact semble mesuré : les mêmes espèces sont présentes avant et après l'incendie, dans les mêmes zones. L'activité réduite des chiroptères en hiver et la présence de zones favorables à la chasse à proximité ont permis leur survie.

La Noctule de Leisler avait été observée régulièrement dans le Val d'Ambla avant l'incendie et il faudrait vérifier qu'elle y est encore présente. Pour les espèces plus difficiles à détecter (murins, oreillards, rhinolophes), le Plateau de Vitrolles semble peu propice à leur observation, à part peut-être dans la ripisylve du Bondon. Un inventaire pourrait être mené dans ce secteur.

3.6. Papillons de jour

3.6.1. Méthodes de suivi

Parallèlement à des observations opportunistes menées lors des différentes sorties, deux méthodes plus précises ont été privilégiées.

Transects

Les papillons de jour sont suivis par **la méthode des transects**, basée sur la recherche des imagos. Le protocole est basé sur **celui du Suivi Temporel des Rhopalocères de France** (STERF mis en place par le MNHN dans le cadre du programme Vigie Nature). Cette méthode de comptage par transects est utilisée dans la plupart des protocoles de suivi des rhopalocères en Europe.

Les objectifs sont de recenser de façon standardisée les papillons diurnes par observation visuelle et de quantifier dans le temps et dans l'espace l'abondance des espèces ainsi que la composition des communautés de rhopalocères sur le site étudié.

Le protocole consiste à parcourir à pied un linéaire de 100 à 300 mètres pour observer visuellement et compter tous les individus détectés sur une distance de 5 mètres de part et d'autre du transect. Cette distance constitue une limite raisonnable pour une identification sans capture d'un nombre important d'espèces. Pour les espèces non identifiables à vue, les individus sont capturés au filet entomologique, identifiés et relâchés immédiatement. Ce procédé est illustré sur la figure 117 ci-dessous.

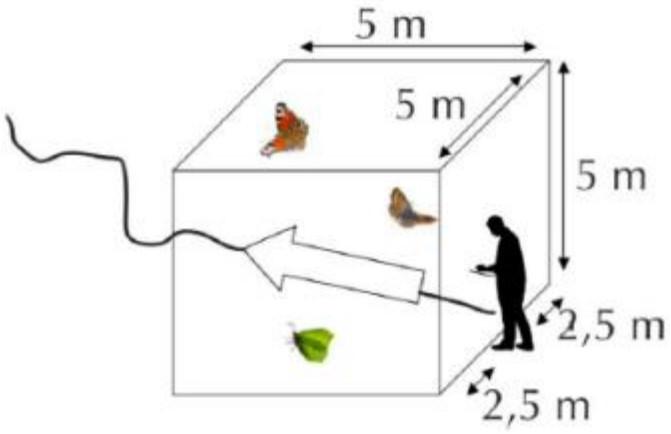


Figure 117 : principe du transect papillon

Chaque transect n'est parcouru qu'une seule fois par visite, l'observateur étant à la limite postérieure d'une boîte virtuelle de 5 m de côté avançant devant lui. Tous les papillons présents à l'intérieur de cette boîte sont notés et comptabilisés. Un temps de parcours d'environ 10 minutes est conseillé. Ce temps peut être plus long si de nombreux individus devant être capturés sont présents, ou si des difficultés de cheminements sont rencontrées (cas des zones humides).

Les transects suivis **correspondent à des transects mis en place à l'occasion de la journée participative d'inventaire des papillons en 2013** (stage de Licence 3 de Marine Le Louarn et Axelle Denis). Au total, 5 transects (T5, T6, T7, T10 et T11 du protocole initial) sont utilisés pour le bilan comparatif. Ils sont situés en grande partie sur des zones incendiées, en majorité constitués garrigue avec quelques enclaves de friches moins impactées. Les figures page suivante présentent la localisation de ces transects, avec un fond de carte conforme à la section 2.5.2 (figures 119 et 120).

Recherches ciblées

En complément une recherche ciblée (figure 118) a été menée en période favorable **sur deux espèces patrimoniales du plateau : la Proserpine** et sa plante hôte l'Aristoloche pistoloche (*Aristolochia pistolochia*), ainsi que **le Marbré de Lusitanie** et sa plante hôte l'Iberis pennée (*Iberis pinnata*). Les spots connus ont été visités et les pieds de plante hôte ont été spécifiquement recherchés lors de la journée du 16 mai 2017.

Figure 118 : Recherche de la Proserpine sur Aristoloche pistoloche © A. Johanet.

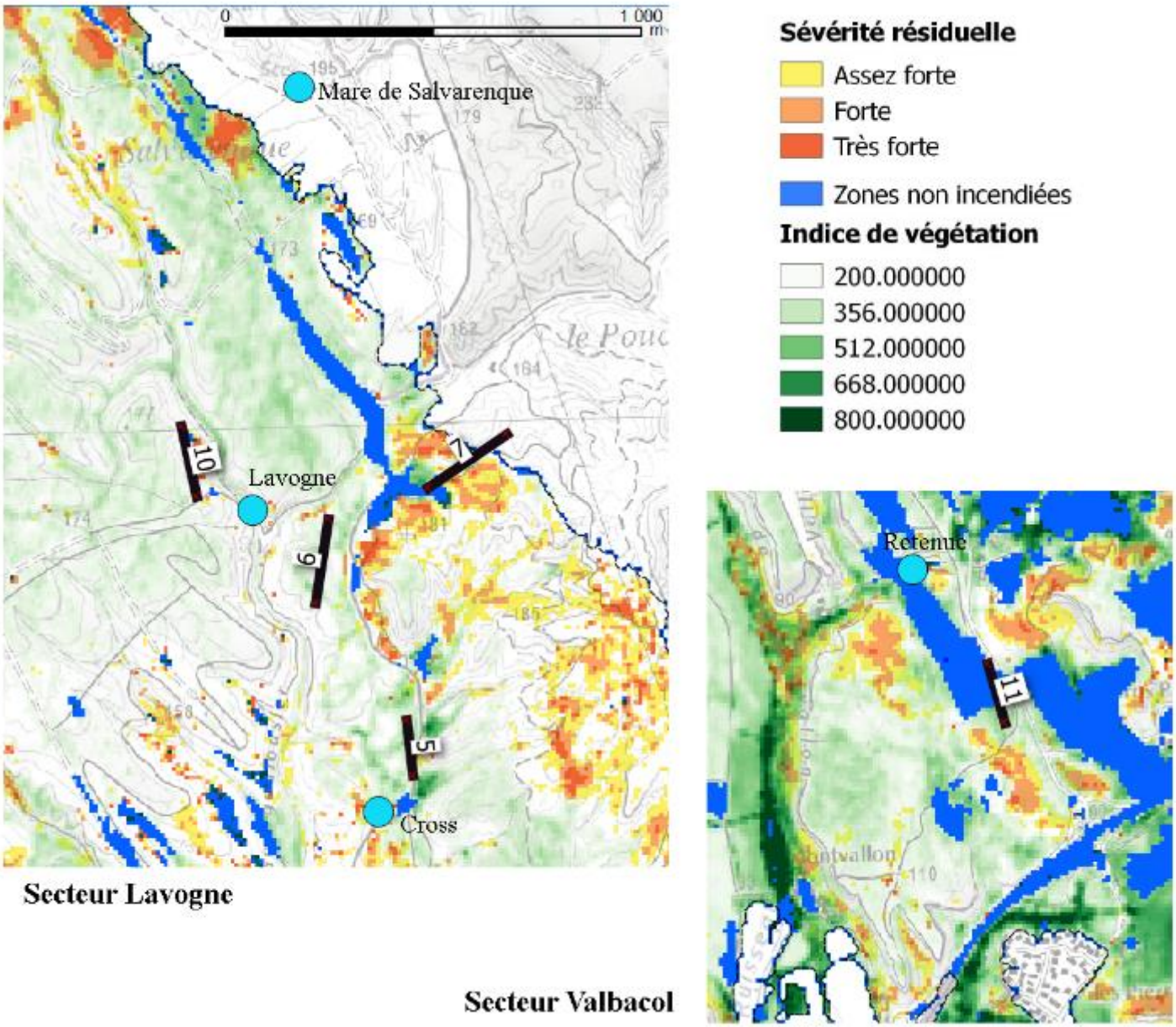


Figure 119 et 120 : localisation des transects papillons effectués en 2013 et 2017. La numérotation est celle de l'étude originale. Carte décrite p.28. Fond de carte © IGN. Contient des données Copernicus (2017).

3.6.2. Résultats

Trente-huit espèces de papillons (pour 134 observations) ont été contactées depuis l'incendie du 10 août 2016, sur les 61 espèces connues sur le Plateau de Vitrolles.

Le tableau 16 ci-dessous donne une synthèse des observations, avec des espèces classées par nombre d'observations.

Tableau 16 : bilan des espèces de rhopalocères observées. En gras, les espèces patrimoniales.

Espèce	Nombre d'observations
Marbré de vert	165
Piéride de la Rave	46
Belle-Dame	21
Echiquier d'Occitanie	10
Marbré de Cramer	9
Citron de Provence	7
Proserpine	6
Chevron blanc	5
Souci	5
Tityre	5
Amaryllis de Vallantin	4
Azuré Porte-Queue	4
Mégère	4
Piéride de l'Ibéride	4
Piéride du Chou	4
Vulcain	4
Azuré commun (Argus bleu)	3
Collier de corail	3
Faune	3
Fadet des Garrigues	2
Flambé	2
Fluoré / Soufré	2
Hespérie de l'Alcée (Grisette)	2
Machaon	2
Silène	2
Thècle du Kermès	2
Tircis	2
Souci	1
Agreste	1
Azuré de Chapman	1
Azuré du Thym	1
Cuivré commun	1
Hespérie de la Sanguisorbe	1
Marbré de Lusitanie	1
Mélitée du Plantain	1
Pacha à deux queues	1
Petit Argus (Azuré de l'Ajonc)	1
Peite Coronide	1

Le cortège de papillons **est relativement peu diversifié** en cette première année de suivi post-incendie, avec **une prédominance écrasante du Marbré de vert** (voir figure 121). La Piéride de la Rave est aussi très présente. La Belle-dame, espèce très mobile, est, elle aussi, régulièrement observée.

Figure 121 : Marbré de Vert. © F. Grimal.

Le tableau 17 ci-après résume le bilan comparé des cinq transects, entre 2013 et 2017.

Deux espèces, abondantes en 2013, ont disparu des transects en 2017 : **l'Echiquier d'Occitanie et le Tityre** (espèces illustrées sur les figures 122 et 123 ci-après)**.**

Elles sont « remplacées » par deux autres espèces**,** le **Marbré de vert** (plutôt en secteur de garrigue) et le **Piéride de la Rave** (en secteur de friche).

Tableau 17 : bilan comparatif des transects.

Espèces / Individus par année	2013	2017
Echiquier d'Occitanie	65	0
Tityre	19	0
Marbré de vert	2	22
Piéride de la Rave	1	12
Belle-Dame	2	2
Proserpine	1	0
Souci	1	1
Marbré de Cramer	0	3
Azuré commun	0	1
Roussâtre	0	1
Total des individus	**91**	**42**

Figure 122 : Tityre. © F. Grimal.

Figure 123 : Echiquier d'Occitanie. © F. Grimal.

Pour le reste, les changements de composition sont moins importants et il est délicat de leur donner un sens statistique. Sept espèces ont été observées en 2013 et sept autres en 2017.

L'effet de l'incendie sur l'abondance est **assez marqué** : on passe de 91 individus observés en 2013 à 42 en 2017, soit **moins de la moitié** !

Proserpine

Parmi les espèces patrimoniales fréquentant habituellement le Plateau de Vitrolles, **la Proserpine** a été retrouvée au niveau de ses stations habituelles où les Aristoloches pistoloches sont toujours présentes :

- Vers le vallon du Gourgoulousier au niveau de la lavogne. Une femelle a été observée en ponte lors de la visite du 16 mai ;

- vers le vallon du Gourgoulousier au niveau des Collets rouges. Des chenilles ont été observées les 27 avril et 16 mai ;

- dans le secteur du haut de Montvallon où une chenille a été observée en juin (voir figure 124 ci-après).

Figure 124 : Femelle de Proserpine venant de pondre et œuf © M. Fouchard ; Chenille de Proserpine vers le haut de Montvallon, 4 juin 2017 © F Grimal

Tous ces contacts ont eu lieu **en zones incendiées** ce qui rend optimiste la pérennité de l'espèce sur le Plateau de Vitrolles. Cependant **l'abondance de l'espèce parait nettement plus faible que les années précédentes.**

Marbré de Lusitanie

Le Marbré de Lusitanie a été recherché dans ses secteurs habituels entre les ruines de la bergerie de Bellevue, la Lavogne jusqu'au chemin de grande randonnée longeant le Pouchon.

Un individu a été rencontré dans le secteur de Bellevue, ce qui est peu mais demeure rassurant sur le maintien de l'espèce sur le plateau (Voir figure 125). Il sera intéressant de suivre le retour de l'espèce au fur et à mesure de la végétalisation.

Figure 125 : Marbré de Lusitanie observée près de Mas de Bellevue. © P. Höhener.

3.6.3. Discussion

Les papillons de jour ont été fortement perturbés par l'incendie. La richesse totale en espèces a diminué. Dans les secteurs de garrigue, la plupart des espèces observées ont été soit des espèces opportunistes (Marbré de Vert, Piéride de la Rave), soit des espèces à grand rayon d'action (Belle-Dame, Souci).

Les flammes ont sans doute détruit de nombreux œufs, chenilles et chrysalides, perturbant fortement les populations. **Cela explique la faible abondance de beaucoup d'espèces, qui n'ont dû leur persistance qu'à la survie d'individus isolés dans des poches de végétation non brûlées, y compris les espèces patrimoniales.**

L'omniprésence du Marbré de Vert et, dans une moindre mesure, de la Piéride de la Rave s'explique par leur écologie. Ils utilisent les brassicacées et les résédacées comme plantes hôtes, or ces plantes abondent un peu partout grâce à l'incendie (voir section 2.3.2 et figures 126 et 127 ci-dessous). Capables de plusieurs périodes de

reproduction dans l'année, ils profitent énormément des conditions temporaires des milieux incendiés.

Figure 126 : abondance de brassicacées dans un fond de vallon agricole incendié. © F. Grimal.

Figure 127 : abondance de résédacées dans une garrigue incendiée. © F. Grimal.

Inversement, **le Tityre et l'Échiquier d'Occitanie** ont un seul cycle de reproduction par an et utilisent les brachypodes comme plantes hôtes : ceux-ci ont repoussé trop tardivement en 2017 pour pourvoir aux besoins de ces deux espèces assez précoces (voir figure 25 section 2.3.2). **À partir de 2018, on peut s'attendre à une recolonisation progressive des garrigues** par les populations environnantes du Massif de l'Arbois. Ce point pourra être vérifié par un suivi spécifique.

Au niveau des habitats, les espèces de milieux ouvert vont pouvoir profiter dans les années à venir d'un rajeunissement de milieux. **Ainsi, la Proserpine et le Marbré de Lusitanie, impactés à court terme, devraient *a priori* profiter de la situation à moyen terme.** Une attention devra être apportée sur la préservation des stations d'Aristoloche pistoloche dès mars face au pâturage.

3.7. Cigales

3.7.1. Méthode de suivi

Les cigales ont été recherchées en juin et juillet 2017. Lors de parcours à pied réalisés sur l'ensemble du Plateau de Vitrolles, les individus ont été repérés et identifiés à l'aide de leur cymbalisation (unique pour chaque espèce, voir figure 128). Lorsque c'était possible, une confirmation visuelle a été établie (voir figure 129).

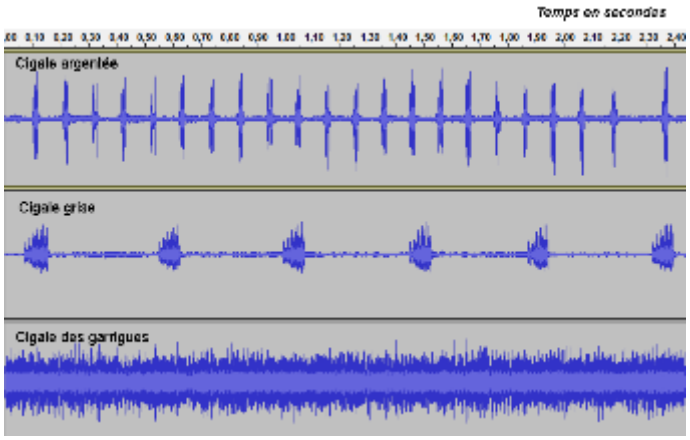


Figure 128 : chaque espèce de cigales a une cymbalisation distincte. Sur la figure, on peut observer les sonagrammes de 3 espèces.

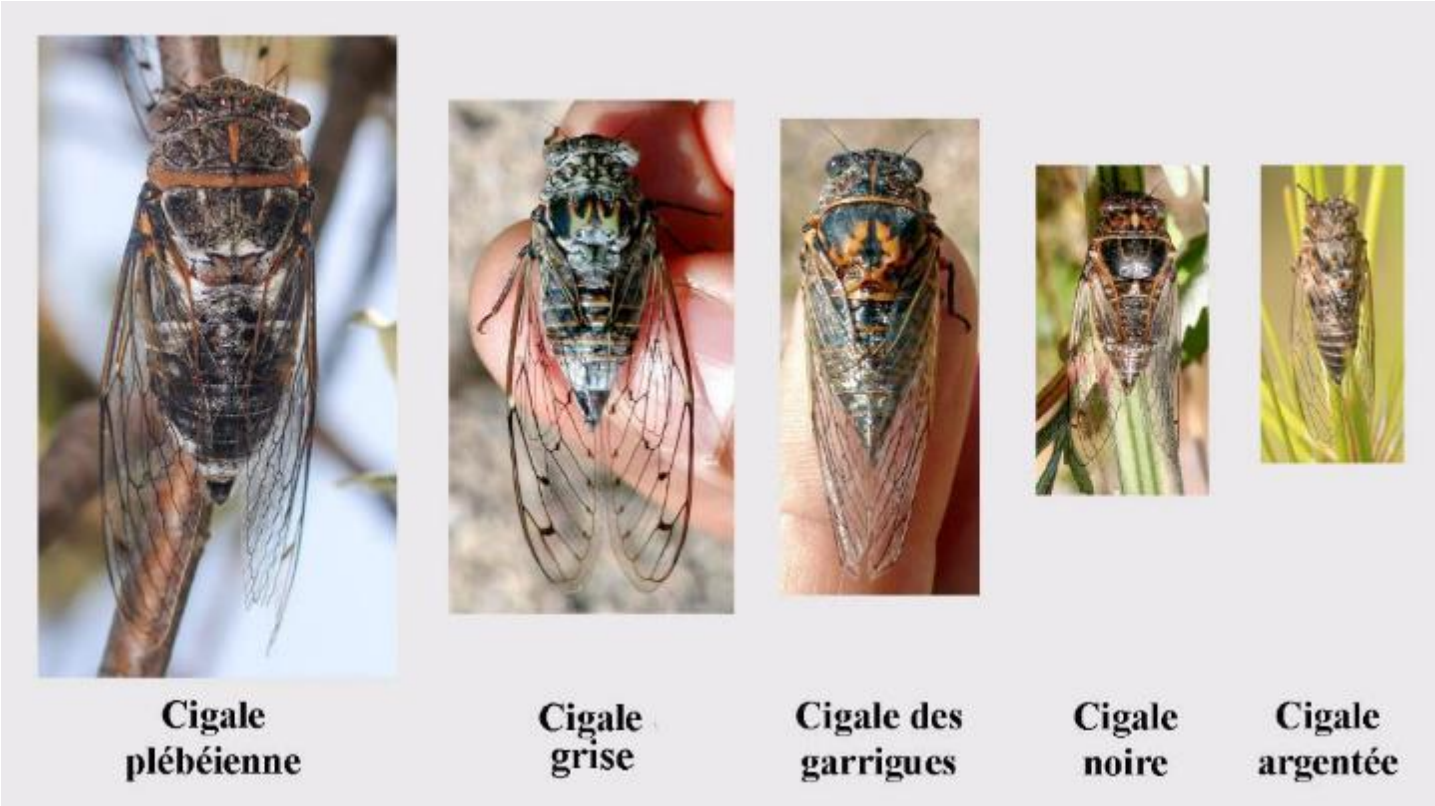
Figure 129 : Cigale des garrigues sur un Brachypode rameux. © F. Grimal.

Ces observations ont été complétées par des observations à Velaux sur le secteur du Collet-Redon, pour obtenir un élément de comparaison avec un endroit similaire avant l'incendie. En effet, il n'y avait pas d'état initial pour ce groupe taxonomique sur le Plateau de Vitrolles.

Des exuvies ont été trouvées mais l'identification à l'espèce reste délicate. Un exemple est illustré sur la figure 130 ci-après.

Figure 130 : exuvies de cigale sur un jeune Ajonc de Provence. © F. Grimal.

Figure 131 : les 5 espèces observées dans la zone d'étude en 2017. © F. Grimal.



3.7.2. Résultats

Cinq espèces ont été observées sur la zone d'étude. Elles sont illustrées sur la figure 131 page suivante, avec une échelle commune.

La Cigale des garrigues (*Tibicina garricola)* est la plus précoce, elle a été observée dès le début du mois de juin dans tous les secteurs de garrigues en train de se reconstituer (ou préservés). Ce type de milieu est illustré sur la figure 132 ci-dessous.

Figure 132 : habitat typique de la Cigale des garrigues. © F. Grimal.

Deux autres espèces ont été observées à partir de la mi-juin dans les zones incendiées.

La Cigale grise (*Cicada orni*) a été contactée sur l'ensemble de la zone d'étude. Présente en très grande densité dans les pinèdes, en particulier sur les pins les plus préservés, elle occupe aussi les zones de feuillus et les milieux de garrigues pour peu que des buissons subsistent, même calcinés (voir figure 133 ci-dessous).

Figure 133 : Cigales grises sur un filaire en train de repousser de souche. © F. Grimal.

La Cigale argentée (*Tettigettalna argentata*) a été observée sur les arbres isolés ou en bosquets lâches, en particulier les pins, même brûlés (voir figure 134 ci-dessous).

Figure 134 : Cigale argentée sur un pin incendié. © F. Grimal.

Les deux dernières espèces occupent les zones peu ou pas touchées par l'incendie, à partir de la mi-juin.

La Cigale noire (*Cicadatra atra*) a été contactée dans les arbres peu ou pas impactés par le feu, en particulier les oliviers et chênes verts. Des individus ont été observés dans des zones de garrigue au moins partiellement préservées.

La Cigale plébéienne (*Lyristes plebejus*) a été observée uniquement sur les feuillus des zones préservées (chênes, peupliers essentiellement). Elle est totalement absente des zones incendiées (garrigues et pinèdes).

Dans la zone témoin étudiée à Velaux, **les mêmes espèces ont été contactées**, avec les mêmes habitats hors zones brûlées.

3.7.3. Discussion

Les larves de cigales vivent sous terre pendant plusieurs années et la reproduction des imagos a lieu **au début de l'été**. **L'impact de l'incendie du 10 août état donc théoriquement limité et en pratique, c'est ce qui a été observé.**

Deux espèces ont souffert en termes d'habitat : les Cigales noire et plébéienne. Ces deux espèces sont courantes dans les parcs urbains voire les

jardins de particuliers, l'enjeu de conservation est donc minime.

Deux espèces sont inféodées aux milieux xérophiles et **semblent bien adaptées au feu : les Cigales argentées et des garrigues.**

Enfin, **la Cigale grise est une espèce très généraliste** et on peut l'observer en abondance partout.

La question du succès reproductif des cigales se pose dans les secteurs les plus impactés par le feu. Par ailleurs, **des opérations de gestion des arbres brûlés rémanents pourraient avoir un impact**, en particulier sur la Cigale argentée. Pour ces deux raisons, il semble indispensable de poursuivre le suivi des espèces pour les années qui viennent.

3.8. Bupreste de Crau

3.8.1. Présentation

Le Bupreste de Crau (A*cmaeoderella cyanipennis perroti*), illustré sur la figure 135 ci-dessous, est une sous-espèce de coléoptère **endémique des Bouches-du-Rhône**, majoritairement présente en Crau et présente dans le Massif de l'Arbois (l'espèce A*cmaeoderella cyanipennis* étant quand elle présente en Espagne et en Sardaigne.) On pourra se référer à la synthèse réalisée par Tardy & *al*. (TARDY & *al,* 2013).

Figure 135 : Bupreste de Crau. © F. Grimal.

A ce titre il a fait l'objet d'un suivi spécifique, son enjeu de conservation local étant considéré comme très fort (GRIMAL & JOHANET, 2013).

Il pond ses œufs dans les astéracées du genre *Onopordum.* **Dans la zone d'étude, son unique plante hôte est le Chardon des ânes** (*Onopordum illyricum*, voir figure 136 ci-après). Cette plante rudérale et nitrophile pousse çà et là, près des anciennes bergeries ou dans des zones avec des remblais. Elle est donc fortement reliée aux activités humaines.

3.8.2. Méthode de suivi

Les individus de Bupreste de Crau ont été cherchés au mois de juin. A cette période, on peut observer les individus adultes en train de se reproduire sur leur plante hôte. Les recherches se sont donc uniquement concentrées sur les stations de Chardon des ânes. Chaque fleur de chardon est inspectée soigneusement, ce qui permet de repérer les individus assez facilement.

Figure 136 : Chardon des ânes, unique plante hôte du Bupreste de Crau sur la Plateau de Vitrolles. © F. Grimal.

Deux méthodes ont été utilisées :

- **Sur trois stations déjà connues du secteur Valbacol - Collets Rouges**, un protocole **répétitif** a été effectué. Chaque site a fait l'objet de 9 passages du 10 au 30 juin, avec une température comprise entre 26 °C et 30 °C et un vent faible à nul. Pour chaque passage et chaque station, chaque fleur a été inspectée une seule fois et les individus observés ont été comptés précisément. Pour certains passages, le nombre de pieds fleuris a été évalué.

- Ailleurs, dans la zone d'étude et une partie du Massif de l'Arbois, de nouvelles stations de Chardon des ânes ont été cherchées et inspectées. La station historique de Bastide Neuve a fait l'objet d'une visite.

3.8.3. Résultats

La figure 137 ci-dessous fait une synthèse de l'ensemble des observations. Le bupreste a été observé dans les trois stations du protocole et découvert dans quatre nouvelles stations. Des pieds isolés de Chardon des ânes ont été observés çà et là sans bupreste, ils ne sont pas mentionnés sur la carte.

Le tableau 18 ci-contre donne le détail des observations sur les trois sites du protocole

Tableau 18 : synthèse des observations sur les sites du protocole.

Date / individus observés par site	Centre équestre	Vallon du Pinchinier	Retenue de Valbacol
10-juin	0	1	0
13-juin	1	3	0
15-juin	3	5	10
16-juin	0	1	7
18-juin	6	8	3
21-juin	4	0	8
23-juin	3	3	9
26-juin	0	0	6
30-juin	0	0	0
Total par site	**17**	**21**	**43**
Maximum de pieds fleuris par site	**180**	**40**	**100**

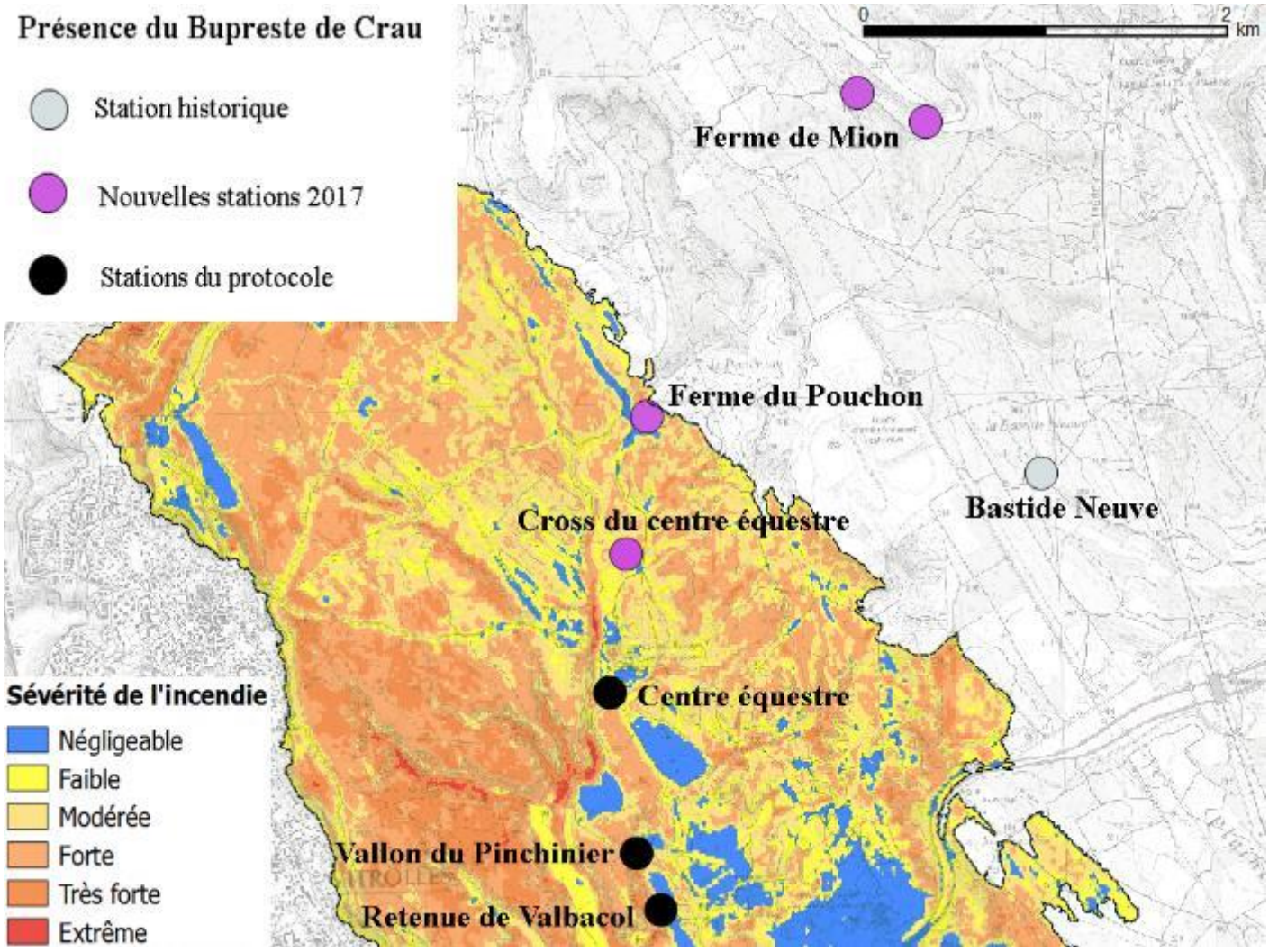


Figure 137 : synthèse des observations de Bupreste de Crau. Fond de carte : sévérité immédiate de l'incendie. Contient des données Copernicus (2017).

Le faible nombre de sites suivis ne permet pas d'utiliser une modélisation du type « présence-absence » permettant d'évaluer la probabilité de détection, on peut toutefois obtenir un graphique permettant de visualiser la dynamique d'observation (voir figure 138 ci-dessous). Le pic d'observation est situé un peu après la mi-juin, légèrement décalé par rapport à la floraison des chardons.

Le bupreste n'a pas été observé sur le site de Bastide Neuve, malgré la présence de quelques pieds fleuris. Néanmoins ce site n'a fait l'objet que d'une seule visite. Deux nouvelles stations ont été découvertes sur le Plateau de Vitrolles et deux autres dans la Vallon de Mion sur la commune d'Aix-en-Provence.

3.8.4. Discussion

L'impact de l'incendie sur les populations de Bupreste de Crau semble faible voire nul. De nombreux individus ont été observés, au moins autant que les années précédentes (attention toutefois au biais dû à la pression d'observation plus intense).

Du fait de l'écologie du Chardon des ânes, qui aime les milieux très ouverts et perturbés, souvent près des pistes, les stations de bupreste sont toutes situées dans des endroits ayant peu souffert de l'incendie (sévérité négligeable). Les pieds fanés des chardons, abritant les œufs et les larves, n'ont donc pas été détruits par le feu, en tout cas pas totalement.

Seule la station du centre équestre a paru pauvre en individu, par rapport au nombre très important de pieds. En 2016, un débroussaillement très tardif avait fortement impacté les chardons et cela peut expliquer cette relative pauvreté en individus.

A moyen terme, les populations de bupreste devraient augmenter. Les floraisons 2017 de chardons ont été très importantes, la plante profitant du feu comme de nombreuses astéracées (voir section 2.3.2).

Une poursuite du suivi protocolisé permettra de vérifier ce dernier point.

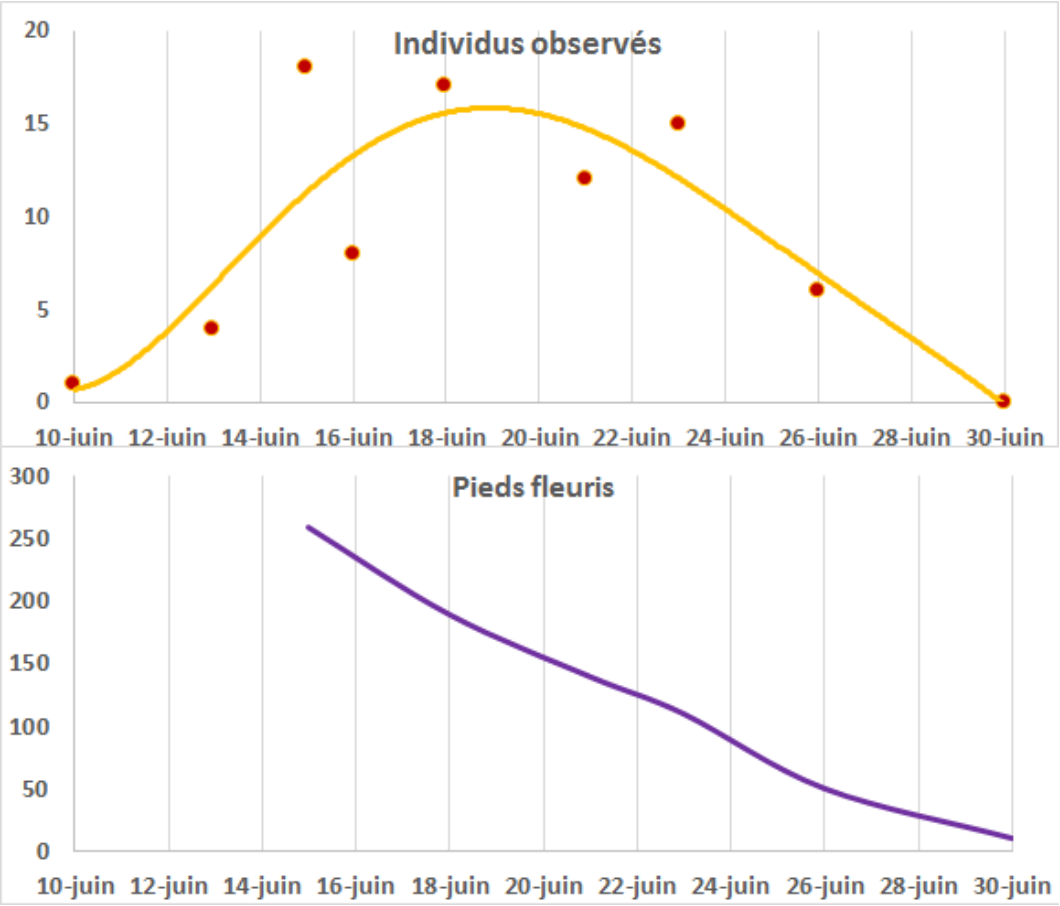


Figure 138 : modélisation du total des individus observés par date.

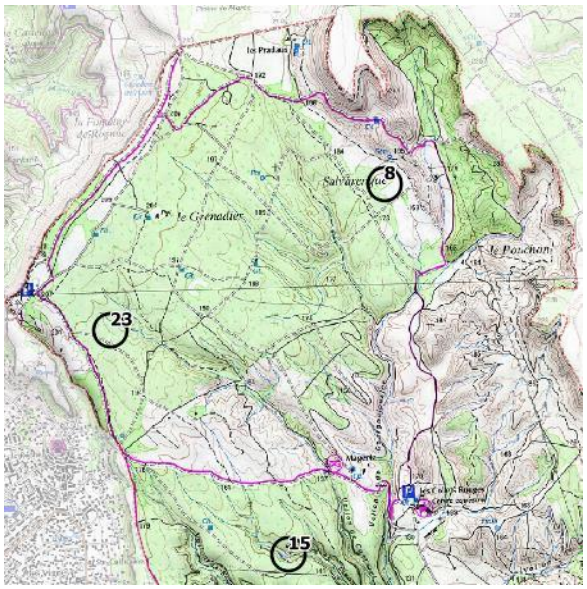
3.9. Orthoptères

3.9.1. Méthodes de suivi

En complément des inventaires aléatoires, un inventaire protocolaire des orthoptères (criquets, sauterelles, grillons) s'est déroulé sur la journée du 2 octobre 2017 de 10h à 15h. La période choisie permet de contacter un maximum d'espèces à l'état adulte. Le protocole employé est celui du **chronoinventaire** fondé sur le parcours libre au sein d'une station sur un temps donné. Cet échantillonnage ponctuel semi-quantitatif des populations permet une standardisation pour le suivi dans l'espace et dans le temps de l'évolution de l'abondance des espèces ainsi que de la composition des communautés.

Les orthoptères, contrairement à d'autres groupes d'insectes comme les papillons, ne sont pas directement sensibles à la composition floristique, mais plutôt à la **structure de la couverture végétale**. Par conséquent, ils sont de bons **indicateurs des modes de gestion d'un espace et de son évolution spontanée.**

Un échantillonnage du site a été réalisé dans trois grands types de milieux représentés sur le Plateau de Vitrolles. Chaque milieu a été parcouru à raison de trois fois trois séries de 5 minutes d'inventaire, soit 45 minutes d'observation dans chacun des trois milieux échantillons. Ces trois milieux ont été choisis parmi les stations inventoriées pour les papillons (voir figure 139).



Transect 23 : Garrigue du Grenadier © A Johanet.

Transect 15 : Vallon de Livon © A Johanet.

Transect 8 : Plaine agricole de Salvarenque © A Johanet.

Figure 139 : Localisation des stations de chrono-inventaire des orthoptères. La numérotation correspond à celle des transects papillons. Fond de carte © IGN.

3.9.2. Résultats

Un total de **84 observations** a été réalisé lors du chrono-inventaire réunissant **9 espèces de criquets** (voir Tableau 19 ci-dessous).

Tableau 19 : Résultat des chrono-inventaires de Criquets par séries de 5 minutes et par station.

Nom espèce	Nom scientifique	Sexe/ Statut	Transect 23 : Garrigue du Grenadier									Transect 15 : Vallon de Livon								Transect 8 : Plaine agricole de Salvarenque									TOTAL /Sexe ou statut	TOTAL
			5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'	5'		
Criquet blafard	*Euchorthippus elegantulus*	♂																										1	1	**8**
		♀																			1	2			2			2	7	
Criquet duettiste	*Chorthippus brunneus brunneus*	♂										1								1				2		1		1	6	**18**
		♀ *										1								1	1		2	1		4	2	1	12	
Criquet des Ibères	*Ramburiella hispanica*	♀																							1				1	**1**
Oedipode grenadine	*Acrotylus insubricus insubricus*	♂																		2	1		2						5	**15**
		♀																		2	1		2	2		1	2		10	
Criquet cendré	*Locusta cinerascens cinerascens*	♂																1											1	**2**
		♀																	1										1	
Oedipode turquoise	*Oedipoda caerulescens caerulescens*	♂												1											1				2	**6**
		♀		1										1											1			1	4	
Oedipode aigue-marine**	*Sphingonotus caerulans caerulans***	♂	1		1	1	1	2	1		1			1	3	3	1												16	**23**
		♀			1			1		1				1	1	1			1										7	
Criquet pansu	*Pezotettix giornae*	♂																				1							1	**2**
		♀																										1	1	
Pyrgomorphe à tête conique	*Pyrgomorpha conica conica*	Juvénil																		1	2		2			4			9	**9**
Total Nombre d'individus			**12**									**18**								**55**									**84**	
Total Nombre d'espèces			**2**									**4**								**7**									**9**	

* les femelles du groupe *Biguttulus* ne permettent pas la détermination de l'espèce ; cependant la présence monospécifique des mâles permet de supposer la détermination des femelles

** Caractères se rapprochant de l'Oedipode semblable *Sphingonotus sp.*, deux taxons complexes difficiles à distinguer sur critères morphologiques et dont la distribution est encore confuse.

Les cortèges sont typiques des différents milieux rencontrés, avec une densité et diversité plus importante dans le secteur agricole de Salvarenque. Le secteur de garrigue du Grenadier a été particulièrement touché par le feu. Un an après l'incendie, il abrite deux espèces d'oedipode pionnières habituées des milieux secs et rocheux avec végétation lacunaire (Oedipode turquoise et aigue-marine).

Le fond de vallon de Livon (figure 140) présente une végétation plus riche accueillant deux fois plus d'espèces dont le Criquet duettiste, se contentant d'un faible recouvrement végétal et appréciant particulièrement les milieux perturbés, et le Criquet cendré, retrouvé habituellement dans les friches…

Figure 140 : Herbacées en fond de vallon © A. Johanet.

Le secteur agricole de Salvarenque, avec des beaux espaces préservés de Brachypodes rameux,

accueille quant à lui, à la fois des espèces typiques de milieux herbacés thermophiles (Criquet blafard, Criquet pansu, Pyrgomorphe à tête conique, Criquet duettiste), mais aussi des espèces de milieux secs et rocailleux (Criquet des Ibères, Oedipode turquoise) comme en témoigne notamment l'importante population d'Oedipode grenadine.

En complément du chronoinventaire, le tableau 20 ci-dessous présente les **15 espèces** (sur les 33 connue sur le Plateau.) contactées dans les zones incendiées.

Tableau 20 : liste des espèces contactées dans les zones incendiées.

Espèce	Statut
Œdipode aigue-marine	Observée des aout 2016 dans les zones de sol nu.
Œdipode turquoise	Abondant en fin de saison 2017.
Œdipode rouge	Cà et là.
Criquet cendré	Espèce mobile.
Criquet duettiste	Dans les milieux perturbés.
Criquet des garrigues	Une observation.
Criquet égyptien	Une observation.
Aïolope élancée	Une observation sur un secteur peu impacté.
Grillon d'Italie	Présent dans les pinèdes incendiées.
Grande sauterelle verte	Dans les secteurs à forte repousse.
Dectique à front blanc	Dans les secteurs de friches et les garrigues.
Decticelle à serpe	Dans les secteurs de friches et les garrigues.
Decticelle des sables	Cà et là.
Decticelle côtière	Cà et là.
Barbitiste languedocien	Une observation.

3.9.3. Discussion

Dans l'ensemble les orthoptères ont été très impactés par l'incendie. Les observations ont montré des communautés peu riches et peu abondantes, composées essentiellement d'espèces pionnières (adaptée aux milieux peu végétalisés ou aux friches thermophiles, figures 139 et 140) et d'espèces très mobiles.
Les chrononinventaires seront généralisés pour poursuivre le suivi de la recolonisation par les orthoptères.

Figure 141 : Œdipode aigue-marine capturé en août 2016. © F. Grimal.

Figure 142 : larve de Dectique à front blanc, observée en secteur de garrigue. © F. Grimal.

3.10. Autres insectes

Les autres invertébrés n'ont pas fait l'objet d'un réel suivi spécifique sur cette première année post-incendie. Nous présentons les résultats issus de données opportunistes et de quelques essais de protocole qui prendront de l'ampleur en 2018.

3.10.1. Odonates

Onze espèces ont été observées lors du suivi. Vingt-huit espèces étaient connues sur le Plateau de Vitrolles : même si cette richesse correspond à un suivi plus long et sur plus de milieux, **on peut donc estimer que l'impact de l'incendie est fort sur les odonates.**

La végétation dans et autour des sites aquatiques a été fortement impactée par les flammes, ce qui

explique ce résultat. La sécheresse précoce et prolongée de l'été 2017 a dû aussi y contribuer.

Le tableau 21 ci-après donne la liste des espèces contactées. Les sympetrums étaient visibles quelques jours après le sinistre (figure 143).

Tableau 21 : liste des espèces observées lors du suivi.

Espèce	Statut
Aeschne mixte	Mare de Magenta.
Anax empereur	Cà et là (espèce mobile).
Anax porte-selle	Cà et là (espèce mobile).
Crocothémis écarlate	Retenue de Valbacol
Ischnure élégante	Mare de Magenta.
Libellule à quatre taches	Collets rouges.
Libellule déprimée	Collets rouges.
Nymphe au corps de feu	Collets rouges.
Orthétrum réticulé	Cà et là (espèce pionnière).
Sympétrum à nervures rouges	Abondant dès août 2016 en recherche de point d'eau. Reproduction prouvée. (voir figure ci-dessous)
Sympétrum strié	Cà et là (espèce pionnière).

Figure 143 : Sympetrum à nervures rouges observé en août 2016. © F. Grimal.

3.10.2. Autres groupes

De nombreux insectes et d'autres arthropodes ont été observés tout au long du suivi : coléoptères, lépidoptères, névroptères, hyménoptères, myriapodes, arachnides… En établir une liste complète dépasserait largement le cadre de cette publication. Les figures 144 à 146 ci-après en illustrent trois exemples (photographies © F. Grimal).

De manière générale, les invertébrés aux moeurs souterraines tolèrent bien le feu, ceux qui ont besoin de plantes spécifiques pour leur cycle de vie, beaucoup moins.

Figure 144 : *Dichillus minutus*, coléoptère (ténébrionidé) aux mœurs souterraines, observés rapidement après le feu.

Figure 145 : Scolie à front jaune, hyménoptère observé lors du suivi.

Figure 146 : les Lycoses de Narbonne (femelle en photo) gîtent dans des terriers qui peuvent les protéger des flammes. Elles profitent fortement de l'ouverture des milieux.

4. Conclusion

4.1. Bilan général

Ce suivi, commencé juste après un gros incendie et effectué pendant un an, a permis d'observer assez finement la réaction de la nature à cette catastrophe. **L'existence d'un état initial approfondi sur le Plateau de Vitrolles a ajouté des éléments de comparaison quantitatifs**, sur plusieurs groupes taxonomiques.

En observant la nature en basse Provence calcaire, il apparait que celle-ci résiste bien aux incendies à moyen terme. **Ce suivi permet de répondre à la question du court terme**, plus mystérieuse.

Flore

La flore du Plateau de Vitrolles est très majoritairement composée d'espèces résilientes au feu. **Des secteurs sont cependant très impactés, en tout cas visuellement** : **ils correspondent aux zones qui n'ont pas subi d'incendie depuis les années 60-70**, recouvertes de pinèdes matures issues de la déprise agricole. **Ces secteurs contribuent à l'aspect dramatique du feu**, laissant des balafres durables dans les paysages qui se rajoutent au bilan humain et matériel.

Sur les secteurs régulièrement incendiés, la reprise peut être très rapide : Chêne kermès dans les anciennes pâtures, chênes et ajoncs dans les fond de vallons (figure 147). Les secteurs d'argilite rouge ont une récupération plus lente, les romarins et globulaires mettant plus de temps à pousser.

Figure 147 : la nature reprend vite ses droits dans ce secteur incendié trois fois depuis les années 70. © F. Grimal.

L'historique incendie d'un lieu est un facteur important pour déterminer sa résilience rapide aux flammes. **<u>Quand les endroits brûlent souvent, ils régénèrent plus vite.</u>** La figure 148 ci-dessous illustre ce phénomène**.**

Si des limites existent en termes de fréquence et de récurrence, elles n'ont pas été observées à Vitrolles malgré deux incendies en 12 ans. **Une forte fréquence peut cependant éliminer le Pin d'Alep.**

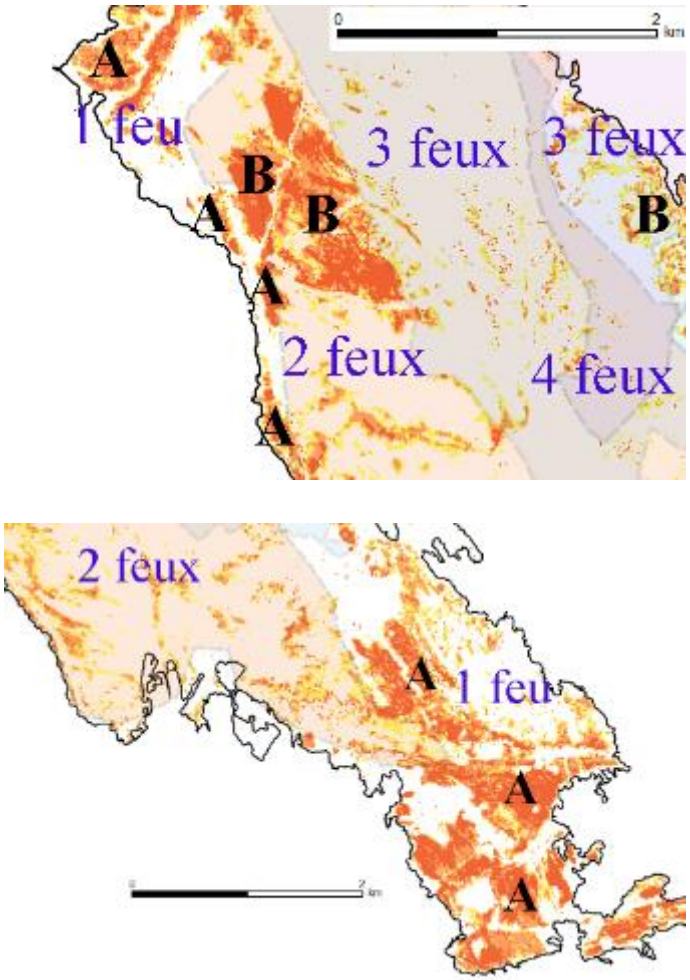


Figure 148 : lien entre fréquence des feux depuis les années 70 et résilience. Les zones en rouge correspondent à de fortes sévérités résiduelles : A, pinèdes matures incendiées (plus fort impact) ; B, jeunes pinèdes incendiées. Ailleurs, la repousse végétale peut être moyenne à forte.

Dans les zones résilientes, **la biodiversité floristique n'est pas réellement impactée sur cette première année**. Cependant, **la structure de végétation est très simplifiée** et les hauteurs végétales sont limitées. Cela peut impacter fortement les populations animales.

Faune
Pour tirer un bilan global de l'impact à court terme de l'incendie sur la faune, on peut séparer les animaux en deux groupes.

Les « résistants »
Certains animaux résistent bien à l'incendie et on les retrouve sur les mêmes secteurs qu'auparavant.

Quand ces animaux sont très mobiles (oiseaux, certains mammifères), on peut imaginer qu'ils fuient temporairement le danger pour revenir sur leur territoire**.**

Pour les autres, la stratégie mise en place est celle de l'enfouissement (au sens large) : la terre est un très bon isolant contre la chaleur et une faible profondeur leur suffit à se protéger. Cette stratégie concerne certains reptiles, les amphibiens, certains mammifères (en particulier lapin), certains invertébrés… L'enfouissement n'est pas directement lié au feu mais plutôt à l'écologie de l'espèce (protection contre la chaleur et la sécheresse, cycle larvaire…etc).

Cette « résistance » suppose que l'habitat est encore adapté à l'animal après le parcours du feu. **En particulier, il doit pouvoir se nourrir** (voir figure 149) ! Les animaux poïkilothermes sont favorisés sur ce point.

Figure 149 : Crapaud calamite se nourrissant de fourmis. Octobre 2016. © F. Grimal.

Une surmortalité liée à l'incendie et aux conditions de vie qui le suivent est probable. L'exemple du Crapaud calamite montre qu'elle est importante, sans être catastrophique (Au moins 60 % de survie).

Le tableau 22 ci-dessous dresse un bilan de ces « résistants ».

Tableau 22 : détails des espèces résistantes à l'incendie.

Groupe	Détails
Oiseaux	- Oiseaux nichant au sol et préférant les milieux très ouverts (pipits, alouettes, engoulevents…). - Oiseaux prédateurs avec une aire vitale étendue (rapaces et pies-grièches).
Reptiles	Lézard ocellé (voir figure 150), Lézard des murailles, Tarente de Maurétanie et Psammodrome d'Edwards. Serpents ?
Amphibiens	Toutes les espèces sauf les rainettes. Minimum 60 % de survie chez le C. calamite.
Mammifères	Espèces terricoles (surtout lapin). Chiroptères (zones de chasse).
Arthropodes	Espèces à vie souterraine (au moins partielle) : cigales, certains coléoptères, fourmis, certaines araignées, myriapodes…

Figure 150 : le Lézard ocellé, un exemple d'espèce résistante aux incendies. © F. Grimal.

Les espèces impactées

Certaines espèces désertent littéralement les zones incendiées, au moins à court terme.

Cette disparition peut avoir deux causes :

- Une forte mortalité directe (feu) ou indirecte (famine).

- Un départ dans des habitats plus favorables.

Le tableau 23 ci-après dresse un bilan des espèces impactées.

Tableau 23 : bilan des espèces ayant été impactées par l'incendie.

Groupe	Détails
Oiseaux	- Oiseaux forestiers (sauf pinson). - Oiseaux utilisant les buissons (fauvettes, rossignols, tariers…)
Amphibiens	Rainettes ?
Reptiles	Lézard vert ? (Tortue d'Hermann absente de la zone).
Mammifères	Ecureuil roux (perte d'habitat). Hérisson ?
Arthropodes	Toutes les espèces dépendantes de la végétation pour leur cycle vital : papillons, orthoptères, odonates, certains coléoptères…

Pour toutes ces espèces, **la présence de zones préservées à proximité des zones incendiées est primordiale pour la recolonisation !** La vitesse de cette recolonisation dépendra des espèces et pourra être observée ces prochaines années.

4.2. Quelle gestion post-incendie ?

Si on se place du seul point de vue de la biodiversité, l'ensemble des observations réalisées dans cette étude amène à une ligne de gestion très simple : **laisser faire la nature !**

En réalité la gestion post-incendie devrait être **le fruit d'un compromis entre sécurité des personnes, biodiversité et impact paysager.** La gestion des rémanents pose en particulier question et amène à faire des choix :

- **Sécurité** : abattre les pins brulés trop près des chemins ou des habitations.

- **Impact paysager et psychologique** : nettoyer les massifs les plus voyants dans les zones fréquentées ou très visibles du fait du relief. **Ce nettoyage doit été effectué en limitant au maximum les dégâts au sol et évitant la coupe des repousses** (en particulier de pin).

- **Erosion** : créer des fascines dans les secteurs à forte pente.

Partout ailleurs, les arbres morts devraient absolument être laissés sur pied ! Ils servent de perchoirs à certains oiseaux, peuvent servir de gite et abritent des insectes spécifiques. La figure 151 illustre une zone typique à préserver.

Figure 151 : zone reculée très favorable aux pies-grièches. Ici, les arbres brulés doivent être impérativement laissés sur pied. © F. Grimal.

En zone naturelle, le reboisement est absolument à proscrire ! La résilience naturelle est **toujours plus efficace** et une opération mal menée peut provoquer des dégâts au sol et de la pollution (manchons). La figure 152 page suivante illustre ce point.

Des expériences peuvent cependant être menées **en zone péri-urbaine ou agricole.**

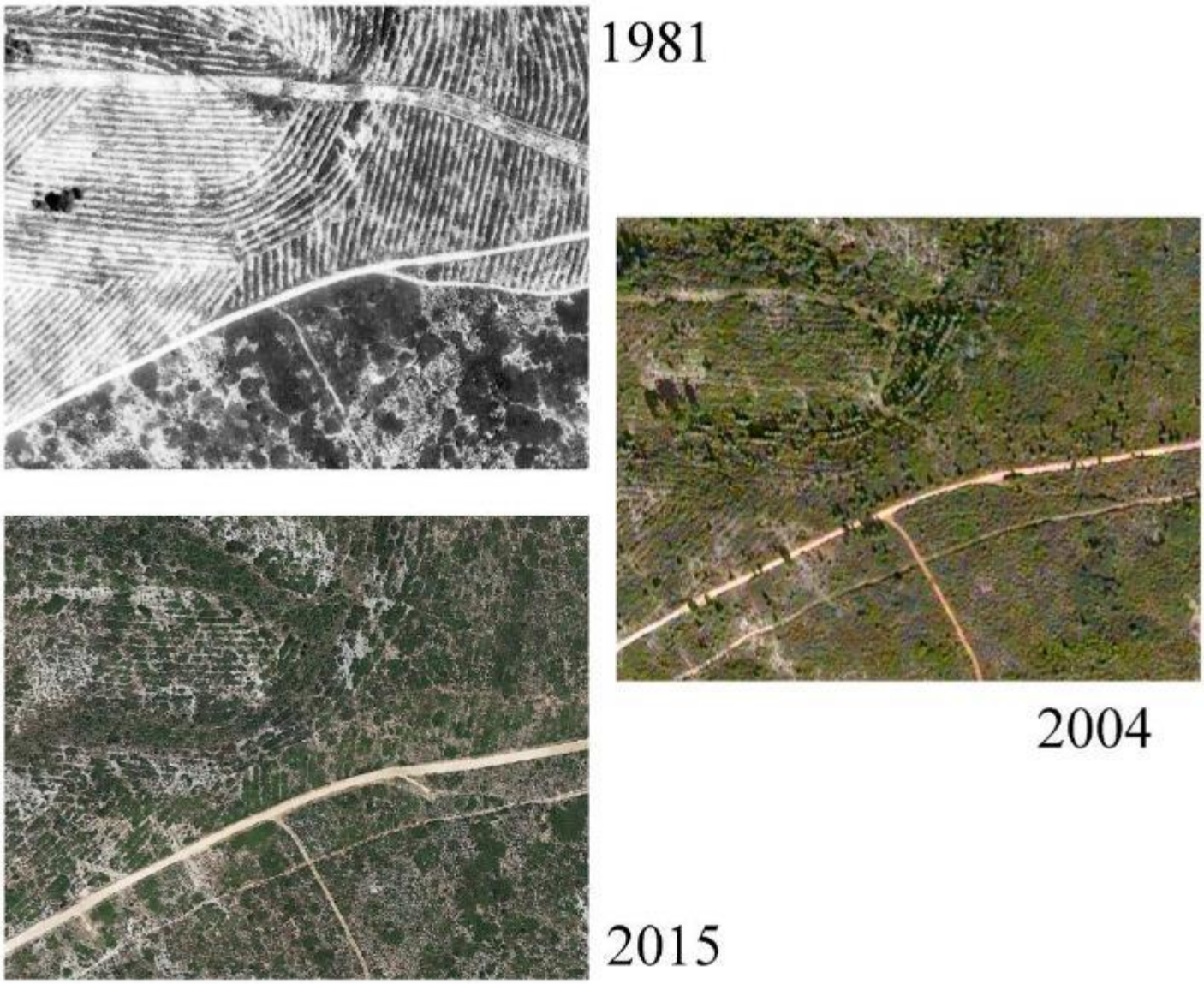


Figure 152 : analyse d'une tentative de reboisement des années 80 à Vitrolles. 1981 : au nord, le travail du sol est très visible, la partie sud n'est pas reboisée. 2004, juste avant un nouvel incendie : seul les fonds de vallon (anciennement agricoles) ont permis une repousse correcte des arbres plantés, ailleurs il n'y a pas de différences entre parties reboisées ou non. 2015, 11 ans après le feu de 2004 : les arbres plantés ont tous été détruits, la garrigue a repris le dessus partout. Le travail du sol est encore très visible, créant des plages de sol nu. © Google Earth.

4.3. Perspectives

Cette première année de suivi amène beaucoup d'espoir par apport à la catastrophe de 2016, 12 ans seulement après celle de 2004. Cependant, le Plateau de Vitrolles mettra plusieurs années à retrouver l'ensemble de sa richesse et certaines zones sont très durablement impactées.

Les suivis déjà mis en place devront être poursuivis en 2018 et 2019, tout en insistant sur de nouveaux points :

- Etude de la résilience des pinèdes, avec un protocole quantitatif par placettes.

- Poursuite de la mise en place du suivi orthoptère par chrono-inventaire.

- Mise en place d'un suivi quantitatif de la recolonisation des garrigues par les fauvettes, via la méthode déjà utilisée dans les Alpilles (DUPUY & FLITTI, 2014).

- Etude de l'effet des sangliers et des lapins sur la vitesse de fermeture des milieux.

En parallèle, d'autres secteurs de basse Provence calcaire pourraient faire l'objet d'études, à des fins comparatives (voir figure 153 ci-dessous). D'autres suivis pourraient aussi être envisagés dans le littoral Varois, sévèrement touché en 2017 et dans des secteurs plus en altitude, où la végétation pourrait être moins adaptée.

Figure 153 : vallon de la Gineste, incendié en septembre 2016. La photographie prise en juillet 2017 montre une dynamique de végétation similaire à celle de Vitrolles, avec une forte résilience des garrigues. © F. Grimal.

Bibliographie

BOLGER D.T., MORRISON T.A., VANCE B. & LEE D., FARID H. (2012) A computer-assisted system for photographic mark–recapture analysis. *Methods in Ecology and Evolution, 3, p. 813–822.*

CRALL J.P., STEWART C.V., BERGER-WOLF T.Y., RUBENSTEIN D.I. & SUDARESAN S.R. (2014) HotSpotter, Patterned species instance recognition. *Applications of Computer Vision (WACV).*

DUPUY J. & FLITTI A. (2014) Densité et taille de population de six espèces d'oiseaux remarquables de Provence dans la Zone de Protection Spéciale des Alpilles en 2014. *Faune-PACA Publication n°50.*

ECOLOGISTES DE L'EUZIERE (2008) Le feu dans la nature, mythes et réalités. *Ed. Plumes De Carotte*.

ESA (2015), SENTINEL2 User Handbook.

FRELIN C. (2013) Comment les oiseaux se réapproprient-ils les forêts incendiées ? L'exemple d'une subéraie des Maures incendiée en 2003. LPO PACA, *Faune-PACA Publication*, n° 21.

GRIMAL F. & JOHANET A. (2013) Les richesses biologiques du Plateau de Vitrolles (13) : inventaires et enjeux de conservation. LPO PACA, *Faune-PACA Publication*, n° 31.

HERRANDO S., BROTTONS L., DEL AMO R. & LLACUNA S. (2002) Bird community succession after fire in a dry mediterranean shrubland. *ARDEA 90(2) p. 303-310.*

JOHANET A. & GRIMAL F (2017) La lavogne du Plateau de Vitrolles : construction et suivi de colonisation. *Faune-PACA Publication n°69.*

KENDALL W.L., NICHOLS J.D. & HINES J.E. (1997) Estimating temporary emigration using capture-recapture data with Pollock's robust design. *Ecology 78:563-578.*

KEY C.H. & BENSON N.C. (1999) Measuring ans remote sensing of burn severity *Proceedings Joint Fire Science Conference and Workshop, Vol II, Boise p. 15-17.*

MILLER J.D. & QUAYLE B. (2015) Calibration and validation of immediate post-fire satellite-derived data of three severity metrics. *Fire Ecology V.11 (2).*

PAUSAS J.G., LLOVET J., RODRIGUO A. & VALLEJO R. (2008) Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin ? – A review. *International Journal of Wildland Fire 17(6) p. 713-723*

PIAT A. (2013) La Pie-grièche méridionale, *Lanius meridionalis*, dans les zones de garrigue des Bouches-du-Rhône. Rapport de stage de Master 2, Aix-Marseille Université.

PONS P. & PRODON R. (1996) Short term temporal patterns in a Mediterranean shrubland bird community after wildfire. *Acta œcologica 17 (1), p. 29-41.*

PRODON R. (1995) Impact des incendies sur l 'avifaune. Gestion du paysage et conservation de la biodiversité animale. *Forêt méditerranéenne t. XVI, n°3, p. 255-263.*

SANZ-AGUILAR A., ANADON J.D., GIMENEZ A., BELLESTAR R., GRACIA E & ORO D. (2011) Coexisting with fire : The case of the terrestrial tortoise *Testudo graeca* in mediterranean shrublands. *Biological Conservation 144 : 1040–1049.*

SANTOS X. & CHEYLAN M. (2013), Taxonomic and functional response of a Mediterranean reptile assemblage to a repeated fire regime. *Biological Conservation 168, p.90–98.*

TARDY M., IORIO E. & VOLANT J. (2013) Nouvelles données sur la répartition *d'Acmaeoderella cyanipennis perroti* (Schaefer, 1949) et sur l'existence d'une deuxième plante hôte potentielle pour ce Bupreste (Coleoptera Buprestidae). *L'Entomologiste, tome 69, n° 5, p. 297-300*

TRABAUD L. (1996) Réponses du chêne vert et du chêne blanc à l'action du feu. *Forêt méditerranéenne t. XVII, n°3, p. 243-252.*

WEBB J.K. & SHINE R. (2008) Differential Effects of an Intense Wildfire on Survival of Sympatric Snakes. *The Journal of Wildlife Management Vol. 72, No. 6, p. 1394-1398*

WHITE G.C. & BURNHAM K. P. (1999) Program MARK : Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study 46 Supplement, p. 120-138.*

La faune de la région PACA

Le territoire de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est le plus riche et le plus diversifié en nombre d'espèces en France métropolitaine. La région PACA abrite 245 espèces d'oiseaux nicheurs sur 275 espèces recensées en France, 70 % des 143 espèces de mammifères, 80 % des 34 Reptiles, 61 % des 31 Amphibiens, 85 % des 240 papillons de jour et 74 % des 100 libellules.

Le projet www.faune-paca.org

En mai 2014, le site http://www.faune-paca.org a dépassé le seuil des 3 **millions de données** portant sur les oiseaux, les mammifères, les reptiles, les amphibiens, les libellules et les papillons diurnes. Ces données zoologiques ont été saisies et cartographiées en temps réel. Le site http://www.faune-paca.org s'inscrit dans une démarche collaborative et mutualiste de mise à disposition d'un atlas en ligne actualisé en permanence. Faune-paca.org est un projet développé par la LPO PACA et consolidé au niveau national par le réseau LPO sur le site www.ornitho.fr. Ce projet est original et se caractérise par son rôle fédérateur, son efficacité, sa fiabilité, son ouverture aux professionnels de l'environnement et aux bénévoles. Chacun est libre de renseigner les données qu'il souhaite, de les rendre publiques ou non, et d'en disposer pour son propre usage comme bon lui semble. Il est modulable en fonction des besoins des partenaires. Il est perpétuellement mis à jour et les données agrégées sont disponibles sous forme de cartographies et de listes à l'échelle communale pour les acteurs du territoire de la région PACA.

Les partenaires :

Faune-PACA Publication

Cette nouvelle publication en ligne Faune-PACA publication a pour ambition d'ouvrir un espace de publication pour des synthèses à partir des données zoologiques compilées sur le site internet éponyme www.faune-paca.org. Les données recueillies sont ainsi synthétisables régulièrement sous forme d'ouvrages écrits de référence (atlas, livres rouges, fiches espèces, fiches milieux, etc.), mais aussi, plus régulièrement encore, sous la forme de publications distribuées électroniquement. Faune-PACA Publication est destiné à publier des comptes-rendus naturalistes, des rapports d'études, des rapports de stage pour rythmer les activités naturalistes de la région PACA. Vous pouvez soumettre vos projets de publication à Olivier Hameau, rédacteur en chef de la publication olivier.hameau@lpo.fr et à Amine Flitti, responsable des inventaires et administrateur des données sur faune-paca.org amine.flitti@lpo.fr.

Faune-PACA Publication n°74

Article édité par la
LPO PACA
Villa Saint-Jules
6, avenue Jean Jaurès
83400 HYERES
tél: 04 94 12 79 52
Fax: 04 94 35 43 28
Courriel: paca@lpo.fr
Web: http://paca.lpo.fr

Directeur de la publication : Benjamin KABOUCHE
Rédacteur en chef : Olivier HAMEAU
Comité de lecture du n°74 : Fabrice RODA, Marion FOUCHARD.
Administrateur des données www.faune-paca.org : Amine FLITTI.
Photographies couverture
© F. Grimal 2017
ISSN en cours
La reproduction de textes et d'illustrations, même partielle et quel que soit le procédé utilisé, est soumise à autorisation.
Afin de réduire votre impact écologique nous vous invitons à ne pas imprimer cette publication.
Retrouvez la liste des partenaires techniques et financiers du site www.faune-paca.org sur la page accueil du site.