



Rapport version 7

Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 sur la Nouvelle-Calédonie

Auteurs : C. DE CLERCQ (OEIL), C. Bertrand (IGN), J-F. N'GUYEN VAN SOC (OEIL), F. ALBOUY (OEIL)

Editeur : OEIL

Mars 2020



Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie

tel : 23 69 69
www.oeil.nc

Remerciements

La réalisation de cette analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies a été possible grâce au concours de multiples partenaires directs ou indirects qu'il est tenu de remercier. En effet sans la fervente implication de l'ensemble de ces intervenants, la richesse du travail proposé n'aurait pas pu être possible.

Ainsi, les premiers remerciements sont adressés à tous les membres de l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie, pour avoir contribué à l'élaboration de ce bilan, pour leur disponibilité et leur soutien technique face aux problématiques rencontrées. Un remerciement particulier au pôle Systèmes d'Information de l'OEIL pour l'utilisation de leurs outils, leurs conseils et la diversité de nos échanges.

Un sincère remerciement aux contributeurs externes de cette étude qui, par le partage de leurs données géolocalisées nous ont permis de quantifier les impacts environnementaux associés aux incendies 2018 et ainsi d'inscrire la caractérisation de cette pression de manière continue dans le temps.

Un merci tout particulier à l'association Endemia, porté par Shankar Meyer et Dominique Fleurot, pour nous avoir donné accès à la conséquente base de données dont ils disposent mais aussi pour leur investissement tout au long de cette étude. Pour les connaissances transmises sur les espèces sensibles et l'intérêt marqué envers cette étude, un grand merci à Nicolas Charpin et Thierry Salesne. Un remerciement à la province Sud, au Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et aux différents services qui ont collaboré en fournissant des données à l'OEIL. Plus précisément, merci à Pearl Winchester et Jérôme Villemain pour l'apport en informations fourni et le temps consacré aux échanges. Enfin, un remerciement à Julie Danois pour nous avoir partagé les données précises relatives aux émissions globales de GES.



Sommaire

REMERCIEMENTS	2
RESUME EXECUTIF	5
1. INTRODUCTION	7
1.1. CONTEXTE	7
1.2. DELIMITATION DE LA ZONE D'ETUDE	8
1.3. OBJECTIF DE L'ETUDE	8
2. DONNEES SOURCES.....	8
2.1. LES ANOMALIES THERMIQUES ISSUES DES SATELLITES	8
2.1.1. L'instrument MODIS des satellites Aqua et Terra.....	9
2.1.2. Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP.....	10
2.2. LES DONNEES DE SURFACES BRULEES DE SENTINEL 2	11
2.2.1. Principe de la méthode.....	12
2.2.2. Les images des satellites Sentinel 2.....	12
2.2.3. Le contrôle des surfaces brûlées	13
2.3. L'UTILISATION DES DONNEES SATELLITES EN FONCTION DE LEUR RESOLUTION SPATIALE	17
2.4. LES DONNEES ENVIRONNEMENTALES EXPLOITEES POUR CARACTERISER L'IMPACT DES INCENDIES	18
3. CARACTERISATION STATISTIQUES GENERALES SUR LES INCENDIES.....	23
3.1. ANALYSE TEMPORELLE	23
3.1.1. Variabilité interannuelle des départs de feux	23
3.1.2. Saisonnalité des surfaces brûlées.....	25
3.2. ANALYSE SPATIALE DES INCENDIES DE 2018	30
3.2.1. Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par unité territoriale en 2018	31
3.2.3. Étude de la répartition des incendies	41
3.2.4. Étude de la proximité des incendies	54
4. ANALYSE SPATIALE DE L'IMPACT DES INCENDIES EN 2018.....	57
4.1. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT	57
4.1.1. Impact sur la faune et la flore	58
4.1.2. Impact sur les périmètres protégés réglementairement ou labellisés.....	101
4.1.3. Impact sur la ressource en eau	105
4.1.4. Estimation des implications financières liées à la réparation du préjudice environnemental des incendies	116
4.1.5. Estimation des émissions de gaz à effet de serre induites par les incendies en 2018.....	118
5. ELEMENTS DE DISCUSSION.....	123
5.1. LIMITES DE L'ETUDE	123
5.1.1. Limites liées à la détection des surfaces brûlées	123
5.1.2. Limites liées au contrôle des données	125
5.1.3. Limites liées à la caractérisation des impacts environnementaux	125
5.2 DETAILS SUR LES MODALITES DE CROISEMENT ET D'ANALYSE DE DONNEES APPLIQUEES	126
5.2.1. Précisions d'ordre général.....	126
5.2.2. Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour compter les incendies	126

5.2.3. Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour estimer les superficies incendiées	127
5.2.4. Précisions des pré-traitements effectués sur les couches utilisées	127
5.2.5. Précisions sur les méthodes de discrétisation	128
5.2.6. Précision sur la méthode utilisée pour la production des cartes de densité.	129
4. CONCLUSION	130
4.1. BILAN DE L'ETUDE.....	130
4.2. PROSPECTIVES D'ANALYSES CROISEES SUPPLEMENTAIRES	132
REFERENCES	134
TABLE DES FIGURES	138
TABLE DES TABLEAUX	140
ANNEXES	143

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 sur la Nouvelle-Calédonie		
Auteurs	C. DE CLERCQ (OEIL), C. Bertrand (IGN), JF N'GUYEN VAN SOC (OEIL), F ALBOUY (OEIL)		
Collaborateurs	Chloé Bertrand (IGN)		
Editeurs	OEIL		
Année d'édition du rapport	2020	Année des données	2018

Objectif	L'objectif de cette étude est de caractériser les incendies de l'année 2018 sur la Nouvelle-Calédonie et de quantifier les impacts environnementaux associés en s'appuyant sur des données géographiques présentant les enjeux environnementaux.
Contexte	L'étude de l'impact environnemental des incendies en Nouvelle-Calédonie résulte du constat d'un manque de caractérisation du phénomène en lui-même et, de fait, d'absence de quantification des impacts induits par les feux sur le territoire calédonien. La Nouvelle-Calédonie, considérée comme un haut-lieu de la biodiversité mondiale, accueille un grand nombre d'espèces animales et végétales endémiques voire micro-endémiques dont la survie est impactée par les changements infligés aux milieux naturels. Les incendies, du fait de leur ampleur et de leur fréquence, exercent une pression considérable sur ces milieux. Leurs effets peuvent être directs, mais également indirects. L'OEIL par les missions qui lui sont rattachées, est porteur d'une volonté de caractérisation des pressions environnementales et de leur impact sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie.
Méthodologie	Les données sur les surfaces brûlées sont issues d'un processus de traitement des images satellitaires issues des satellites Sentinel 2A et 2B dotés d'une résolution spatiale moyenne de 10 mètres. Les surfaces détectées ont été croisées avec une vingtaine de sources d'information relatives aux enjeux environnementaux. Les résultats ont nécessité de réaliser des traitements SIG, ils ont été effectués à l'aide de la version 10.6.1 du logiciel ArcGIS. Les traitements de croisement entre les incendies et les autres sources d'information se sont appuyés sur des outils développés par l'OEIL.

Résultats et conclusions	Ce travail représente la deuxième quantification des incendies issus d'images hautes résolutions sur le territoire calédonien et constitue la suite du travail effectué en 2017. Il a pour vocation d'être reconduit annuellement afin d'inscrire la caractérisation des incendies de manière pérenne dans le suivi des impacts liés aux pressions environnementales. Voici un extrait des résultats obtenus : l'étendue des surfaces brûlées en 2018 est de 6763 hectares, ce qui représente 0,4 % de la surface totale de la Nouvelle-Calédonie. La province Nord a été fortement impactée par les incendies, elle regroupe à elle seule 87 % du nombre total d'incendies et 87 % de la superficie totale d'hectares consumés par les flammes, contre 13 % pour la province Sud et 0,3 % pour la province des Iles. C'est la commune de Ouégoa qui a subi le plus de dommages liés aux incendies, 1579 hectares sont partis en fumée, ce qui représente presque 2,43 % de sa superficie communale. L'étude de la proximité des incendies aux infrastructures humaines a démontré que 59 % des incendies se situeraient à moins de 0,5 kilomètre d'au moins une construction. De plus, 90 % des incendies seraient localisés à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès. L'étude de la densité du nombre d'incendies en 2018 indique que plusieurs zones semblent particulièrement touchées telles que le nord de la Grande Terre (Ouégoa, Kaala-Gomen) ainsi que les régions proches de Koné et Poya. <i>A contrario</i>, les îles Loyauté ainsi que l'ensemble du secteur de la Côte Oubliée présentent globalement une densité très faible du nombre d'incendies. A noter que les axes routiers transversaux tels que Bourail-Houailou ou encore l'axe Thio-Canala semblent légèrement se dessiner. L'étude de la répartition des incendies en fonction de leur superficie a montré que les
---------------------------------	---

	incendies de grande envergure, c'est-à-dire ceux dépassant 100 hectares incendiés, représentent seulement environ 2 % de tous les incendies, mais sont à l'origine de 50 % de la superficie totale brûlée. L'analyse de l'impact des incendies sur les enjeux environnementaux a montré que 3272 hectares de la strate arbustive ont été incendiés, contre 2903 hectares de la strate herbacée et 290 hectares de la strate arborée. La forêt sèche, écosystème exceptionnel et particulièrement fragile a été incendiée sur 38 hectares et les zones de connectivités situées autour de cet écosystème ont été touchées sur 92 hectares. Certaines espèces menacées d'extinction ont été concernées par les incendies ; 4 espèces considérées comme « En danger critique » d'extinction, 16 considérées comme « En danger » d'extinction. Les bassins versants producteurs d'eau potable ont subi 58 incendies pour une surface impactée de 197 hectares. Douze communes présentant des zones d'intérêt biologiques ou écologiques situés en Provinces Sud ont été impactées par les incendies. De plus, quatre zones inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO ont aussi été la proie des flammes notamment la zones côtière Nord-Est et la zones côtière Ouest. Concernant l'impact sur la ressource en eau, 17% de l'ensemble des incendies ont touché les périmètres de protection des eaux et 5% de la totalité des PPE ont été impactés par des incendies. Le calcul des émissions de CO2 induites par les incendies a permis de les quantifier à 110 609,6 teqCO2. Soit une contribution de 1,4% aux émissions globales de GES selon les données globales d'émissions de gaz à effet de serre fournies en 2018 pour la Nouvelle-Calédonie. Des calculs effectués avec l'Outil de Calcul des Mesures Compensatoires (OCMC) ont permis d'estimer à environ 10 milliards de F CFP, le montant de la restauration écologique qui devrait être mise en œuvre pour contrebalancer les pertes écologiques induites par les incendies en 2018 en Nouvelle-Calédonie.			
Limites de l'étude	Les traitements effectués pour aboutir aux statistiques présentées dans le présent rapport possèdent des limites. En effet, la détection exclusive des surfaces brûlées par les satellites possède des biais. De plus, le mode de production même des surfaces brûlées par un processus automatisé induit une marge d'erreur. De même, la procédure de contrôle des incendies détectés par Sentinel 2 a nécessité des prises de décisions qui possèdent leurs limites. Par ailleurs, les données utilisées pour caractériser l'impact des incendies possèdent elles aussi des facteurs intrinsèques qui peuvent limiter leur utilisation. Enfin, les émissions atmosphériques ont été quantifiées considérant les limites associées au manque de données liées à la biomasse combustible ainsi qu'aux facteurs d'émission et de combustion.			
Evolutions	Version 7		Date de la version	20/02/2020

1. Introduction

1.1. Contexte

L'étude de l'impact environnemental des incendies en Nouvelle-Calédonie résulte du constat d'un manque de caractérisation du phénomène en lui-même et, de fait, d'absence de quantification des impacts induits par les feux sur le territoire calédonien. La Nouvelle-Calédonie, considérée comme un haut-lieu de la biodiversité mondiale, est composée d'espèces animales et végétales dont la survie est impactée par les changements infligés aux milieux naturels. Les incendies, du fait de leur ampleur et de leur fréquence, exercent une pression considérable sur ces milieux. Leurs effets peuvent être directs, mais également indirects. Le feu est susceptible d'affecter les populations des espèces endémiques et, micro-endémiques. Le passage des incendies en brûlant la végétation, rend les sols plus sensibles à l'érosion. L'érosion provoque un apport supplémentaire en matériaux aux cours d'eaux puis au lagon, avec une altération de la qualité des milieux. L'ouverture des milieux induite par les incendies est souvent favorable au développement des espèces envahissantes végétales et animales. Les incendies contribuent à la fragmentation des milieux notamment en accentuant l'effet de lisière. De plus, les émanations gazeuses liées à la combustion ont une influence directe sur la qualité de l'air et contribuent aux changements globaux. *In fine*, ce sont l'ensemble des services rendus par les écosystèmes qui peuvent être altérés par les incendies. Ainsi, l'identification, la quantification et le suivi des surfaces incendiées sont nécessaires pour rendre compte de l'impact de ces derniers sur l'environnement. La base de données sur les surfaces incendiées pourrait également servir à consolider les stratégies de lutte contre les incendies, aiguiller la gestion du patrimoine naturel et enfin être prise en compte dans l'aménagement du territoire.

C'est dans une démarche de caractérisation de la pression environnementale liée aux incendies et de ses impacts, que l'OEIL a repris une chaîne produite dans le cadre du projet INC (Incendies et biodiversité de écosystèmes en Nouvelle-Calédonie)¹ et l'a optimisée. Ce traitement automatisé permet d'exploiter les données d'anomalies thermiques provoquées par les feux et détectées par les satellites. Ce processus s'appuie sur un service déjà existant de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) qui intègre les informations de trois satellites : Aqua MODIS, Terra MODIS et Suomi NPP, ainsi que sur les données du satellite Himawari de la Japan Meteorological Agency (JMA). Depuis début 2018, l'efficacité de ce processus a permis de mettre à la disposition de tous un système d'alerte sur les incendies². Les structures publiques et parapubliques sont particulièrement intéressées pour la lutte contre les incendies, notamment les mairies, et le gouvernement par le biais de la Direction de la Sécurité Civile et de la Gestion des Risques (DSCGR). Les gestionnaires de l'environnement peuvent également être intéressés par ce système, comme les Provinces ou encore le Conservatoire des Espaces Naturels (CEN), ainsi que les associations et organisations non gouvernementales de défense de l'environnement tel que le World Wildlife Fund (WWF) et Endemia. Enfin, ce système peut également être utilisé par les gestionnaires de réseaux comme par l'exemple l'Office des Postes et Télécommunications (OPT), ou encore Enercal ou

¹ Projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche, coordonné par Christelle Hély-Alleau du CRNS. Les partenaires du projet sont : l'IRSTEA (ancien CEMAGREF), l'INRA, l'IRD, Météo France et le CRNS.

² Pour s'abonner à ce système d'alerte, cliquer sur le lien [suivant](#)

EEC ENGIE. Ce service permet de recevoir une alerte par courriel à chaque nouvelle détection et est couplé au géoportail VULCAIN³ qui, outre la localisation de l'incendie en cours, permet d'analyser la chronique des données « Incendies » et de produire ses propres analyses thématiques.

La haute fréquence de revisite des satellites impliqués font de ces données une source fiable pour fournir des alertes sur les incendies en cours. En revanche, le manque de précision des données de surfaces brûlées générées à partir des anomalies thermiques (pixel le plus fin de 375 mètres), a incité l'OEIL à travailler sur des données satellitaires plus précises issues des satellites Sentinel 2 (pixel de 10 mètres). En effet, la méthode d'analyse des images satellitaires et la précision accrue des données permet d'être plus exhaustif. Les résultats générés sont perçus comme plus pertinents pour une quantification des surfaces brûlées, ainsi ils seront utilisés dans le présent rapport.

Les acteurs de l'environnement en Nouvelle-Calédonie produisent, selon leurs champs d'intervention, un certain nombre d'informations permettant de caractériser l'environnement. En accord avec ces derniers, des données ont été fournies à l'OEIL afin de déterminer l'impact des incendies sur les milieux néo-calédoniens en 2018.

1.2. Délimitation de la zone d'étude

L'étude de l'impact des incendies n'était jusqu'à présent assurée par aucune entité en Nouvelle-Calédonie. Malgré l'ampleur de la problématique, aucun suivi à vocation environnementale n'est réalisé à l'échelle du territoire. A noter que pendant la saison administrative des feux de forêt (SAFF), un suivi des incendies est réalisé par la Direction de la Sécurité Civile et de la Gestion des Risques (DSCGR) et les sapeurs-pompiers. Cependant, ce suivi est peu précis en termes de localisation des événements et ne retrace par l'empreinte exacte de l'incendie. De plus, la DSCGR réalise des missions aériennes d'identification des incendies uniquement lorsqu'elle est appelée en renfort pour éteindre des incendies de très grande ampleur. Ainsi, les incendies répertoriés pendant la SAFF ne suffisent pas à établir un bilan complet de l'impact des incendies.

De fait, dans le souhait d'établir une caractérisation et quantification globale des impacts induits par les feux, l'observatoire a privilégié la détection des incendies sur l'ensemble du territoire.

1.3. Objectif de l'étude

L'objectif principal du présent rapport est de pouvoir caractériser la pression des incendies et de quantifier leur impact environnemental sur l'année 2018, à partir des données d'enjeux environnementaux produites par les partenaires de l'OEIL en Nouvelle-Calédonie.

2. Données sources

2.1. Les anomalies thermiques issues des satellites

³ Cliquez sur l'hyperlien suivant pour accéder au portail [VULCAIN](#)

Les satellites possèdent des capteurs qui détectent des anomalies thermiques à la surface de la terre. Ces anomalies thermiques, aussi appelées points chauds, sont liées à un changement de température. La détection de ces dernières dépendra de l'intensité du phénomène mais également de sa taille.

La détection des anomalies thermiques est notamment effectuée dans le cadre du programme Fire Information for Resource Management System (FIRMS)⁴ dans le but de fournir l'emplacement des feux actifs en temps quasi-réel aux gestionnaires des milieux. Ce programme a été créé par l'Université du Maryland grâce à des fonds de la NASA et de la Food and Agriculture Organization of the United States (FAO). Les informations des capteurs de trois satellites sont utilisées, à savoir Aqua MODIS, Terra MODIS et Suomi NPP⁵.

2.1.1. L'instrument MODIS des satellites Aqua et Terra

Les satellites Aqua et Terra possèdent un capteur appelé MODIS pour Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer. Les points d'anomalies thermiques détectés par le capteur de ces satellites sont représentés au centre du pixel lié à la source de l'anomalie thermique. À noter que la fréquence de mise à jour de ces données est quotidienne, elle se base sur la revisite des satellites. Les données débutent le 2 novembre 2000 et s'achèvent le 30 décembre 2018 pour cette étude, soit 1752 polygones.

La Figure 1 permet de visualiser l'emprise de détection effectuée par le MODIS concernant l'incendie Poum daté de novembre 2018.

La faible résolution spatiale des produits MODIS, à savoir de 500 m à 1km, a conduit à la décision de ne pas prendre en compte ces données pour quantifier l'impact spatial des incendies. Néanmoins, la chronique de la base de données dont nous disposons permettra de réaliser une analyse temporelle des surfaces brûlées obtenues par le regroupement des points chauds d'un même événement selon des critères spatiaux temporels. Cette dernière sera effectuée sur la période 2001-2018 car les données débutant le 2 novembre pour l'année 2000, il n'est pas pertinent de les inclure dans l'analyse temporelle

⁴ Le lien suivant apporte plus de précision sur le [programme FIRMS](#)

⁵ Se référer au site internet de la [NASA](#) pour avoir plus d'informations sur les satellites



Figure 1: Emprise des détections effectuées par le capteur MODIS pour l'incendie de Poom en novembre 2018 (Source : OEIL)

2.1.2. Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP

Le satellite Suomi NPP (National Polar-orbiting Partnership) est équipé du capteur VIIRS (Visible/Infrared Imager Radiometer Suite) qui permet de détecter des anomalies thermiques. Ces points chauds possèdent une résolution spatiale de 375 mètres. Les critères pour créer des surfaces potentielles d'incendies à partir des points reposent sur un éloignement maximal de 750 mètres, ainsi que sur un seuil temporel ne dépassant pas trois jours. La fréquence de mise à jour de ces données est bi-quotidienne, elle se base sur la revisite du satellite. Ainsi, les surfaces brûlées sont reconstituées par la réunion des points chauds d'un même évènement selon des critères spatiaux temporels. Pour cette étude, nous possédons l'ensemble de la chronique de données s'étendant du 21 janvier 2012 au 30 décembre 2018 soit 2723 polygones. La Figure 2 met en avant l'emprise de détection effectuée par le VIIRS concernant l'incendie de Poom daté de novembre 2018.

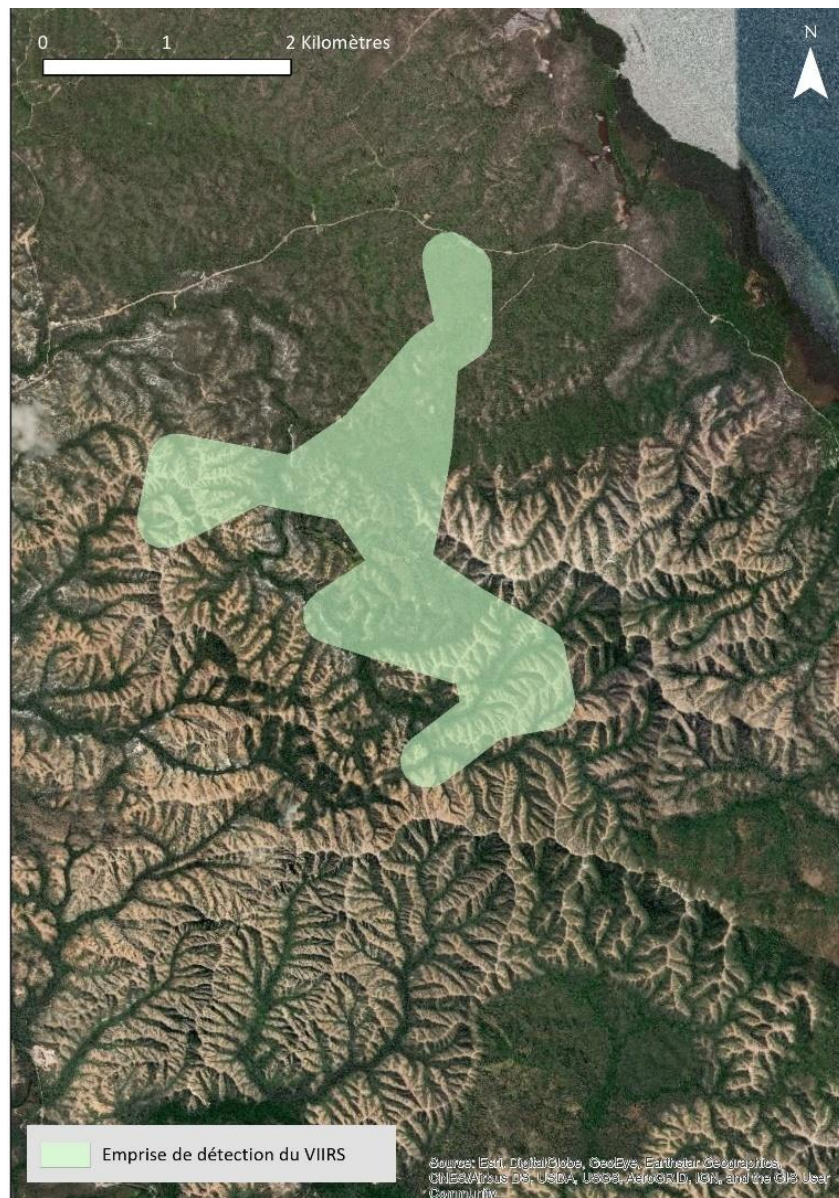


Figure 2 : Emprise des détections effectuées par le capteur VIIRS pour l'incendie de Poum en novembre 2018 (Source : OEIL)

Ces surfaces brûlées seront utilisées pour faire la comparaison avec les données Sentinel de manière à apprécier les différences concernant les statistiques des incendies à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Cf. Partie 3.2.1.1.). De plus, elles seront aussi exploitées pour contrôler et valider une partie des données Sentinel afin d'obtenir le nombre le plus précis qu'il soit de surfaces brûlées.

2.2. Les données de surfaces brûlées de Sentinel 2

Afin d'être en mesure d'identifier l'impact environnemental des incendies sur le territoire calédonien, une quantification précise des surfaces brûlées est nécessaire. Ainsi, un autre procédé de détection des incendies a été mis en place par l'OEIL, s'appuyant sur l'analyse des images d'un satellite possédant une résolution spatiale plus fine.

2.2.1. Principe de la méthode

La détection des surfaces brûlées passe par une chaîne de traitement des images satellitaires⁶ permettant de définir les zones incendiées et de délimiter leurs contours. Les méthodes et techniques de la télédétection utilisent les caractéristiques intrinsèques des objets à la surface de la terre. Par exemple, l'analyse de l'état de la végétation par le biais de l'étude de son activité chlorophyllienne va être utilisée pour la détection des surfaces brûlées. En effet, quand une surface recouverte par de la végétation est amenée à brûler, sa couleur change. Les zones incendiées possèdent ainsi des caractéristiques spécifiques qui seront utilisées par la chaîne de traitement pour délimiter le contour des incendies. L'opération de détection des incendies sera alors répétée sur chaque image satellitaire et ce, de façon automatique.

La chaîne de traitement a été développée sur la période 2015-2017 par les entreprises TELESPIAZIO et INSIGHT dans le cadre de la réponse à un appel d'offre émis par l'OEIL. Ce dernier pointait le besoin de disposer d'une solution algorithmique utilisant des images optiques gratuites pour détecter les incendies sur le territoire néo-calédonien.

Les surfaces brûlées sont détectées par classification supervisée de type « Support Vector Machine »⁷ avec des données d'apprentissage fournies notamment par la DSCGR correspondant à environ 20 000 pixels. L'analyse des images va ainsi chercher les pixels qui possèdent des valeurs proches de celles associées aux zones brûlées, puis répertorier ces surfaces brûlées dans une base de données. À noter que la taille minimale de détection est de 1 hectare.

2.2.2. Les images des satellites Sentinel 2

Les images des satellites Sentinel 2A et 2B sont utilisées pour alimenter la chaîne de traitement des images. La mission qui a lancé les satellites Sentinel 2 fait partie du programme Copernicus, d'observation et de surveillance de la Terre menée par l'Union Européenne. À noter que les images de Sentinel 2B ont été disponibles à partir de juillet 2017 pour la Nouvelle-Calédonie. Ce couple de satellites permet d'avoir une période de revisite des satellites sur le territoire calédonien très fréquente. En effet, avant la mise en service de Sentinel 2B, la fréquence de revisite était de 10 jours, et depuis l'introduction de ce dernier, elle est passée à 5 jours. La résolution spatiale par pixel est de 10, 20 ou 60 mètres en fonction des bandes spectrales. Le jeu de données en sortie du processus de traitement des images est composé de 8259 surfaces brûlées pour l'année 2018. Ces surfaces font ensuite l'objet d'une vérification et d'une fusion spatio-temporelle, ce qui permet de donner une indication sur le nombre d'événements incendies et d'avoir une surface consolidée. Ainsi, au terme de ces manipulations, on obtient 493 surfaces brûlées pour une superficie totale de 6763 hectares.



A Retenir

⁶ Pour plus d'information concernant le processus d'analyse des images, des détails sont consultables dans le rapport de production de la donnée consultable ici

<http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29565>

⁷ Des renseignements relatifs aux Support Vector Machine sont disponibles sur le lien suivant : [SVM](#)

Le processus va analyser toutes les images de Sentinel, c'est-à-dire tous les 5 jours, en identifiant les pixels correspondant aux incendies. De fait, la même surface brûlée sera détectée plusieurs fois, la base de données brute comportera ainsi une certaine redondance. Il ne faut donc pas se méprendre face à l'ampleur des détections présentes dans la base de données avant que des traitements de fusion des diverses traces d'incendies ne soient effectués. En effet, les 8259 surfaces brûlées détectées sur les images satellitaires de 2018 ne correspondent en aucun cas à un nombre d'incendies réels aussi conséquent. Après vérification et fusion spatio-temporelle, 493 surfaces brûlées sont obtenues.

2.2.3. Le contrôle des surfaces brûlées

Une qualification du jeu de données des surfaces brûlées détectées par les satellites Sentinel a été mise en œuvre afin de jauger la qualité de la donnée qui va concourir au bilan de l'impact environnemental. En effet, les résultats étant obtenus par le biais d'un processus automatisé, où l'œil humain n'intervient aucunement, les surfaces brûlées détectées peuvent être en partie erronées. Ainsi, un protocole de vérification des détections a été réalisé. Ce dernier a fait l'objet d'une amélioration courant 2019. Les méthodes de traitements concernant le contrôle des données, le regroupement des polygones Sentinel 2 en événements incendies ainsi que le processus de photo-interprétation ont été optimisés par la création de différents programmes. De plus, un protocole automatique de validation et d'agrégation des polygones Sentinel 2 a été produit⁸. La Figure 3 ci-dessous⁹ présente de façon synthétique les étapes qui constituent ce protocole de vérification. Enfin, le Tableau 63 situé en annexe revient avec un peu plus de précision sur les différents processus d'optimisation.

⁸ Pour plus d'informations concernant l'optimisation des différentes étapes de traitement, se référer au rapport présentant l'optimisation du processus de contrôle et d'exploitation des données de surfaces brûlées de Nouvelle-Calédonie téléchargeable dans la bibliothèque de l'OEIL.

⁹ Pour plus d'informations sur les étapes de contrôle, se référer au rapport présentant le protocole de contrôle des surfaces brûlées de la chaîne de traitement produit par l'OEIL

<http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29566>

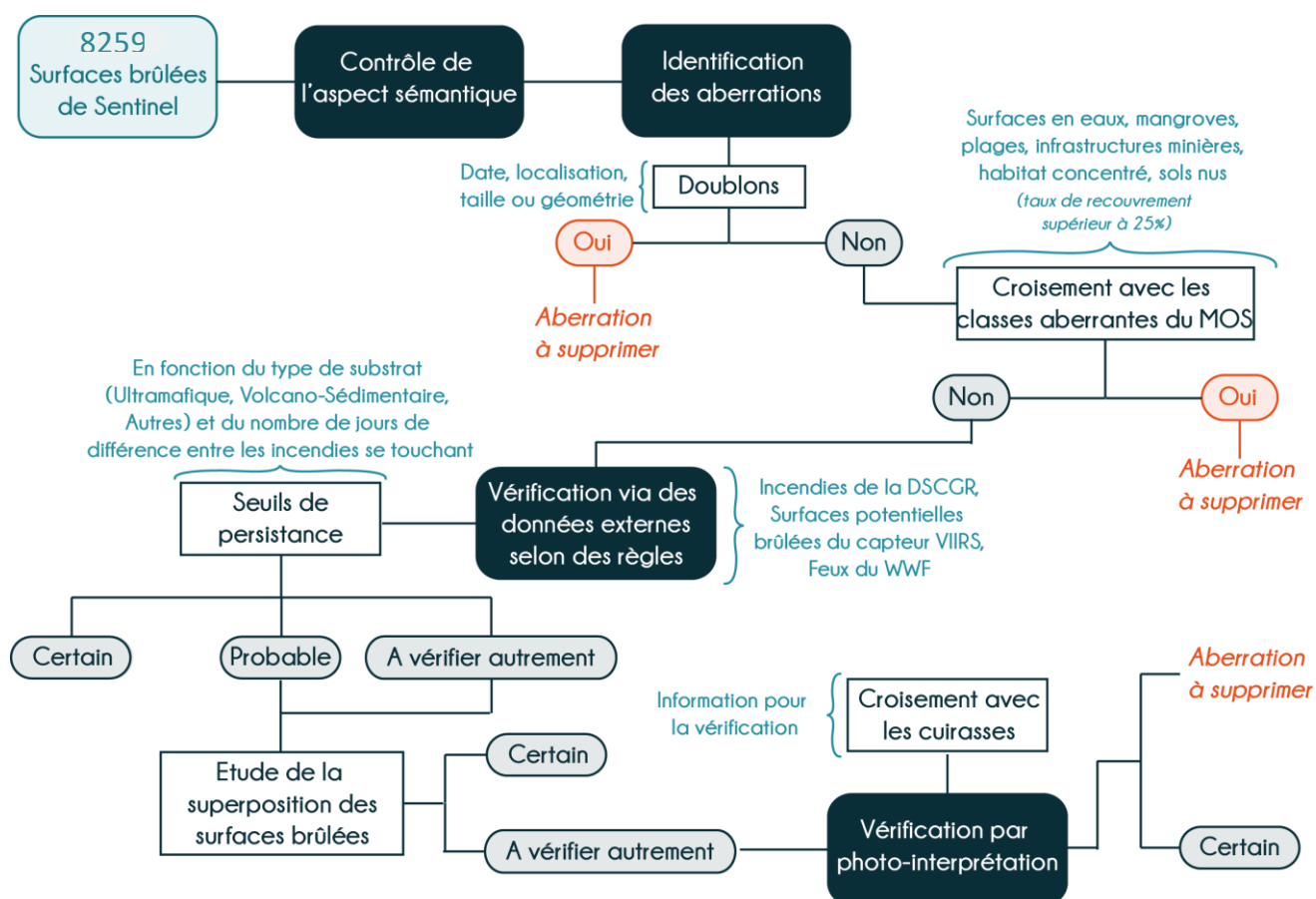


Figure 3 : Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel. [L'ordre présenté n'est pas obligatoirement celui qui a été suivi de manière chronologique]. (Source : OEIL)

Les traitements effectués au cours du contrôle des données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2, ont eu pour vocation d'identifier d'éventuelles aberrations présentes dans le jeu de données, mais également de valider le plus grand nombre de surfaces brûlées avec un seuil de certitude important.

À la suite de ces phases de vérification, une démarche de réunion des détections partielles issues des mêmes incendies a été effectuée afin d'être en mesure de quantifier le nombre d'incendies qui ont touché le territoire. Le rassemblement des détections repose sur des critères de proximité et de temporalité. Deux étapes d'agrégation spatio-temporelle ont été déployées.

Afin de mieux visualiser ce que permet l'ensemble de ce processus d'analyse, la Figure 4 a été réalisée. Cette dernière rend compte du phénomène d'agrégation des différents polygones et montre l'emprise de détection Sentinel-2 pour l'incendie de Poum qui a eu lieu entre le 7 et le 11 novembre 2018. La photo du haut montre l'ensemble des polygones détectés représentant potentiellement des surfaces brûlées dues à des incendies pendant la période du 8 au 28 novembre 2018. Cette période de temps, supérieure à la durée réelle de l'incendie a été volontairement choisie car certains phénomènes (nuage, fumée, etc.) peuvent altérer la détection des feux par les capteurs. De ce fait, des incendies peuvent être décelés plus tard que la date à laquelle ils se sont déclenchés. Ainsi, parmi l'ensemble des polygones

de la période du 8 au 28 novembre 2018, plusieurs définissent l'incendie de Poum. Après vérifications, notamment par photo-interprétation et agrégation spatio-temporelle, on obtient la photo du bas. Cette dernière nous montre alors trois événements incendies dont celui de Poum.

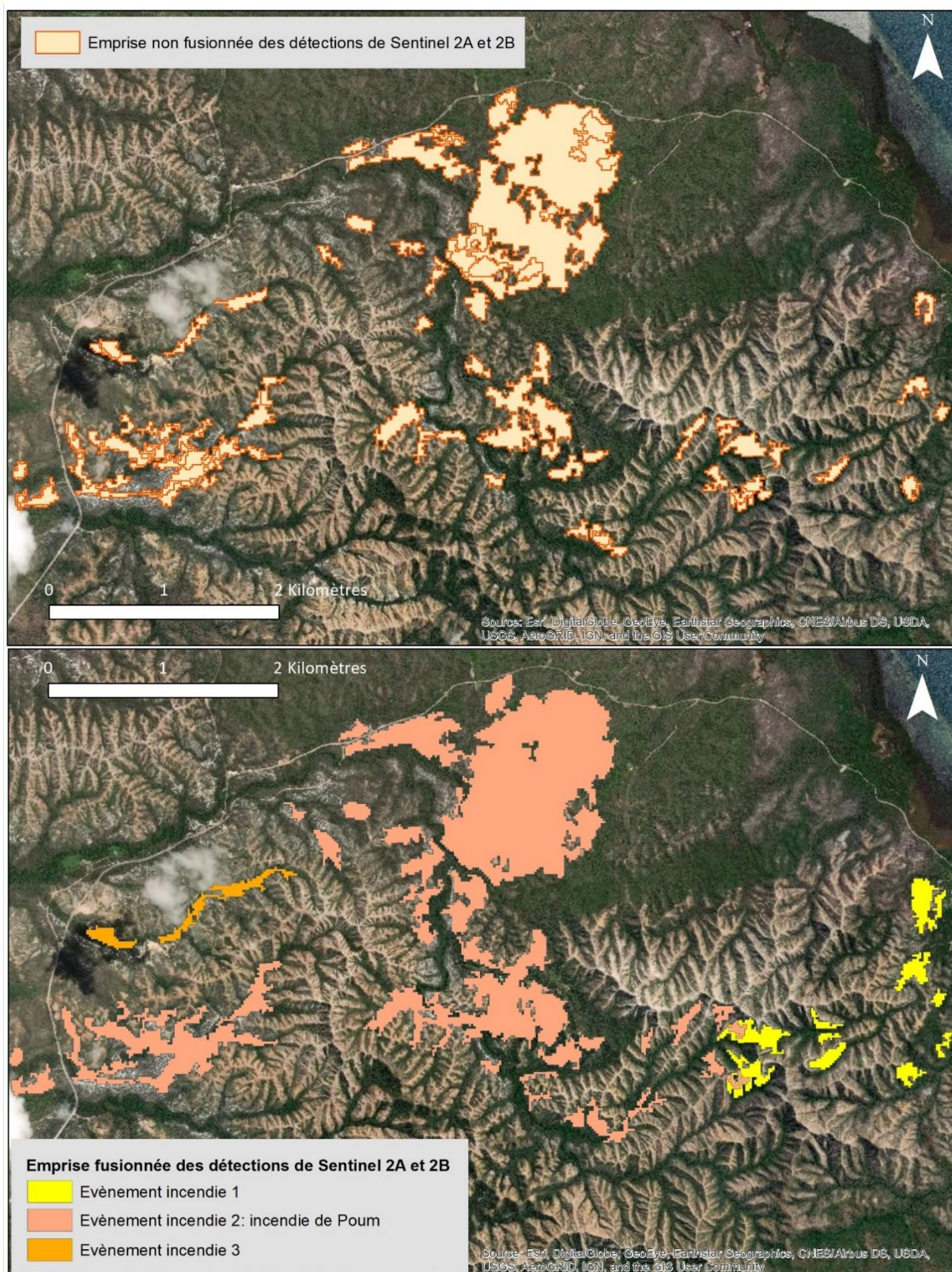


Figure 4 : Emprise non fusionnée et fusionnée des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour l'incendie de Poom en novembre 2018 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL)



A Retenir

La méthode automatisée d'analyse des images satellitaires de Sentinel 2 a permis de détecter 8259 surfaces brûlées potentielles en 2018. Après contrôle de la couche des entités Sentinel en entrée et élimination des polygones aberrants, il ne restait plus que 8084 détections. L'ensemble des données restantes ont ensuite été regroupées automatiquement en événements incendies puis vérifiées par des croisements géomatiques avec des données extérieures à l'OEIL ainsi que par photo-interprétation. Ainsi, en fin de traitement, le nombre d'incendies est estimé à 493 en 2018, ce qui représenterait environ 6763 hectares brûlés soit 0,4 % du territoire de la Nouvelle-Calédonie. A noter que la taille minimale de détection est de 1 hectare.

Par ailleurs, la procédure de contrôle des données a permis d'identifier des détections qui ne correspondent pas à des surfaces brûlées. L'explication de la confusion repose sur la similarité entre la signature spectrale des incendies et celle des objets détectés par la chaîne de traitement. À noter que la majeure partie de ces fausses détections est liée à la signature spectrale des sols ferrallitiques de type cuirasse qui est sensiblement similaire à celle des incendies. La signature spectrale des sols chargés en humidité et des sols ayant été fraîchement labourés peut également être à l'origine de détections qui ne représentent pas des incendies. Enfin, les masses nuageuses représentent la dernière source de confusion identifiée.

De plus, certains phénomènes peuvent altérer la sensibilité des capteurs et conduire à une sous détection des surfaces brûlées. En effet, la couverture nuageuse va avoir pour effet de dissimuler les traces d'incendies. Ainsi, des incendies s'étant produits en fin d'année ne seront probablement détectés que l'année suivante. De même, le processus de revégétalisation rapide de certaines essences comme celles présentes sur le substrat volcano-sédimentaire, va avoir pour effet d'altérer la détection des surfaces brûlées. S'il y a une conjonction des deux phénomènes, dans un cas où la couverture nuageuse est présente pendant plusieurs semaines après la date de l'incendie, la végétation va commencer sa croissance et une fois que la couverture nuageuse aura disparu, les surfaces brûlées ne seront en partie plus visibles par les satellites. De fait, cela implique qu'une sous-estimation de la superficie des surfaces brûlées est possible.

2.3. L'utilisation des données satellites en fonction de leur résolution spatiale

La différence de résolution spatiale entre les données satellitaires présentées dans les parties 2.1.1, 2.1.2 et 2.2.2, implique que les surfaces brûlées détectées par ces satellites ne peuvent être utilisées à la même échelle spatiale et temporelle.

D'un point de vue temporel, le satellite MODIS offre la plus grande chronique de données, cependant l'imprécision de sa résolution spatiale ne permet pas d'utiliser ces données pour quantifier les impacts environnementaux et économiques des incendies sur le territoire calédonien. Les 375 mètres de résolution spatiale du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP permettront d'apporter des informations complémentaires à la caractérisation des incendies à l'échelle du territoire. Enfin, la résolution décamétrique des satellites Sentinel

2 permet de quantifier précisément les méfaits provoqués par les incendies sur les enjeux présents sur le territoire.



A Retenir

- **Données du capteur MODIS des satellites Aqua et Terra** : résolution spatiale de 500 m à 1 km. Elles seront utilisées pour réaliser une analyse temporelle des surfaces brûlées sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie entre 2001 et 2018.
- **Données du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP** : résolution spatiale de **375 mètres**. Elles seront utilisées pour fournir des éléments chiffrés sur le nombre d'incendies et la superficie impactée par ces derniers à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie en 2018.
- **Données des satellites Sentinel 2A et 2B** : meilleure résolution spatiale de **10 mètres**. Elles seront utilisées pour fournir des éléments chiffrés sur le nombre d'incendies et la superficie impactée en 2018. Les échelles territoriales, provinciales, communales, mais aussi les aires coutumières et le carroyage DFCI de 20 kilomètres seront utilisées pour quantifier, sur ces périmètres, l'impact des incendies.

2.4. Les données environnementales exploitées pour caractériser l'impact des incendies

L'ensemble des traitements nécessaires à la production de l'analyse spatiale de l'impact environnemental a été réalisé grâce à l'utilisation d'ArcGIS version 10.6.1. 1 d'ESRI, logiciel spécialisé en Systèmes d'Information Géographique, avec la production de divers outils développés en Python, intégrés à l'environnement ESRI à travers la boîte à outil d'ArcGIS, ArcToolBox.

En accord avec les acteurs de l'environnement en Nouvelle-Calédonie, des données ont été fournies à l'OEIL afin de caractériser l'impact des incendies sur le milieu en 2018. Ainsi, des traitements ont été effectués à partir de ces données afin de pouvoir quantifier le nombre d'incendies et la superficie incendiée pour chaque source d'information étudiée. Le [Tableau 1](#) présente les informations étudiées ainsi que leurs principales caractéristiques.

Tableau 1 : Présentation des sources d'information utilisées pour réaliser le bilan de l'impact des incendies

Nom de la donnée	Résumé		Emprise spatiale	Propriétaire de la donnée	Dernière date de mise à jour
Impact sur l'environnement					
Zone de fort micro-endémisme végétal	Données issues d’une modélisation déterminant la probabilité de localisation d'espèces micro-endémiques vasculaires. Extrait des zones à forte probabilité de micro-endémisme végétal, supérieures ou égales à 70% de densité d'espèces micro-endémiques vasculaires.		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Données vecteurs issues des données rasters produits lors de la thèse d'Adrien Wulff (IAC-UNC) intitulée "Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre Scaevola"	2012
Périmètre d'alertes sur la faune et la flore menacées	Zone entourée d'un tampon de 100, 200 ou 500 m de diamètre, caractérisant la localisation des espèces faunistiques et floristiques menacées (Statut UICN ; CR : « En danger critique », EN : « En danger » et VU : « vulnérable » uniquement sur le critère D2)		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Endemia	2019
Espèces Sensibles	Localisation de la compilation des observations naturalistes recensant la faune, la flore ou encore les champignons possédant un niveau d'enjeu plus ou moins important en fonction du classement UICN et de la rareté des espèces		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Direction de l’Environnement, Province Sud	2019
Mangroves	Mangrove Province Sud	Données représentant la localisation des mangroves	Province Sud	Province Sud	2019
	Mangrove Grand Nouméa		Quelques communes (Nouméa, Mont-Dore, Dumbéa, Païta, La Foa, Moindou)		2015

	Mangrove programme ZoNéCo		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Programme ZoNéCo	2006
Strates de végétation (arborée, arbustive, herbacée)	Localisation des types de végétation arborée, arbustive et herbacée		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	OEIL, Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2014
Zones de vigilance pour le maintien des forêts sèches	Localisation des zones de vigilance primordiales pour le maintien de l'écosystème des forêts sèches		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie	2016
Connectivités moyenne distance des forêts sèches	Localisation des liaisons entre les zones de vigilance de forêt sèche avec un seuil de distance minimal de 200 mètres		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie	2016
Milieu d'intérêt important pour la conservation	Localisation des milieux d'intérêt important pour la conservation		Province Sud	DENV, Province Sud	2019
Milieu essentiel à la préservation de la biodiversité	Localisation des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité		Province Sud	DENV, Province Sud	2019
Zones clés de biodiversité	Localisation des sites d'importance mondiale pour la conservation de la biodiversité identifiés à l'aide des standards internationaux UICN		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Groupe : Profil d'Ecosystème de Nouvelle-Calédonie regroupant la Province Sud, la Province Nord, la Province des îles, le Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, l'État Français, AFD, CI, SCO, WWF, AICA, IRD, UNC, IAC, IFREMER	2016
Formation géologique	Localisation des différents substrats, regroupés en trois groupes majoritaires, que sont le type volcano-sédimentaire, ultramafique et autres		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC)	2018
Impact sur les sites d'intérêts					
Zones tampons terrestres UNESCO	Localisation des zones tampons terrestres des biens inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	IFRECOR	2011

Aires protégées provinciales terrestres	Localisation des zones terrestres de protection de l'environnement de compétence provinciale	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud, UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)	2019
Périmètres des zones humides Ramsar	Localisation des zones inscrites à la convention Ramsar, traité intergouvernemental servant de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources	Plaines des Grands Lacs	Province Sud	2014
Impact sur la ressource en eau				
Périmètres de protection des eaux	Localisation des périmètres de protection des eaux destinées à la consommation humaine	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019
Bassins versants producteurs d'eau potable	Localisation des bassins versants producteurs d'eau potable basée sur les captages surfaciques définies comme les surfaces ou superficies concourant à l'alimentation de captages ou de futurs captages	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2018
Effets possibles des infrastructures humaines sur les incendies				
Bâtiments	Localisation de toutes édifications importantes, construites dans un but quelconque et représenté par un objet surfacique, issues de la BD TOPO.	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019

Voeries	Localisation des différents types de voeries (voie non revêtue, allée piétonne aménagée, voie revêtue, piste, sentier, piste cyclable, gué, passerelle), issues de la BD TOPO.	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019
---------	--	-----------------------------------	---------------------------------------	------

3. Caractérisation statistiques générales sur les incendies

Dans cette partie du rapport sont présentées des données chiffrées permettant de caractériser les incendies sur le territoire calédonien à différentes échelles temporelles et spatiales.

3.1. Analyse temporelle

L'analyse temporelle des incendies qui suit a été produite à l'aide des données des satellites Terra et Aqua et du satellite SUOMI NPP. Les satellites Terra et Aqua disposent de la chronique de données la plus importante, à savoir 2001 à 2018, tandis que le satellite SUOMI NPP présente une chronique de données allant de 2012 à 2018. L'amplitude temporelle des données satellites Terra et Aqua permet donc d'avoir une vision diachronique plus intéressante des incendies sur le territoire calédonien. Toutefois, leurs résolutions spatiales allant de 500m à 1 km, il semble intéressant de compléter ces données avec celles du satellite SUOMI NPP qui fournit depuis 2012, des informations à une résolution spatiale de 375 mètres. Cela permettra d'avoir une vision plus précise de l'évolution des incendies et de rendre compte des disparités entre les deux jeux de données.

3.1.1. Variabilité interannuelle des départs de feux



Informations

De manière générale, le déclenchement des incendies est influencé par la conjonction d'une multitude de paramètres. Le type de végétation, par son degré d'inflammabilité, impliquera une combustion plus ou moins rapide et intense. La topographie, en fonction du degré de la pente du terrain et de l'exposition aux vents, influencera la propagation de l'incendie. La météo, quant à elle, conditionnera fortement le risque d'incendie dans la mesure où la température et la pluviométrie détermineront l'humidité relative de l'atmosphère ainsi que le stress hydrique de la végétation. Enfin, la présence de l'homme et des activités qu'il a développées, ajoutent un degré de sensibilité supplémentaire au risque d'incendie.

La prévision du risque de feux de brousses est complexe, chaque jour elle est différente. Ainsi, le nombre d'incendies dépendra de la conjonction de ces divers facteurs

La Figure 5 met en avant le nombre total de surfaces brûlées en Nouvelle-Calédonie par année. Les données représentées sont issues de la chronique temporelle sur les incendies du satellite MODIS entre 2001 et 2018 ainsi que du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2018.

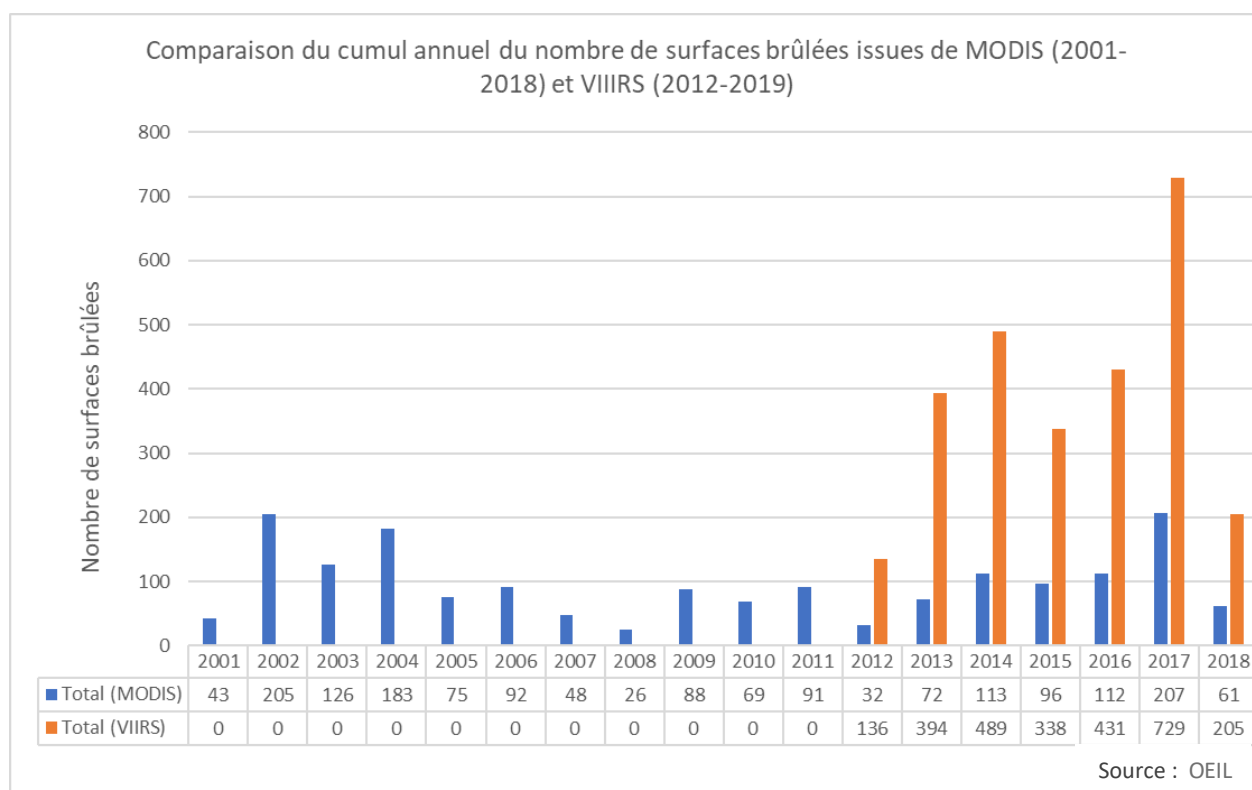


Figure 5: Comparaison du cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2018 et du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2018 pour la Nouvelle-Calédonie.



A Retenir

D'après les détections de MODIS, les années 2002, 2003, 2004, 2014, 2016 et 2017 représentent les années où le plus grand nombre d'incendies ont sévi sur le territoire. Au cours de ces années, plus de cent incendies ont été détectés. L'année 2017 étant la plus importante, avec 207 surfaces brûlées captées par MODIS. Concernant l'année 2018, on constate qu'elle est relativement basse en intensité par rapport à l'historique 2001-2017. En effet, avec 61 surfaces incendiées, elle se classe comme la quatrième année la moins importante en matière de nombre de surfaces brûlées détectées.

Les détections de SUOMI NPP montrent une similarité d'interprétation. Malgré une différence notable entre les deux jeux de données, les années 2014, 2016 et 2017 restent celles qui montrent le plus fort taux de surfaces brûlées. En 2018, selon le capteur VIIRS, seules 205 surfaces brûlées ont été détectées. De ce fait elle représente la deuxième année la moins intense en matière de nombre d'incendies.

A noter que l'année 2017 a été l'année la plus touchée par les incendies avec 729 surfaces brûlées dû à des conditions hydroclimatiques favorisant le déclenchement et la propagation des feux : 2017 a été enregistrée comme la cinquième année la plus chaude depuis 1970 et les précipitations ont été inférieures de 32 % à la moyenne calculée entre 1981 et 2010¹⁰.

L'année 2018, caractérisée par un faible nombre de surfaces incendiées, n'a pas été considérée comme particulièrement chaude par rapport aux deux dernières décennies. Elle a montré une anomalie de température moyenne sur l'année de +0,17°C par rapport à la valeur

¹⁰ Téléchargement du bulletin climatique 2017 de Météo France [ici](#)

de référence 1981-2020. Cela peut notamment s'expliquer par le fait que l'année a débuté avec la fin d'un épisode La Nina et s'est achevée avec l'apparition d'un épisode El Nino. Au niveau pluviométrique, de grosses disparités géographiques ont été observées malgré une moyenne annuelle voisine des normales à l'échelle du pays. En effet, les précipitations sur les Loyauté et une large partie de la Côte Ouest ont été déficitaires, tandis que sur la côte Est, elles ont été globalement excédentaires. Les phénomènes de dépression et/ou cyclone qui ont sévi cette année-là peuvent notamment expliquer ces précipitations excédentaires ¹¹.

Pour rappel, les capteurs de MODIS détectent peu d'incendies contrairement au capteur VIIRS de SUOMI NPP. Cette dissemblance dans les données est observable sur la Figure 5 avec une proportion moyenne d'écart entre les détections VIIRS et MODIS de 75%. On peut aussi souligner la très forte variabilité du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS depuis 2001.

3.1.2. Saisonnalité des surfaces brûlées



Le contexte climatique de la Nouvelle-Calédonie agit sur les périodes de l'année durant lesquelles le risque d'incendie est maximal. L'intense saison humide induit le développement d'un couvert végétal dense. Puis, la sortie de la saison humide est marquée par un climat transitoire sec, approximativement de mi-septembre à mi-novembre, provoquant une baisse des précipitations, une augmentation progressive des températures, et une accentuation des alizés. Cette transition a pour conséquence d'assécher la végétation jusqu'à l'arrivée de la saison sèche où le couvert végétal, en état de stress hydrique, représente un combustible idéal pour les incendies.

De plus, la localisation de la Nouvelle-Calédonie induit qu'elle est sujette à l'action du phénomène El Nino¹². Ce dernier provoque une réduction de la pluviométrie impliquant un état de sécheresse accru, augmentant notablement le risque d'inflammabilité du couvert végétal.

Dans une démarche de vigilance, et dans le cadre du plan d'Organisation de la Réponse de Sécurité Civile (ORSEC) feux de forêt, une période de quatre mois a été mise en place afin de contrôler le risque d'incendie et de donner les meilleures chances à la sécurité civile d'intervenir dans les plus brefs délais. Cette période est appelée « saison administrative des feux de forêt » (SAFF), elle s'étend tous les ans du 15 septembre au 15 décembre.

3.1.2.1 Saisonnalité des surfaces brûlées sur l'année 2018

La Figure 6 représente la comparaison des cumuls mensuels du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et SUOMI NPP sur l'année 2018 en Nouvelle-Calédonie.

¹¹ Téléchargement du bulletin climatique 2018 de Météo France [ici](#)

¹² Des informations sur le phénomène El Nino sont disponibles sur le site de Météo France en cliquant sur les liens suivants : [El Nino](#) ou encore [informations supplémentaires](#)

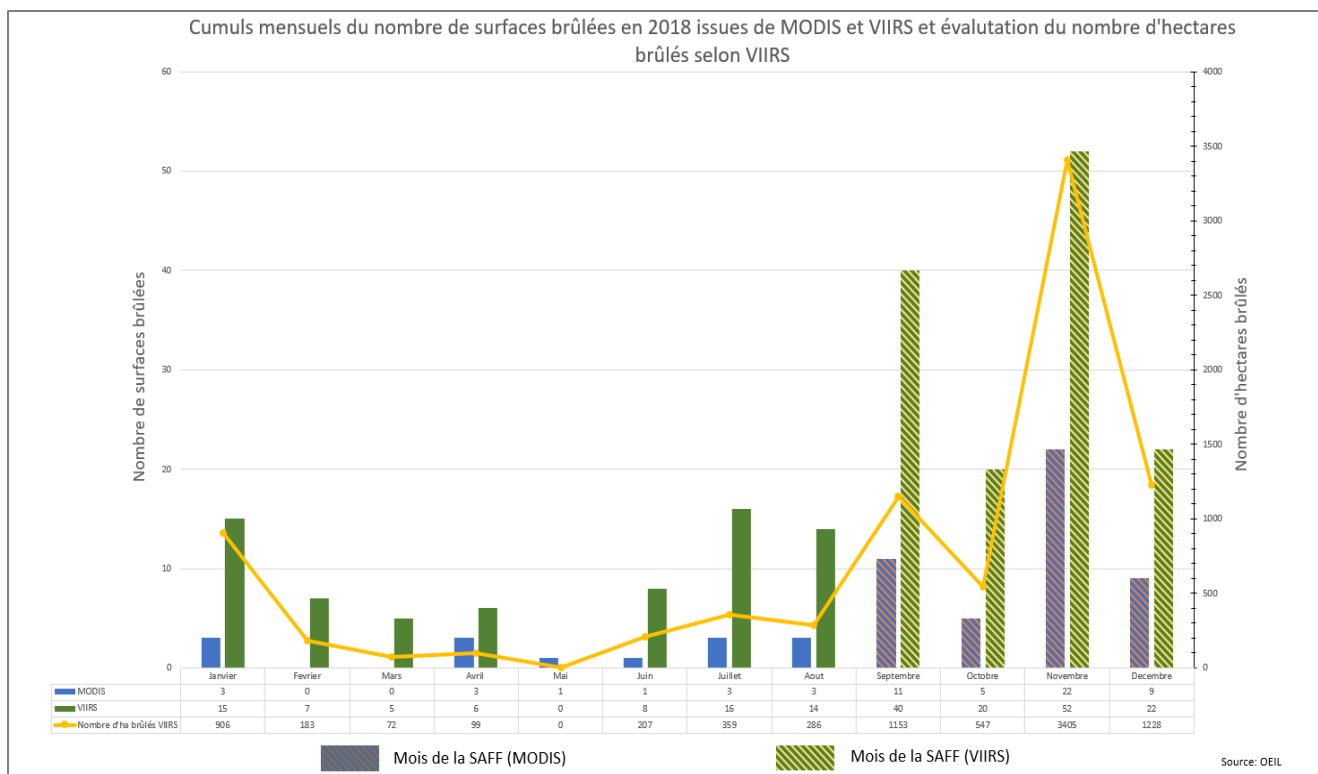


Figure 6: Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS et de SUOMI NPP en 2018 et évaluation moyenne des surfaces brûlées correspondantes selon VIIRS sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie (Source OEIL)

A Retenir

La période où le plus grand nombre d'incendies est détecté, se situe en fin d'année, entre septembre et décembre. Ces mois représentent la période de l'année à laquelle la végétation est la plus sèche. Ils regroupent 77% et 65% des surfaces brûlées détectées par MODIS et SUOMI NPP respectivement.

Plus précisément, ce sont les mois de septembre et novembre qui présentent le plus de surfaces brûlées détectées, à l'image des incendies de Poum ou encore de Moindou qui s'étaient déclarés en novembre. Le mois de novembre a notamment été caractérisé par des températures relativement chaudes avec de rares précipitations. Ces conditions climatiques sont propices à l'émergence d'incendies car la végétation brûle facilement du fait de sa sécheresse. *A contrario*, le mois d'octobre représente le mois de la SAFF avec le plus faible nombre de surfaces incendiées avec 5 incendies détectés par MODIS et 20 détectés par VIIRS en 2018. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le mois d'octobre 2018 a été marqué par de nombreuses journées de courants d'Est humides et instables qui, associés à la présence d'un air tropical sur le pays, a apporté un temps couvert et d'abondantes précipitations sur la côte Est et le nord des Loyauté¹³.

L'ensemble de ces conditions hydro-climatiques a aussi influé sur le nombre d'hectares incendiés. Ainsi, novembre affiche 3405 hectares partis en fumée soit 40% de la surface totale

¹³ Téléchargement du bulletin climatique 2018 de Météo France [ici](#)

brûlée. Le mois d'octobre qui montrait un nombre minime d'incendies est aussi caractérisé par une faible superficie globale incendiée avec 547 hectares brûlés.

Il est aussi intéressant de constater que malgré un nombre plus important d'incendies en septembre, la quantité d'hectares brûlés reste inférieure à celle observée pour le mois de décembre. Selon les données VIIRS, septembre présente 40 incendies pour 1153 hectares brûlés tandis que décembre présente 22 incendies pour 1228 hectares incendiés.

Il est à rappeler que les surfaces incendiées mentionnées sont calculées à partir des données VIIRS et que, de ce fait, elles peuvent être surestimées.

3.1.2.2 Saisonnalité des surfaces brûlées sur différents historiques de données

La Figure 7 représente la comparaison des cumuls mensuels du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS entre 2001 et 2018 et par SUOMI NPP entre 2012 et 2018 en Nouvelle-Calédonie. De plus, l'évolution du nombre d'hectares brûlés selon les données VIIRS est aussi indiquée.

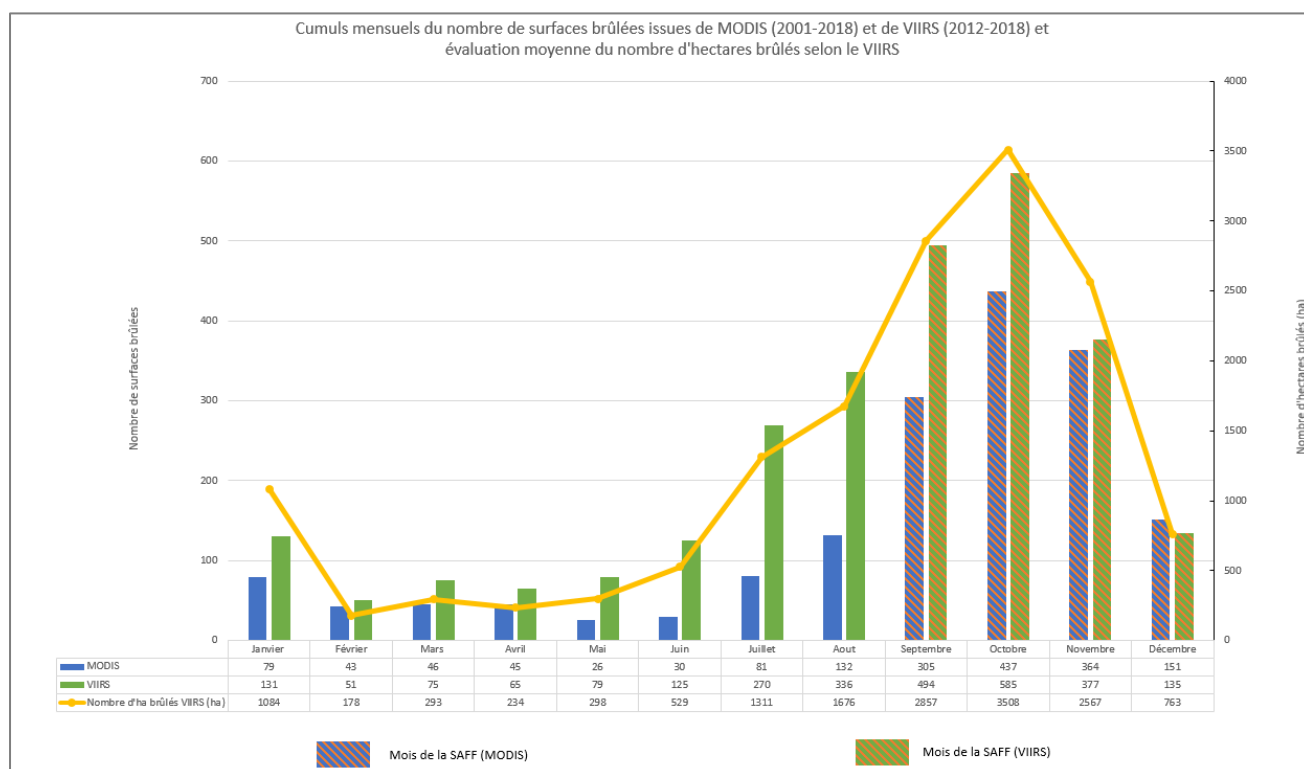


Figure 7 : Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS entre 2001 et 2018 et de SUOMI NPP entre 2012 et 2018 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et évaluation moyenne du nombre d'hectares brûlés selon le VIIRS



Les incendies ont principalement lieu en fin d'année à savoir entre septembre et octobre en regroupant 72% et 58% de l'ensemble des incendies détectées par MODIS et SUOMI NPP respectivement.

Concernant le nombre d'hectares brûlés par mois sur la période 2012-2018, une moyenne a été calculée pour chaque mois.

La période qui cumule le plus grand nombre d'incendies se situe aussi pendant la SAFF (septembre - décembre). Elle regroupe 63% du nombre total d'hectares brûlés. Les mois les plus calmes en termes d'hectares brûlés correspondent aux mois où peu d'incendies ont été détectés. Cette période s'étend de février à juin. À partir de juillet, le nombre de d'incendies et d'hectares incendiés augmentent pour atteindre un pic en octobre.

La Figure 8 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** représente les box-plots des observations du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS durant la période de la SAFF pour la période 2012 à 2018. Ce sont les mois de septembre et octobre qui présentent la plus forte disparité en nombre de surfaces brûlées par rapport aux mois de novembre et décembre. En effet, pour le mois de septembre, 50% des données VIIRS se situent entre 12 et 84 surfaces brûlées et pour le mois d'octobre, 50% des données se situent entre 41 et 110. A noter que le mois d'octobre représente le mois où la majorité des incendies sont détectés car la moyenne se situe à 83,6. La différence entre les données observées pour les mois de septembre et octobre est cohérente avec les conditions hydro-climatiques qui prévalaient au cours des différentes années durant ces mois-ci. Si on considère les principaux paramètres qui favorisent l'apparition et la propagation du feu à savoir la pluviométrie, le vent et la température, il devient plus aisé de comprendre l'alternance du nombre de feux détectés. Ainsi, pour le mois d'octobre, l'année 2012 a été caractérisée par une pluviométrie importante et des températures inférieures à la normale engendrant peu d'incendies sur le territoire. En 2013, le temps était globalement sec et les températures supérieures à la moyenne. De plus, le vent étant présent, l'ensemble des conditions favorisaient l'apparition et la propagation du feu. En 2014, la pluviométrie était relativement importante avec des températures sous la normale provoquant peu de départs de feux. En 2015, la sécheresse persistante et des alizées bien présents ont contribué aux 106 surfaces incendiées répertoriées. En 2016, malgré un temps très sec et des températures élevées, il y avait peu de vent participant sûrement au fait que moins de surfaces brûlées aient été détectées. En 2017, l'ensemble des conditions hydro-climatiques ont participé aux 186 surfaces incendiées répertoriées. Enfin en 2018, la pluviométrie étant majoritairement excédentaire sauf à l'ouest du territoire, peu d'incendies ont pu se déclencher¹⁴.

A contrario, le mois de décembre indique un faible nombre de surfaces brûlées avec des données relativement proches les unes des autres. Cela étant induit par des conditions hydro-climatiques relativement similaires au cours des années.

Dans la majorité des cas, les mois de septembre et octobre sont ceux où la plus grande quantité de feux se déclarent selon les données VIIRS malgré une forte disparité entre les années.

Le Tableau 2 présente la statistique descriptive des deux jeux de données présentés dans la figure 8.

¹⁴ L'ensemble des bulletins climatiques de la Nouvelle-Calédonie sont téléchargeables [ici](#)

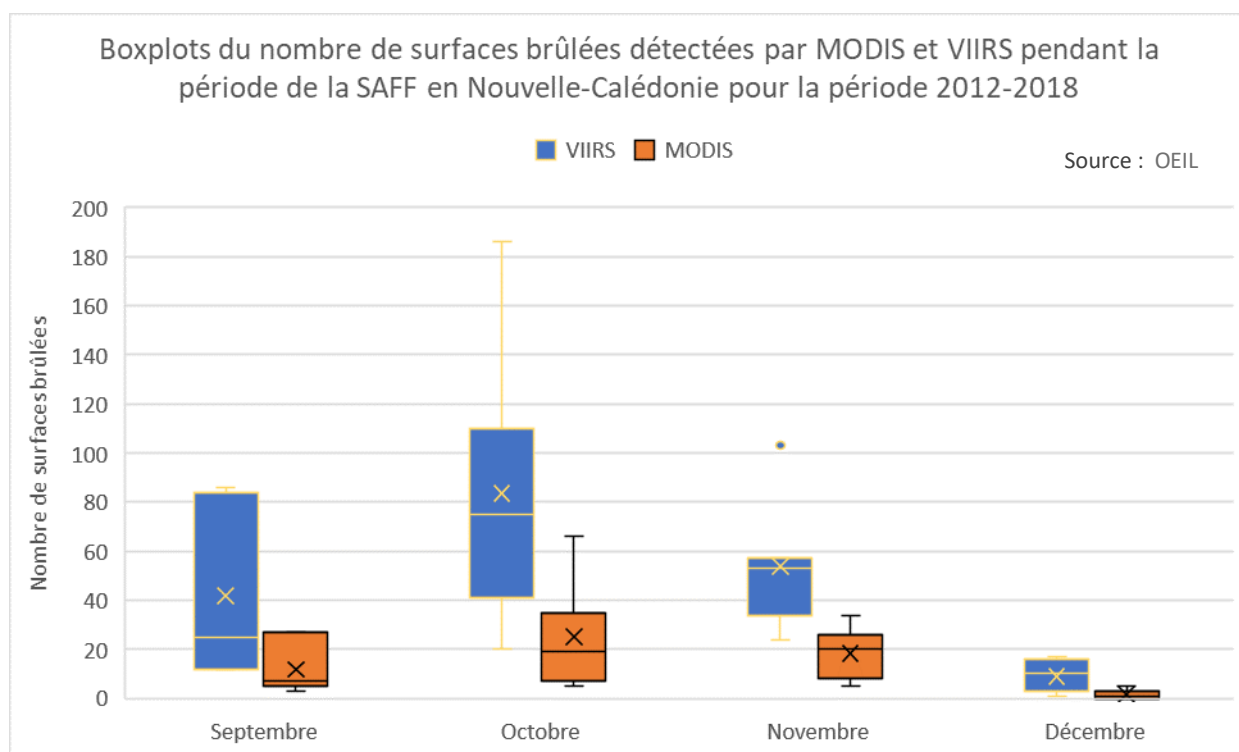


Figure 8 : Box plots du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour la période 2012-2018.

Tableau 2 : Statistiques descriptives du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018.

Statistique	VIIRS Septembre	MODIS Septembre	VIIRS Octobre	MODIS Octobre	VIIRS Novembre	MODIS Novembre	VIIRS Décembre	MODIS Décembre
Minimum	12	3	20	5	24	5	1	0
Maximum	86	27	186	66	103	34	17	5
1er Quartile	12	5	41	7	34	8	3	0
Médiane	25	7	75	19	53	20	10	1
3ème Quartile	84	27	110	35	57	26	16	3
Moyenne	41,9	11,9	83,6	25,1	53,9	18,3	8,9	1,7

Les Figure 9 et Figure 10 illustrent les cumuls mensuels du nombre de surfaces brûlées détectées par VIIRS et MODIS entre 2012 et 2018 en Nouvelle-Calédonie. En considérant seulement les données VIIRS, on constate que le mois d'octobre rassemble le nombre d'incendies le plus important. Les années 2013, 2015, 2016 et 2017 totalisent à elles seules 477 détections d'incendies pour le mois d'octobre contre 244 pour le mois de septembre.

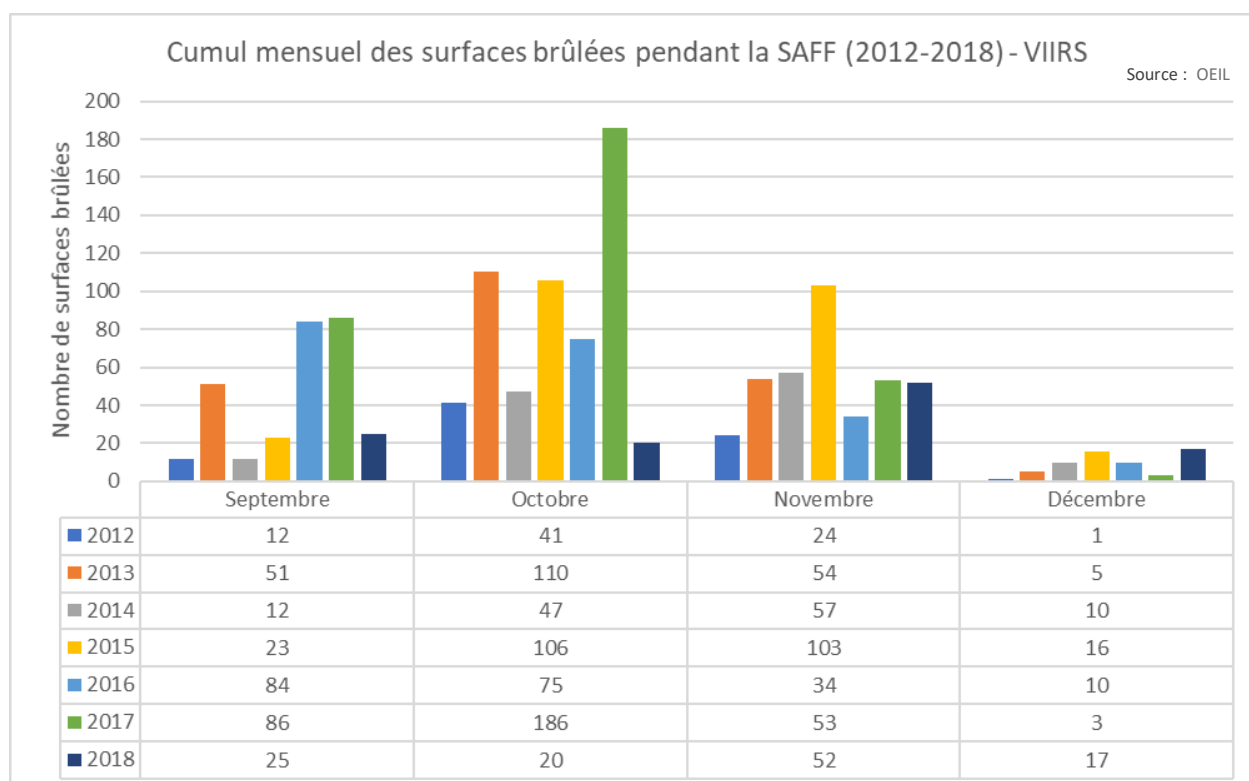


Figure 9: Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par SUOMI NPP pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : OEIL)

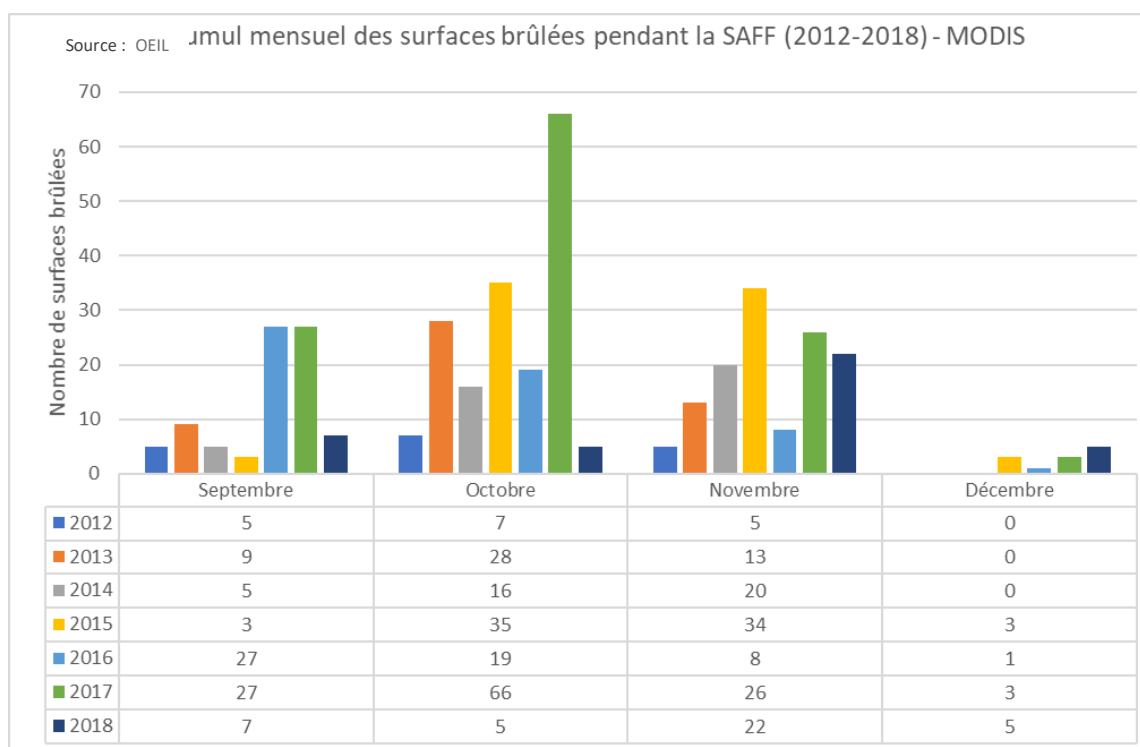


Figure 10 : Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : OEIL)

3.2. Analyse spatiale des incendies de 2018

Dans cette partie du rapport est présentée une analyse spatiale des données chiffrées sur les incendies. Le nombre d'incendies ainsi que les superficies incendiées en 2018 en Nouvelle-Calédonie sont répertoriés selon différents découpages par unité administrative puis par type de foncier. Une étude de la répartition spatiale des incendies est proposée afin de mettre en avant les secteurs qui regroupent le plus grand nombre d'incendies, et les secteurs ayant subi les plus grandes pertes en nombre d'hectares. Enfin, une étude de la proximité des incendies aux habitations et aux voies d'accès permet d'étudier le lien entre incendies et la présence d'infrastructures humaines.

3.2.1 Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par unité territoriale en 2018

Sont présentés dans cette partie, le nombre d'incendies et la superficie en hectares incendiés par unité administrative. Ces résultats s'appuient principalement sur les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.

3.2.1.1. Territoire

À l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, les résultats sont présentés pour les données du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP et sur les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.



A Retenir

Les méthodes de détections des surfaces brûlées ne sont pas les mêmes pour ces deux satellites. Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP s'appuie sur une détection de points chauds à la surface de la terre possédant une résolution spatiale de 375 mètres, et ce, en pointant le pixel concerné par une augmentation de la chaleur. Le point chaud est représenté par un pixel de 375 mètres de côté, ainsi on a une exagération de la superficie des surfaces incendiées issues du capteur VIIRS en comparaison avec leur taille réelle. La chaîne de traitement des images satellitaires s'appuie quant à elle sur des images Sentinel 2 possédant au mieux 10 mètres de résolution spatiale. A la différence du capteur VIIRS, les détections ne correspondent pas à des anomalies thermiques, mais elles se basent sur l'analyse de l'activité chlorophyllienne de la végétation. Les surfaces détectées sont donc plus précises en termes de localisation, et de superficie. Il est tenu de souligner que la chaîne de traitement des images satellitaires possède des limites qui induisent une sous-estimation probable de la superficie des surfaces incendiées (cf. Partie 2.2.3). Ces différences de méthodologie expliquent que les quantifications en nombre d'incendies et en hectares de surfaces brûlées ne soient pas exactement les mêmes¹⁵.

¹⁵ Pour plus de détails, se référer à la partie 2 : **Données sources**

Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Sentinel 2A et 2B				
Périmètre administratif	Superficie (Ha)	Nb d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part de la surface incendiée du territoire (%)
Nouvelle-Calédonie	1 838 615	493	6762,94	0,368

Tableau 4 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

VIIRS				
Périmètre administratif	Superficie (Ha)	Nb d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part de la surface incendiée du territoire (%)
Nouvelle-Calédonie	1 838 615	205	8445,47	0,459

A Retenir

493 incendies ont touché la Nouvelle-Calédonie en 2018 selon les données détectées par les satellites Sentinel 2, ce qui représente environ 6763 hectares, contre 8445,47 hectares et 205 incendies pour le capteur VIIRS.

Le nombre d'incendies a largement diminué par rapport à 2017. En effet, cette année-là on comptait 1238 incendies sur l'ensemble du territoire selon les données Sentinel 2A et 2B.

La suite des résultats sera présentée uniquement pour les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2 du fait de leur meilleure résolution et adéquation à traiter des impacts environnementaux.

3.2.1.2. Province

Tableau 5 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Nom de la province	Nombre d'incendies	Superficie Incendiée (ha)	Superficie de la province (ha)	Part de la surface incendiée par province (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part du nombre total d'incendie (%)
Province Nord	429	5883,4	941213,5	0,63	87	87,0
Province Sud	62	860,3	698130,6	0,12	12,72	12,6
Province des Iles	2	18,68	194774,4	0,01	0,28	0,4



A Retenir

En 2017, la province Nord était plus largement touchée par les incendies avec près de 79% du nombre d'incendies total répertoriés par les satellites Sentinel 2. En 2018, elle reste la province la plus concernée par rapport à ses deux voisins avec 87% du nombre total d'incendies répertoriés.

Tableau 6: Comparaison statistique 2017/2018 des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie

	Part de la surface provinciale incendiée (%)		Part du nombre total d'incendie (%)	
	2017	2018	2017	2018
Province Nord	2,02	0,63	79	87
Province Sud	0,72	0,12	19,6	12,6
Province des Iles	0,03	0,01	1,4	0,41

3.2.1.3. Commune

Tableau 7: Répartition par commune des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Nom de la commune	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Superficie communale (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par commune (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
Ouégoa	56	1578,49	64960	11,36	2,43	23,34
Poum	7	985,67	46801	1,42	2,11	14,57
Kaala-Gomen	43	956,68	70915	8,72	1,35	14,15
Koné	69	640,49	38048	14,00	1,68	9,47
Hienghène	58	367,92	99221	11,76	0,37	5,44
Mont-Dore	4	356,32	63585	0,81	0,56	5,27
Thio	28	350,54	98664	5,68	0,36	5,18
Voh	17	303,22	79788	3,45	0,38	4,48
Canala	22	283,28	43194	4,46	0,66	4,19
Poya	45	245,70	84335	9,13	0,29	3,63
Pouébo	29	139,64	20026	5,88	0,70	2,06
Houailou	23	101,93	93672	4,67	0,11	1,51
Touho	10	81,48	27792	2,03	0,29	1,20
Poindimié	16	66,97	66633	3,25	0,10	0,99
Bourail	13	66,84	79749	2,64	0,08	0,99
Pouembout	14	48,23	67531	2,84	0,07	0,71
Kouaoua	11	34,41	38277	2,23	0,09	0,51
Ponérihouen	11	33,30	69855	2,23	0,05	0,49

Koumac	7	27,53	55199	1,42	0,05	0,41
Païta	6	24,77	69371	1,22	0,04	0,37
La Foa	5	22,33	46061	1,01	0,05	0,33
Dumbéa	1	16,48	25330	0,20	0,07	0,24
Ouvéa	1	16,40	14443	0,20	0,11	0,24
Moindou	2	4,96	31899	0,41	0,02	0,07
Yaté	1	2,52	133310	0,20	0,00	0,04
Maré	1	2,28	65811	0,20	0,00	0,03
Bouloupari	1	2,20	86598	0,20	0,00	0,03
Belep	1	2,08	6476	0,20	0,03	0,03
Ile des Pins (incendie >1 ha)	0	0	15840	0	0	0
Lifou (incendie >1 ha)	0	0	115081	0	0	0
Sarraméa (incendie >1 ha)	0	0	10576	0	0	0
Nouméa (incendie >1 ha)	0	0	4778	0	0	0
Farino (incendie >1 ha)	0	0	4796	0	0	0

La Figure 11 est une carte thématique qui classe par code de couleurs les communes qui ont été le plus touchées par les incendies en prenant en considération la superficie de chacune de ces communes. Une discrétisation selon les seuils naturels a été appliquée car la distribution comportait un petit nombre d'observations à savoir 33 données. Une méthode empirique était donc plus adaptée.

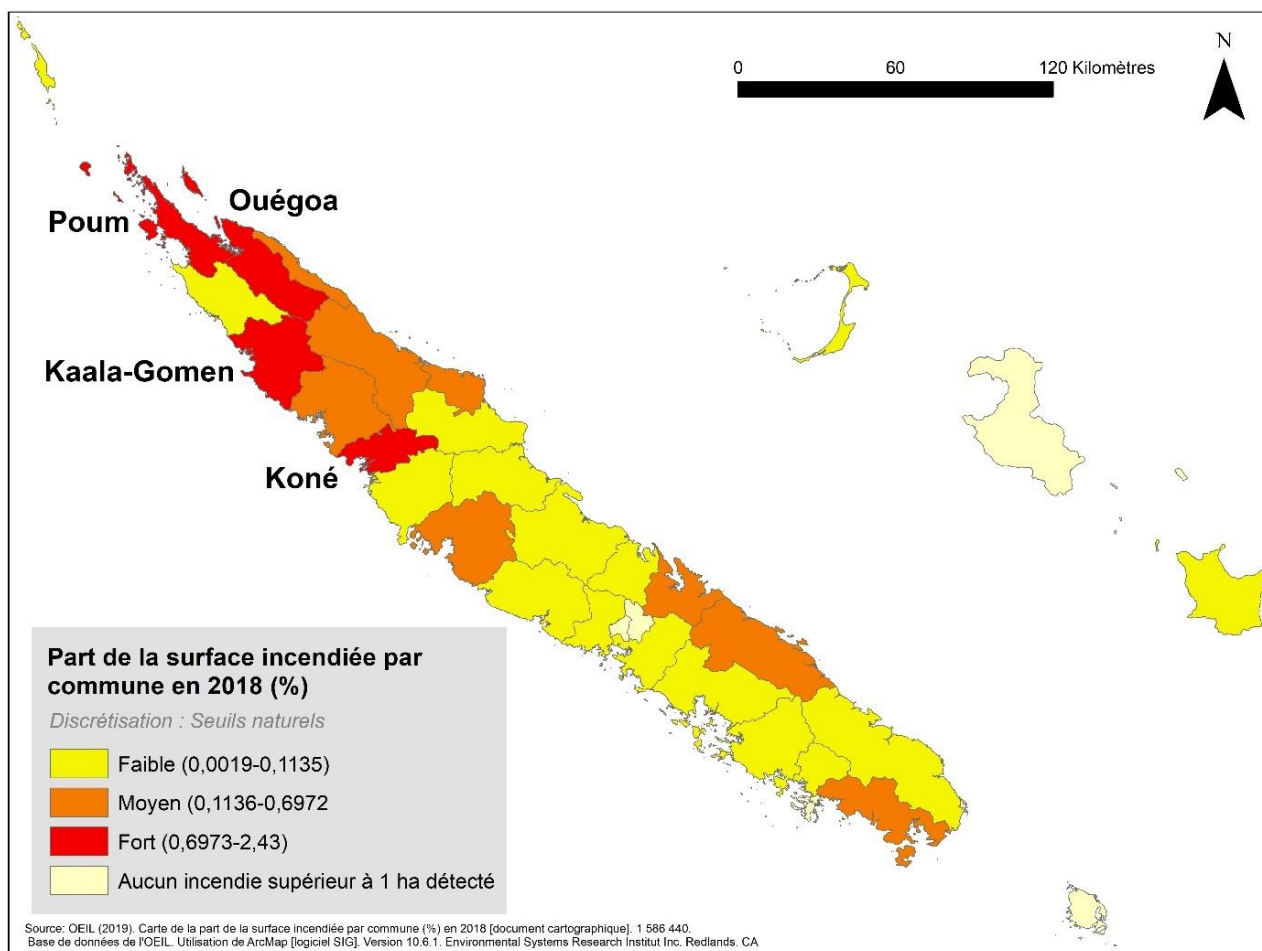


Figure 11 : Carte de la part des surfaces incendiées par commune (Source : OEIL)



A Retenir

D'après les satellites Sentinel 2, la commune de **Ouégoa** a vu partir en fumée 1578 hectares soit 23,34% de la superficie totale incendiée, ce qui la place au premier rang des communes affectées par les incendies. Ceci est notamment dû aux incendies qui s'étaient déclarés à Mérétrice ou encore près de St Ferdinand. Cependant, c'est la commune de **Koné** qui a été touchée par le plus grand nombre d'incendies, avec 69 événements. Les incendies de Ouégoa étaient de plus grande ampleur que les incendies de Koné qui représentent 640 hectares de surfaces incendiées. La Figure 11 permet de visualiser les communes qui ont été le plus touchées considérant leurs superficies respectives. Ainsi, on peut notamment mentionner que pour la commune de Ouégoa, 2,43 % de sa superficie totale est partie en fumée. Quant à la commune de Poum, 2,11% de sa superficie totale a été brûlée.

On note que pour les communes de **Farino, Iles des Pins, Lifou, Nouméa et Sarraméa** aucun incendie de plus de 1 hectare n'a été détecté en 2018. Les communes de Belep, Bouloupari, Maré, Moindou et Yaté ont quant à elles subi moins de 10 hectares de perte.

Tableau 8 : Comparaison 2017-2018 de l'impact incendies sur les communes

	2017	2018
Commune la plus dévastée par les incendies	Ouégoa	Ouégoa
Commune étant touchée par le plus grand nombre d'incendies	Hienghène	Koné
Commune(s) ayant aucun incendie de plus de 1 ha détecté	Farino	Farino, Iles des Pins, Lifou, Nouméa, Sarraméa
Commune(s) ayant subi moins de 10 ha de perte	Maré, Sarraméa, Nouméa, Ouvéa	Belep, Bouloupari, Maré, Moindou et Yaté

3.2.1.4. Aires coutumières

Tableau 9 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Nom de l'aire coutumière	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par aire coutumière (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
HOOT MA WHAAP	214	4361,23	43,41	0,98	64,49
PAICI-CAMUKI	119	870,45	24,14	0,32	12,87
XARACUU	66	692,76	13,39	0,21	10,24
AJIE-ARO	83	419,44	16,84	0,14	6,20
DJUBEA-KAPONE	12	400,09	2,43	0,13	5,92
IAII	1	16,40	0,20	0,11	0,24
NENGONE	1	2,28	0,20	0,00	0,03
DREHU	0	0,00	0,00	0,00	0,00

La Figure 12 permet d'apprécier l'évolution des superficies incendiées par aire coutumière entre l'année 2017 et 2018.

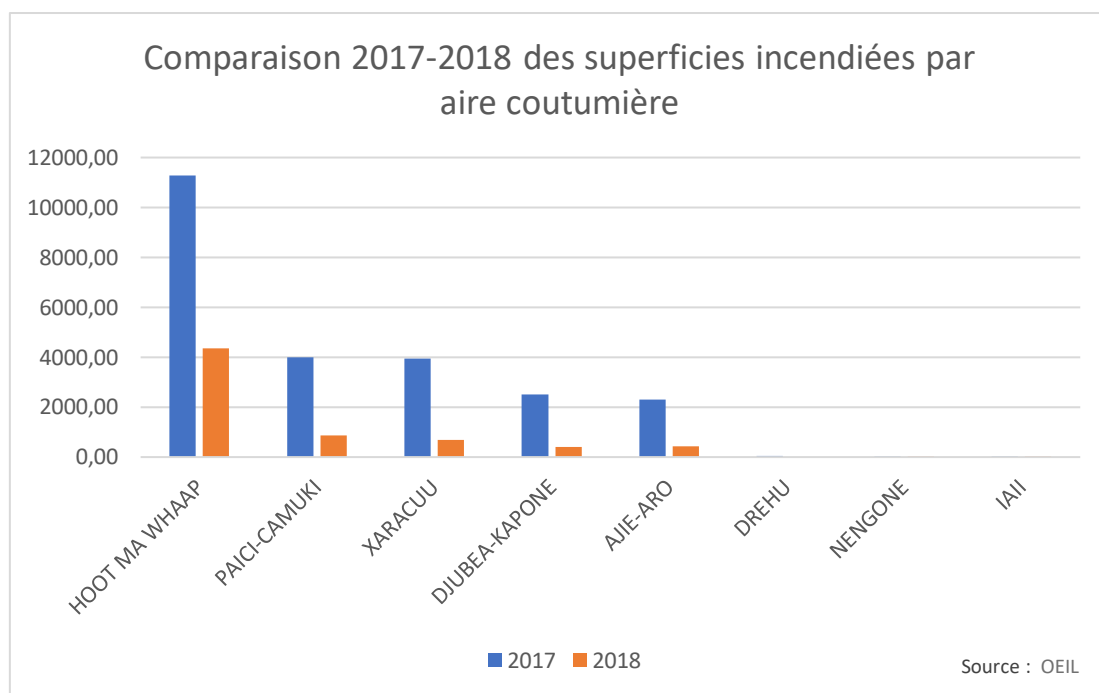


Figure 12: Comparaison 2017-2018 des superficies incendiées par aire coutumière

A Retenir

D'après les détections de Sentinel 2, l'aire coutumière de Hoot Ma Whaap en province Nord est celle qui a été le plus lourdement touchée par les incendies en 2018. En effet, on estime à environ 4361 le nombre d'hectares parti en fumée soit 64,49% de la superficie totale incendiée sur l'ensemble du territoire. La superficie incendiée a diminué de façon importante par rapport à 2017 comme on peut le voir sur la Figure 12. En effet, on constatait cette année-là pour la même aire coutumière environ 11 300 hectares incendiés.

3.2.1.5. Carroyage DFCI

Tableau 10 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.

Code du carroyage DFCI 20 km	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par carré DFCI (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
BD 02	29	1425,41	5,88	3,56	21,08
BC 08	14	593,48	2,84	1,48	8,78
AD 64	4	543,84	0,81	1,36	8,04
BC 66	49	457,16	9,94	1,14	6,76
AD 84	3	411,05	0,61	1,03	6,08
BC 28	21	330,90	4,26	0,83	4,89
DB 42	3	290,78	0,61	0,73	4,30
BD 20	45	219,38	9,13	0,55	3,24

BC 64	30	187,17	6,09	0,47	2,77
CB 86	4	185,01	0,81	0,46	2,74
CC 60	21	142,03	4,26	0,36	2,10
CB 88	23	140,08	4,67	0,35	2,07
CC 80	3	137,83	0,61	0,34	2,04
CC 02	32	132,55	6,49	0,33	1,96
BD 22	27	125,91	5,48	0,31	1,86
BC 68	23	117,69	4,67	0,29	1,74
BC 44	3	116,11	0,61	0,29	1,72
BC 46	13	109,47	2,64	0,27	1,62
BD 60	6	106,85	1,22	0,27	1,58
BC 82	12	86,97	2,43	0,22	1,29
BD 00	8	85,26	1,62	0,21	1,26
CC 22	18	73,12	3,65	0,18	1,08
BC 88	7	68,33	1,42	0,17	1,01
BC 26	3	67,64	0,61	0,17	1,00
BC 48	10	62,14	2,03	0,16	0,92
CC 06	13	51,41	2,64	0,13	0,76
BD 40	10	48,15	2,03	0,12	0,71
CC 04	12	46,63	2,43	0,12	0,69
DB 22	2	42,65	0,41	0,11	0,63
CC 20	8	42,26	1,62	0,11	0,62
CB 68	7	39,17	1,42	0,10	0,58
CC 00	6	35,66	1,22	0,09	0,53
AD 82	1	31,06	0,20	0,08	0,46
DB 40	1	29,26	0,20	0,07	0,43
DB 08	1	25,53	0,20	0,06	0,38
DB 02	5	21,41	1,01	0,05	0,32
CC 40	7	19,77	1,42	0,05	0,29
CC 42	1	19,41	0,20	0,05	0,29
BC 84	3	16,91	0,61	0,04	0,25
BD 04	3	14,66	0,61	0,04	0,22
FE 62	1	14,45	0,20	0,04	0,21
DB 60	1	10,12	0,20	0,03	0,15
BC 86	5	8,11	1,01	0,02	0,12
CC 24	2	5,32	0,41	0,01	0,08
CB 48	2	4,96	0,41	0,01	0,07
DB 04	1	3,36	0,20	0,01	0,05
DB 26	1	3,30	0,20	0,01	0,05

DB 62	1	2,52	0,20	0,01	0,04
FC 22	1	2,28	0,20	0,01	0,03
CB 28	1	2,24	0,20	0,01	0,03
AE 20	1	2,08	0,20	0,01	0,03
BD 42	1	2,08	0,20	0,01	0,03
FE 82	1	1,95	0,20	0,00	0,03
DB 28	1	0,06	0,20	0,00	0,00

La Figure 13 permet d'apprécier visuellement la répartition des incendies selon les carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres.

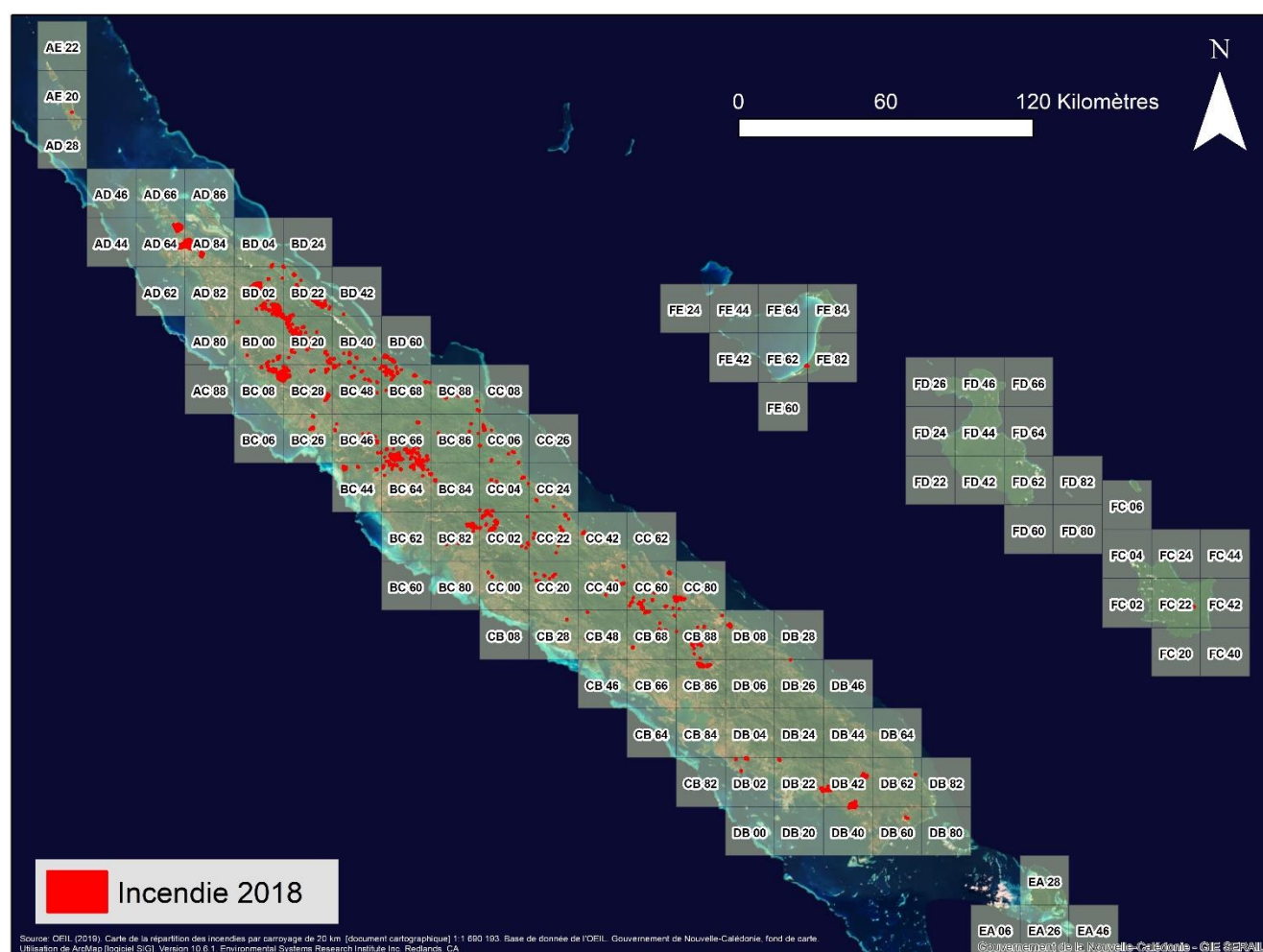


Figure 13: Carte de la répartition des incendies 2018 par carré du carroyage DFCI 20 kilomètres (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)



A Retenir

D'après les détections de Sentinel 2, le carré du carroyage DFCI qui a été le plus impacté par les incendies en 2018 est le BD 02, situé en province Nord, sur les communes de Ouégoa, Pouébo, Koumac et Pouv. En effet, on estime à environ 1425 le nombre d'hectares

partis en fumée, notamment en raison des incendies survenus à Ouégoa en novembre 2018 qui avaient brûlé 583 hectares.

En 2017, le carré du carroyage DFCI BD 02 était aussi le plus touché par les incendies avec 3612 hectares partis en fumée.

3.2.2. Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par type de foncier

Sont présentés dans cette partie, le nombre d'incendies et la superficie en hectares incendiée par type de foncier. Ces résultats s'appuient sur les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.

Informations

Le type de foncier représente la répartition des droits de propriétés des terres. Les informations croisées avec les surfaces brûlées de Sentinel 2 sont séparées en différents types de foncier, à savoir le foncier faisant référence à la collectivité, le foncier faisant référence aux propriétaires privés, et enfin le foncier appartenant aux terres coutumières. On note également l'existence d'une catégorie regroupant les zones pour lesquelles le caractère foncier n'a pas été précisé. A noter que les îles Loyautés sont comprises dans la catégorie « Terres coutumières ».

Partenaires

Ces données sont issues du cadastre, elles ont été obtenues par le biais du gouvernement calédonien.

Le Tableau 11 présente des détails sur l'impact des incendies, dont notamment la superficie incendiée, et la part qu'elle représente par rapport au total incendié. Il est à noter que le total du nombre de feux par zone ne correspond pas au nombre global de feux détectés en Nouvelle-Calédonie par les capteurs Sentinel car un double compte a été appliqué. Ainsi, si un incendie se trouve sur la limite administrative entre deux types de foncier, il sera comptabilisé comme un incendie dans chaque type de foncier.

Tableau 11 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2018

Type de foncier	Surface (ha)	Superficie incendiée (ha)	Nombre de feux par zone	Part du nombre d'incendies par rapport au total du nombre d'incendies (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie totale des types de foncier (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie incendiée totale (%)
TERRE COUTUMIERE	505501	3707,69	345	52,5	0,73	54,82

COLLECTIVITE	1007534	2170,49	214	32,6	0,22	32,09
PRIVE	298619	857,45	98	14,9	0,29	12,68
NON RENSEIGNE	14055	22,65	73	14,81	0,16	0,33



A Retenir

Le type de foncier le plus impacté par les incendies survenus en 2018 est représenté par les terres coutumières, avec près de 3708 hectares incendiés, soit 54,8 % de la superficie totale brûlée. A noter que cette superficie incendiée constitue 0,73% de l'ensemble de la superficie des terres coutumières.

En 2017, les terres coutumières étaient aussi le type foncier le plus impacté par les incendies avec 10 553 hectares incendiés soit 43,3 % de la superficie totale affectée aux terres coutumières.

Tableau 12: Comparaison statistique de l'impact incendies par type foncier 2017/2018

	Superficie incendiée (ha)		Part de la superficie incendiée par type de foncier (%)	
	2017	2018	2017	2018
Terre coutumière	10 553	3707,69	43,8	54,82
Collectivité	7779	2170,49	32,3	32,09
Privé	5616	857,45	23,3	12,68
Non renseigné	120	22,65	0,5	0,33

3.2.3. Étude de la répartition des incendies

Cette partie du rapport présente différentes approches ayant pour but de caractériser la répartition des incendies. Leur taille et leur localisation sont prises en compte afin de mettre en avant les lieux où les incendies ont été les plus intenses.

3.2.3.1. Variation du nombre d'incendies en fonction des superficies



Informations

L'étude de la classification du nombre d'incendies en fonction de leur taille respective permet de mettre en avant le degré d'intensité de ces événements.

La Figure 14 et la Figure 15 présentent les classes de superficies et le nombre d'incendies qui leur sont rattachés. La Figure 16 présente quant à elle le pourcentage cumulé croissant de la superficie incendiée par classe de nombre d'hectares brûlés. Il est tenu de rappeler que la chaîne de traitement des images satellitaires détecte seulement les incendies possédant une taille supérieure à 1 hectare.

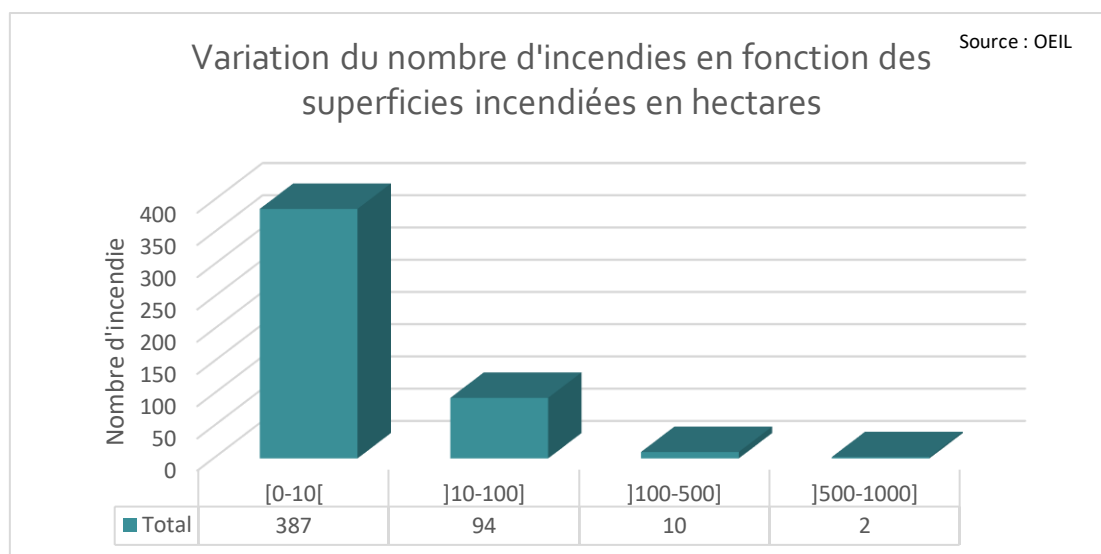


Figure 14 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018

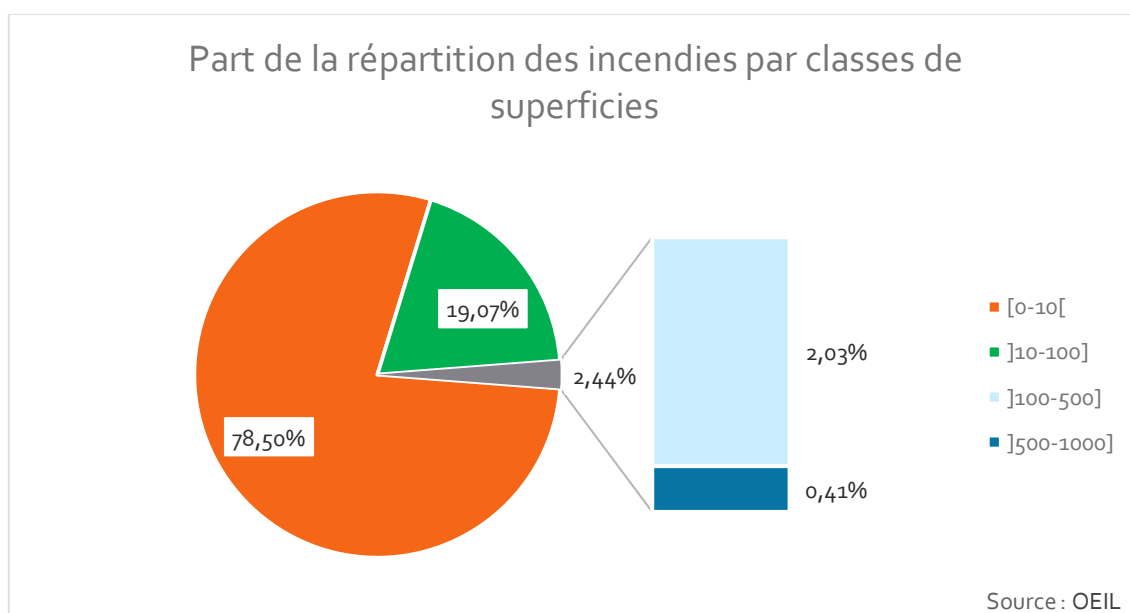


Figure 15 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018

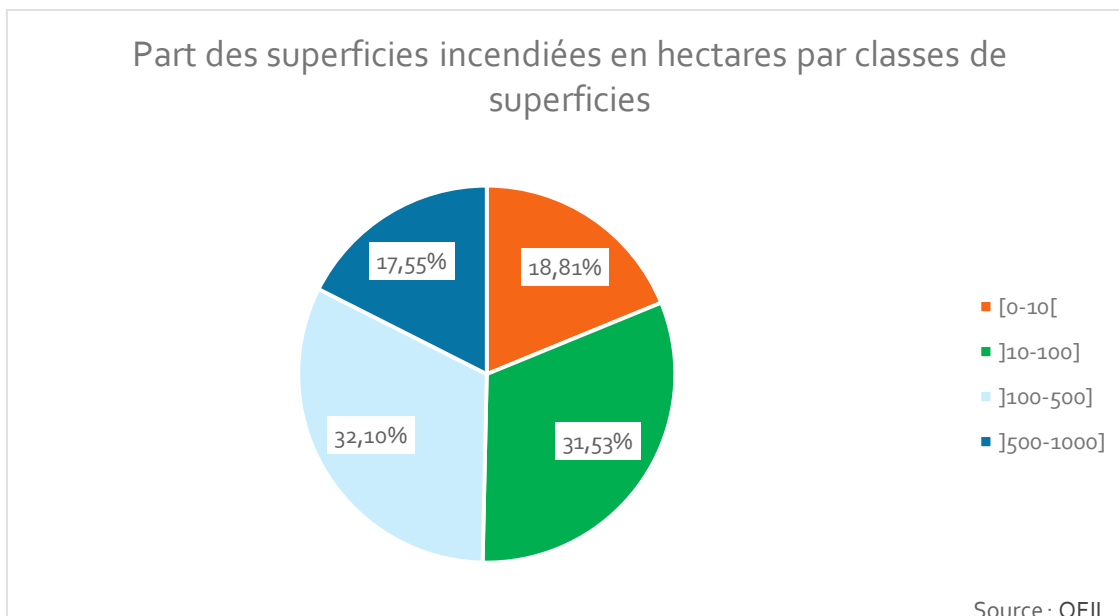


Figure 16 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018

A Retenir

Cette étude fait ressortir qu'environ 79 % des incendies ne dépassent pas 10 hectares. On remarque aussi que, parmi les 493 incendies qui se sont déclarés en 2018, il y a seulement 2 événements supérieurs à 500 hectares incendiés. Cette constatation permet d'affirmer que malgré l'ensemble des incendies survenus en 2018, la majorité de ces derniers restent des incendies de petite taille (<10 ha) voire de taille modérée (<100 ha), ceux de grande ampleur étant des événements rares. En effet, près de 98 % des incendies possèdent une taille inférieure à 100 hectares. Cependant, les incendies de grande envergure, c'est-à-dire ceux dépassant 100 hectares incendiés, représentent environ 2 % de tous les incendies, mais sont à l'origine d'environ 50 % de la superficie totale brûlée.

Tableau 13: Comparaison 2017-2018 sur la variation du nombre d'incendies en fonction des superficies

	2017	2018
Pourcentage d'incendies ne dépassant 10 hectares	72	79
Pourcentage d'incendies ayant une superficie située entre 10 ha et 100 ha	25	19
Pourcentage d'incendies dépassant 100 hectares incendiés	3	2

3.2.3.2. Secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies.



Informations

Dans cette partie du rapport, les résultats sont présentés pour les données du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP et sur les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.

Une première analyse sera effectuée sur la moyenne de l'historique des données 2012-2017 du capteur VIIRS afin de visualiser facilement les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies sur une période de 6 ans. Une deuxième analyse sera faite uniquement sur les données du capteur VIIRS pour l'année 2018. Une troisième analyse permettra de visualiser facilement les secteurs présentant une densité du nombre d'incendies supérieure à la moyenne 2012-2017. Ceci dans l'intérêt de déterminer si l'année 2018 a été particulière en matière de répartition du nombre de feux. Enfin, une analyse sur les données 2018 du satellite Sentinel sera réalisée afin d'avoir un regard plus précis sur les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies sans comparaison avec l'historique 2012-2017. Il est à rappeler que la résolution spatiale du capteur VIIRS est de 375 mètres tandis que celle des satellites Sentinel 2A et 2B est de 10 mètres.

Pour visualiser les secteurs où le plus grand nombre d'incendies ont eu lieu, la même méthodologie a été adoptée. Dans un premier temps, le centroïde des surfaces brûlées détectées a été calculé puis, un outil développé par l'OEIL incluant la méthode de calcul de densité de noyau¹⁶ a été utilisé afin de déterminer la densité du nombre d'incendies. Enfin, différentes méthodes de discrétisation ont été appliquées afin d'améliorer la lecture des données.

A noter que les secteurs où la densité d'incendies apparaît comme « Très faible » correspondent à des régions où aucun incendie de plus de 1 hectare n'a été détecté par les différents satellites.

3.2.3.2.1. Secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies à partir de l'historique 2012-2017 des données VIIRS du satellite SUOMI NPP

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies a eu lieu il a semblé plus pertinent d'obtenir la densité moyenne du nombre d'incendies sur la période de temps 2012 à 2017. Pour ce faire, les centroïdes ainsi que les densités de noyau des surfaces brûlées de chaque année ont été déterminés. L'outil calculatrice raster de la version 10.6.1 d'ArcGIS a ensuite été utilisé afin de calculer la moyenne de l'ensemble des rasters obtenus. La carte produite permet ainsi d'avoir une représentation plus fine des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies et permet une meilleure comparaison avec la carte des données VIIRS pour l'année 2018.

¹⁶ Outil de traitement utilisé avec la version 10.6.1 d'ArcGIS, cliquer sur le lien [suivant](#) pour avoir des informations sur l'outil de densité de noyau.

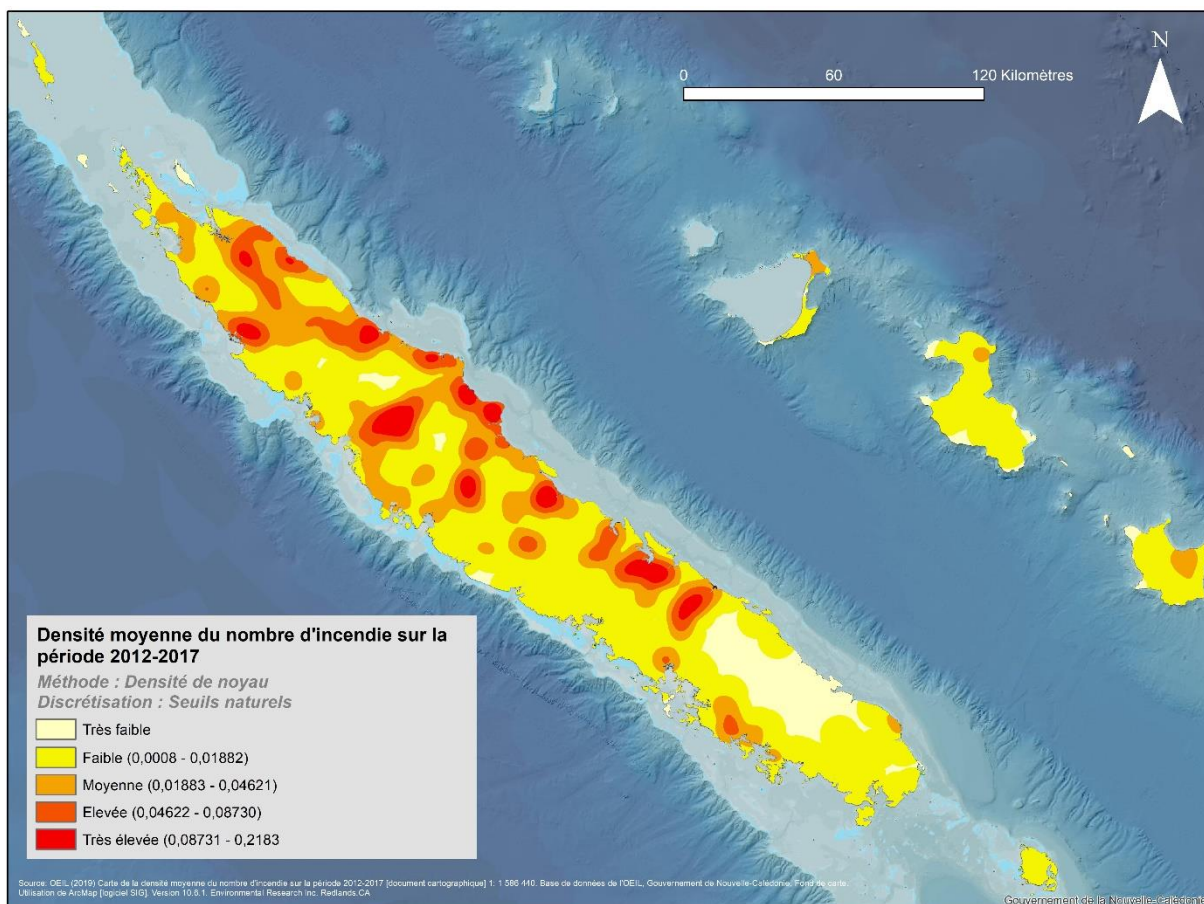


Figure 17: Carte de la densité moyenne du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS sur la période 2012-2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

Sur la période 2012-2017, certaines régions sont plus sujettes aux incendies. En effet, une grande partie de la côte Est et le nord de la Grande Terre montrent une densité d'incendies très élevée. De plus, les régions centrales proches de Koné et Poya semblent aussi indiquer un nombre d'incendies conséquent. Le sud, quant à lui, ne présente pas une quantité importante de feux avec des densités allant de faibles à très faibles sauf aux alentours de Païta où la densité d'incendies est moyenne. A noter que les axes transversaux Boulouparis/Thio et Koné/Tiwaka semblent se dessiner. De même que pour les axes Thio/Kouaoua et Houailou/Hianghène. Sur les îles Loyauté, seules les régions Est sont touchées par une densité moyenne du nombre d'incendies.

3.2.3.2.2. Secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS au cours de l'année 2018

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies a eu lieu, les centroïdes des surfaces incendiées détectées par le satellite VIIRS en 2018 ont été calculés. Un outil créé par l'OEIL et incluant la méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été

employée. Les mêmes seuils de discrétisation, appliqués pour la carte de l'historique 2012-2017, ont été utilisés afin de pouvoir comparer les deux cartes.

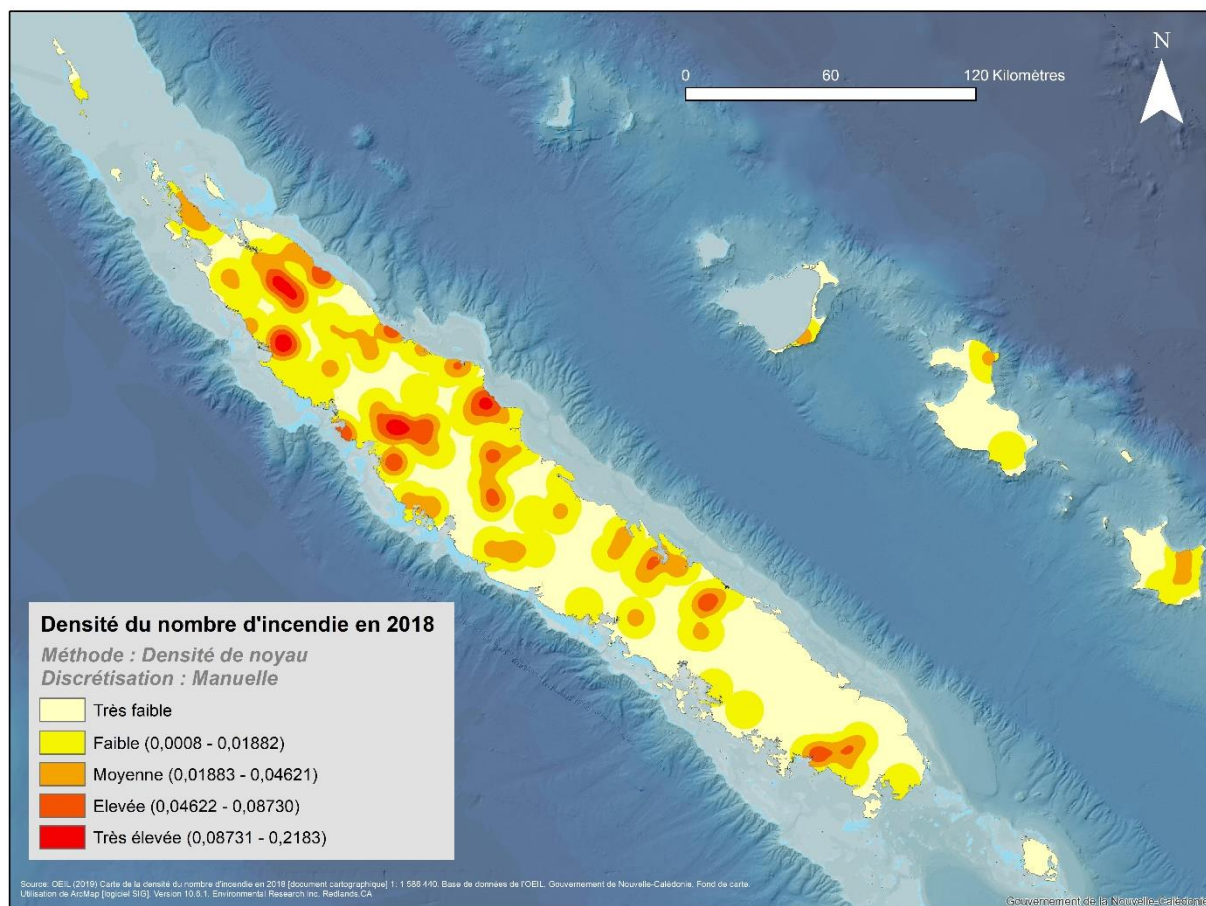


Figure 18: Carte de la densité du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

L'année 2018 présente moins de régions avec une densité du nombre d'incendies très élevée par rapport à l'historique 2012-2017. Toutefois, le Nord de l'île à savoir les régions proches de Ouegoa et Kaala-Gomen montrent un nombre important d'incendies. Il en est de même pour les régions proches de Koné et Poindimié. Enfin, par rapport à l'historique 2012-2017, la région du Mont-Dore semble plus touchée par les incendies.

3.2.3.2.3. Comparaison des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies en 2018 par rapport à l'historique 2012-2017 à partir des données VIIRS.

Afin de représenter les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies en 2018 par rapport à l'historique 2012-2017, l'outil calculatrice raster du logiciel ArcGIS a été utilisé. Ainsi, le raster représentant la densité moyenne du nombre d'incendies sur la période 2012-2017 a été soustrait au raster représentant la densité du nombre d'incendies en 2018.

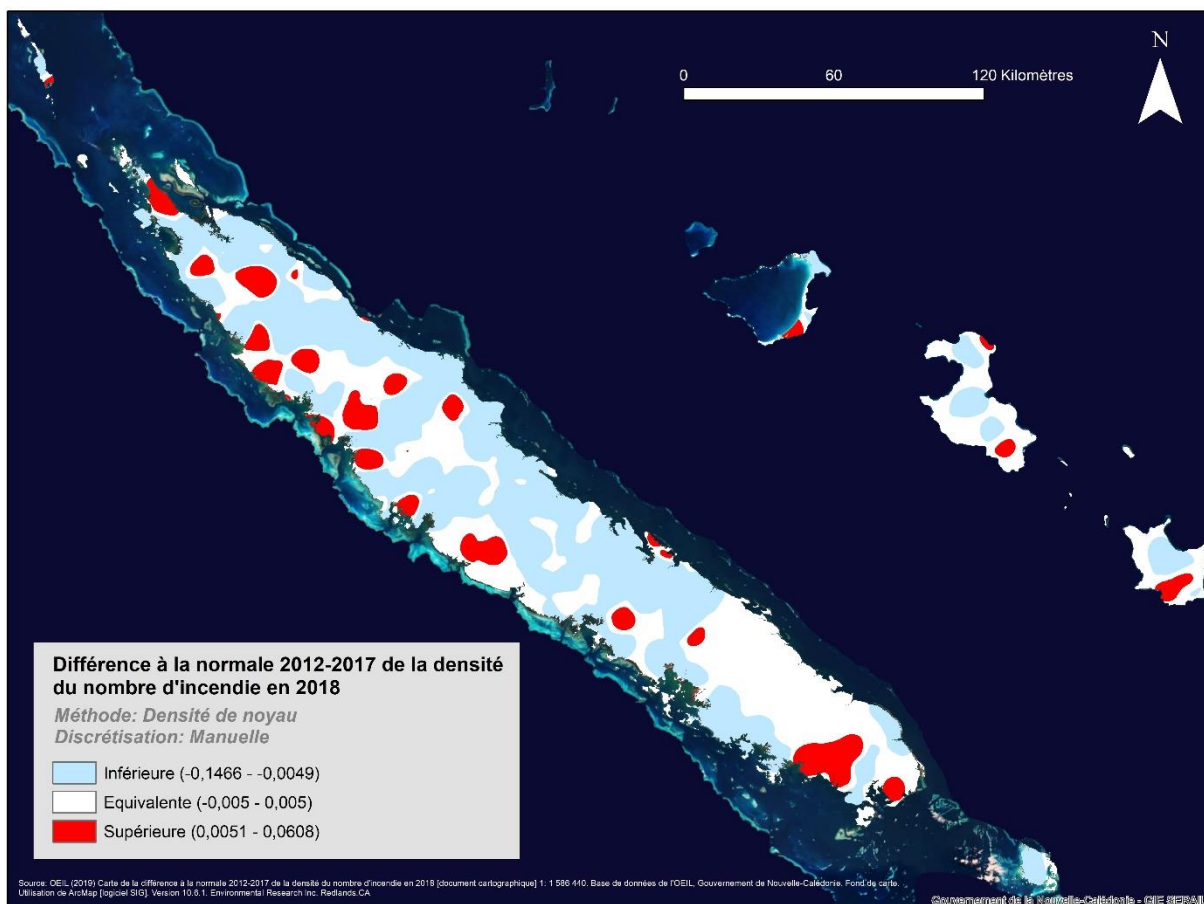


Figure 19: Carte de la différence à la normale 2012-2017 de la densité du nombre d'incendie en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

A Retenir

On constate qu'en 2018, certaines régions montrent une densité du nombre d'incendies supérieure à la densité moyenne obtenue durant la période 2012-2017. On peut notamment faire référence à la localité du Mont Dore où environ douze incendies ont été répertoriés par le capteur VIIRS en 2018 pour une moyenne de 2 par an sur la période 2012-2017 (écart-type = 1,6). Les régions proches de Koné, Ouégoa, Bourail ou encore Poum présentent aussi un nombre d'incendies supérieur à la normale 2012-2017. Toutefois, sur la majeure partie du territoire, la densité du nombre d'incendies en 2018 reste inférieure à la moyenne 2012-2017.

3.2.3.2.4. Secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies détectés à partir des données des satellites Sentinel.

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies ont eu lieu, le centroïde des surfaces incendiées détectées par les satellites Sentinel en 2018 a été calculé puis un outil créé par l'OEIL incluant la méthode de calcul par densité de noyau a été appliqué.

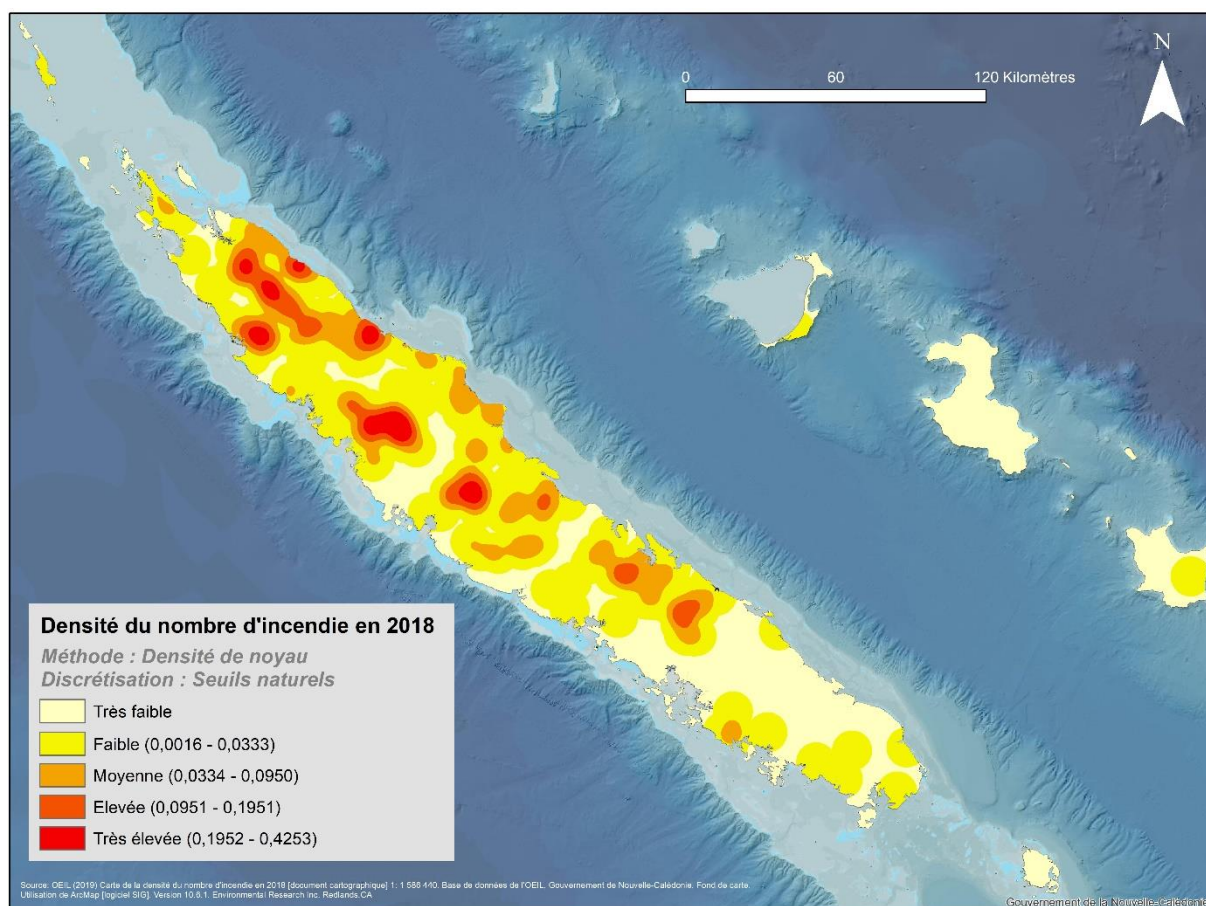


Figure 20 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

Si globalement, l'année 2018 a été caractérisée par des températures avoisinant les normales en moyenne annuelle, elles ont été particulièrement chaudes notamment en octobre, novembre. Cumulée à un déficit pluviométrique qui a surtout concerné le nord et une large partie de la Côte Ouest, l'apparition et/ou la propagation d'importants incendies a pu être favorisée. Toutefois, on observe des îlots d'incendies de densité moyenne situés sur la côte Est notamment vers Canala, Thio ou encore Poindimié.

L'année 2018 montre malgré tout une densité d'incendies largement moindre qu'en 2017. En effet, cette année-là l'intense sécheresse qui a sévi entre juin et octobre avait favorisé le développement d'importants incendies sur l'ensemble du territoire. Le nord et la côte Est de la Grande Terre avaient alors été lourdement impactés.

Il est à noter que les axes routiers transversaux tels que Bourail-Houailou ou encore l'axe Thio-Canala semblent légèrement se dessiner.

3.2.3.3. Secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées.



Dans cette partie du rapport, les résultats sont présentés pour les données du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP et sur les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.

Comme pour l'analyse des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies, quatre cartes de densités seront réalisées. L'une sera la représentation des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir des données VIIRS sur la période 2012-2017. La deuxième représentera les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir des données VIIRS pour l'année 2018. Une troisième analyse permettra de déterminer quels sont les secteurs où les superficies incendiées sont supérieures à la normale 2012-2017. Ceci dans l'intérêt de déterminer si l'année 2018 présente certaines particularités. Enfin, une dernière carte de densité sera réalisée à partir des données Sentinel uniquement sur l'année 2018, sans comparaison avec l'historique 2012-2017, pour permettre d'avoir un regard plus précis sur les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées.

Afin d'estimer ces secteurs, le choix s'est aussi porté sur l'outil de densité de noyau¹⁷ qui utilise la méthode de Kernel. Pour cela, les centroïdes des surfaces brûlées ont été utilisés. Le « champ de population » a été rempli afin de pondérer les résultats en fonction de la superficie des incendies. Enfin, différentes méthodes de discrétisation ont été appliquées afin d'améliorer la lecture des données.

A noter que les secteurs où la densité d'incendie apparaît comme « Très faible » correspond à des régions où aucun incendie de plus de 1 hectare n'a été détecté par les différents satellites

3.2.3.3.1. Secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir de l'historique des données VIIRS 2012-2017.

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, la densité moyenne des incendies pondérés par leurs superficies sur la période de temps 2012 à 2017 a été utilisée. Pour ce faire, les centroïdes ainsi que les densités de noyau des surfaces brûlées de chaque année ont été déterminés. L'outil calculatrice raster a ensuite été appliqué afin de calculer la moyenne de l'ensemble des rasters obtenus. La carte produite permet d'avoir une représentation précise des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir de l'historique des données VIIRS 2012-2017.

¹⁷ Outil de traitement utilisé avec la version 10.6.1. d'ArcGIS, cliquer sur le lien [suivant](#) pour avoir des informations sur l'outil densité de noyau.

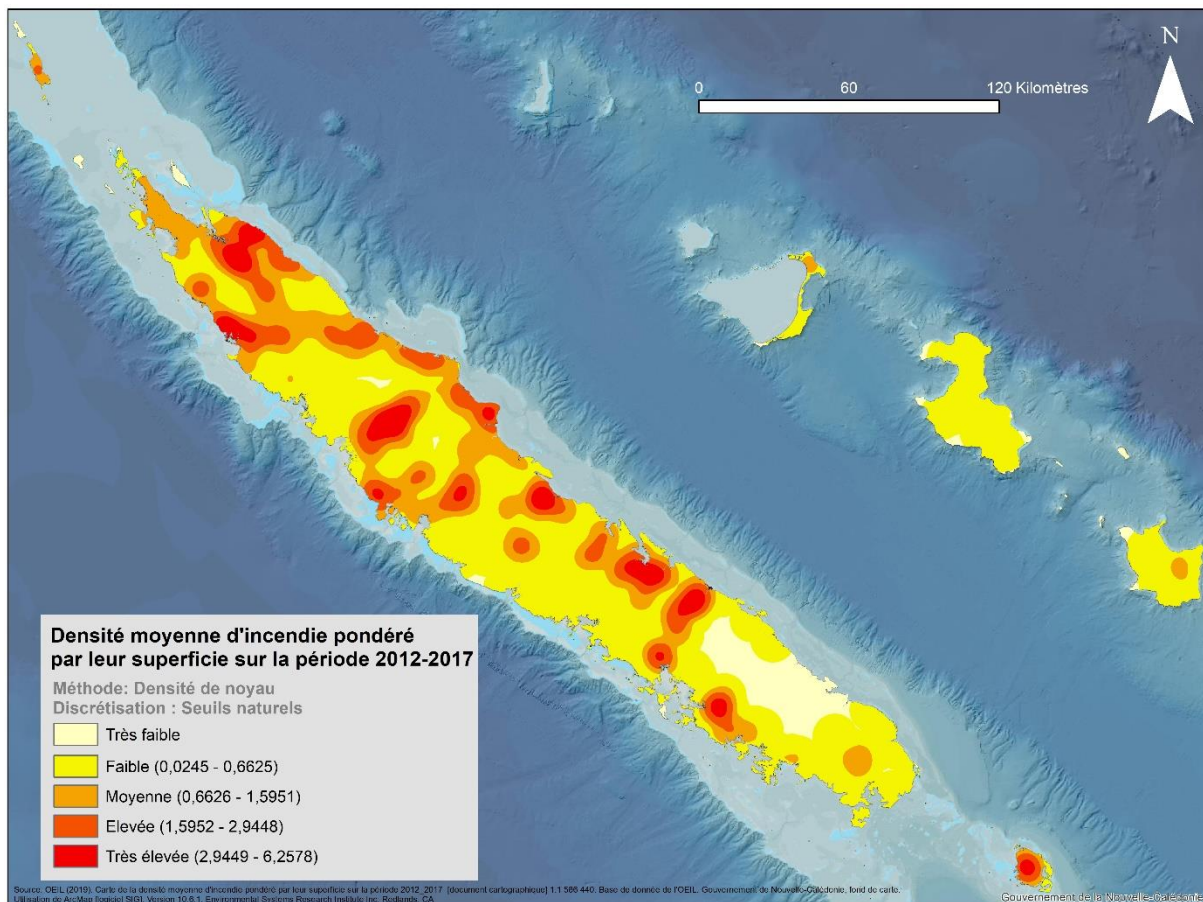


Figure 21: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS durant la période 2012-2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

Sur la période 2012-2017, la répartition des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées est relativement similaire à la répartition des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies. En effet, le nord de la Grande Terre ainsi qu'une grande partie de sa côte Ouest présentent des régions avec des incendies ayant brûlés de grandes superficies. Les axes routiers Thio-Boulouparis, Koné-Tiwaka ou encore Ponérihouen-Hienghène semblent se dessiner car fortement impactés par des incendies de grandes superficies.

L'île des Pins, qui présentait une densité faible en nombre d'incendies montre une densité très élevée d'incendies de grandes superficies. Ainsi, malgré un faible nombre d'incendies dans cette région, la surface des terres impactées par les flammes est considérable.

3.2.3.3.2. Secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées détectées à partir des données VIIRS pour l'année 2018.

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, les centroïdes des surfaces brûlées détectées par le satellite VIIRS en 2018 ont été utilisés. La

méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été appliquée. Les mêmes seuils de discrétisation appliqués pour la carte de l'historique 2012-2017 ont été choisis afin de pouvoir comparer les deux cartes.

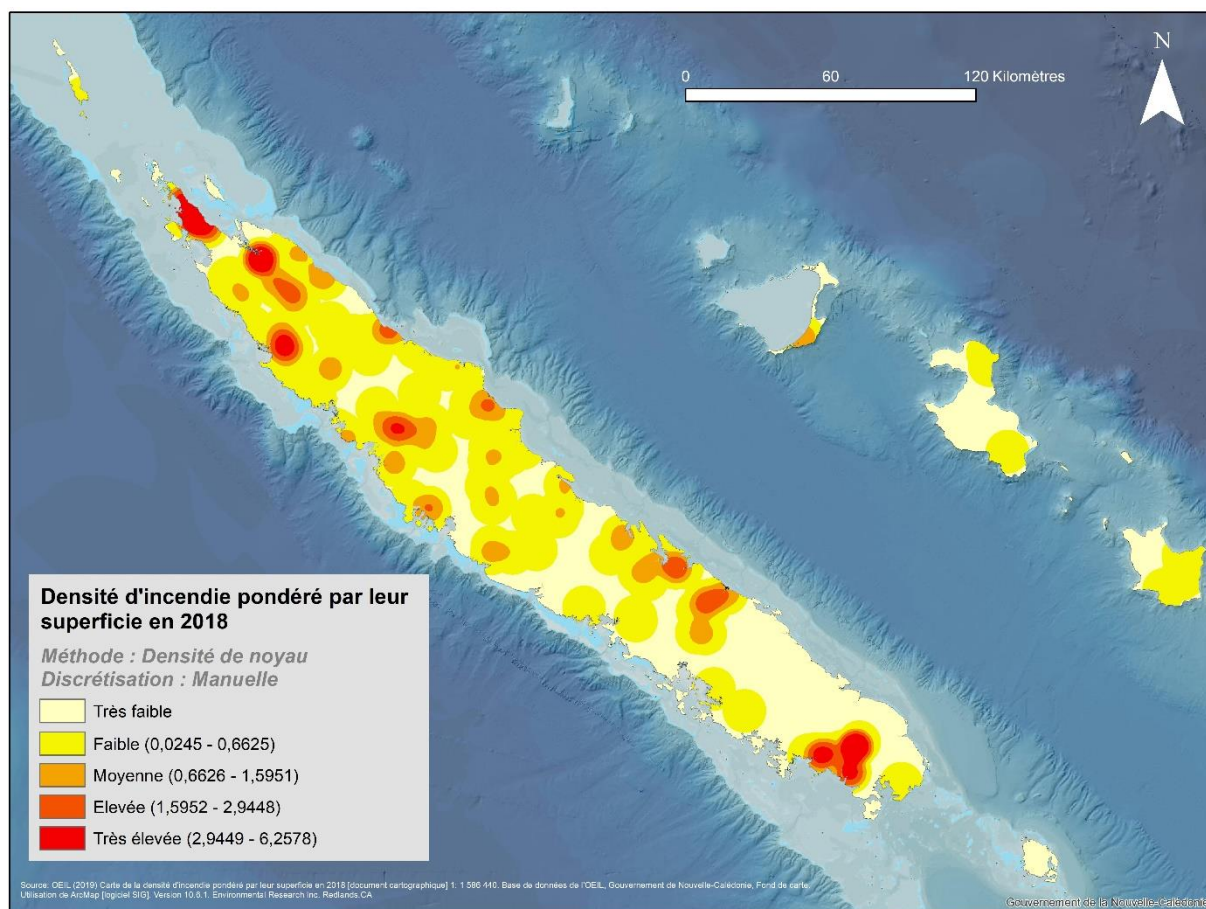


Figure 22: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

Globalement, l'année 2018 présente moins de régions impactées par une densité élevée d'incendies de grandes superficies par rapport à l'historique 2012-2017. Toutefois, les régions proches de Poum, Koné, Ouegoa, Kaala-Gomen et du Mont-Dore montrent une densité élevée d'incendies de grandes superficies. En effet, pour les communes de Poum et du Mont-Dore, le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP avait détecté trois incendies ayant une superficie supérieure à 200 ha. Pour Ouegoa, un incendie de 500 hectares avait été observé. Enfin, à Kaala-Gomen, 145 hectares étaient partis en fumée.

3.2.3.3.3. Comparaison des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées en 2018 par rapport à l'historique 2012-2017 à partir des données VIIRS.

Afin de représenter les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées en 2018 par rapport à l'historique 2012-2017, l'outil calculatrice raster du logiciel ArcGIS a été utilisé. Le raster représentant la densité moyenne des incendies pondérés par leurs tailles sur la période 2012-2017 a donc été soustrait au raster représentant la densité d'incendies pondérés par leurs tailles en 2018.

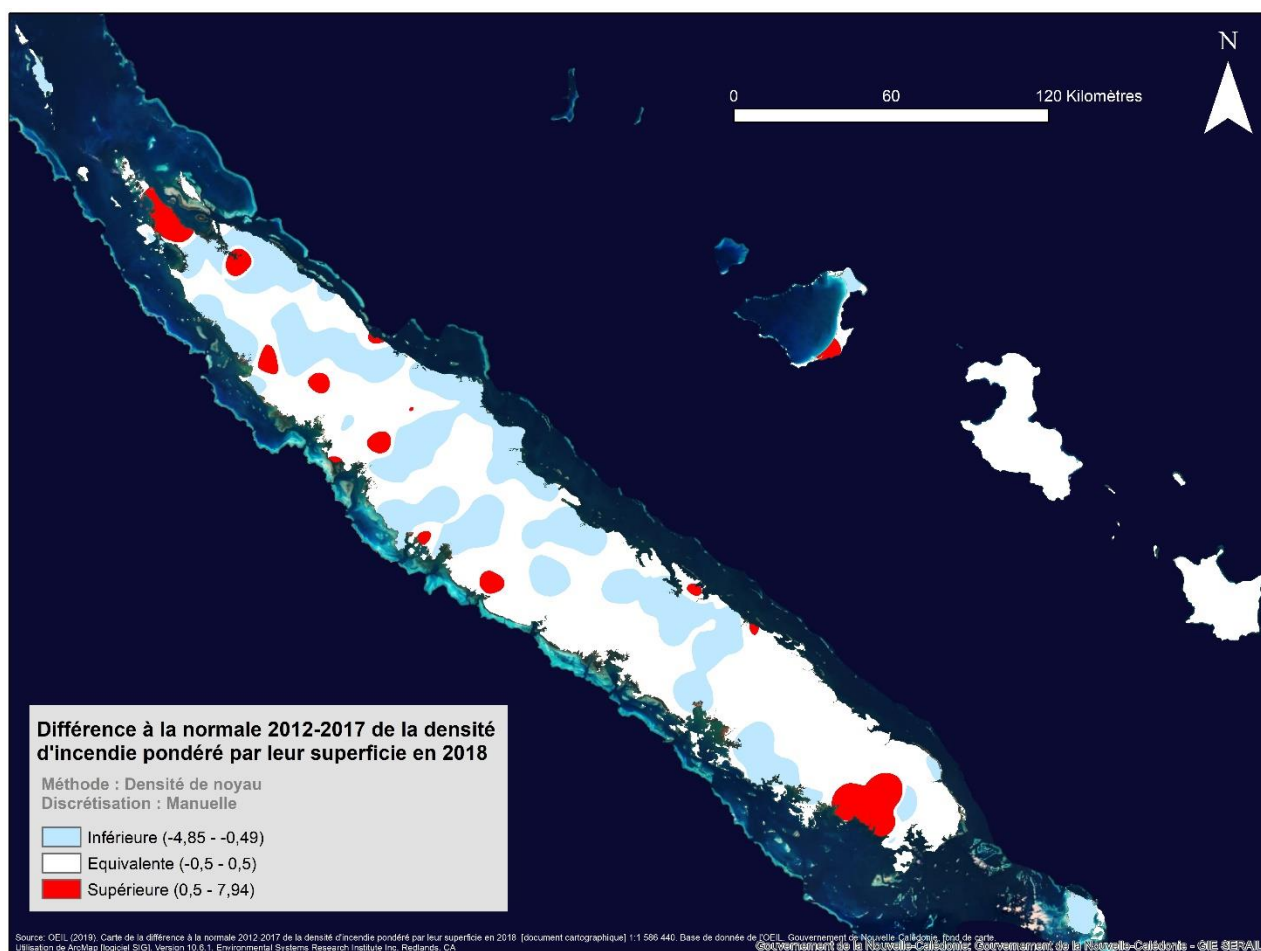


Figure 23: Carte de la différence à la normale 2012-2017 de la densité d'incendie pondéré par leur superficie en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

En 2018, certaines régions montrent une densité d'incendies de grandes superficies supérieure à la densité moyenne obtenue durant la période 2012-2017. Plus particulièrement, il s'agit de la région du Mont-Dore et celle de Pouébo. En effet, la région du Mont-Dore cumule près de 1380 hectares brûlés en 2018 pour une moyenne de 95 hectares par an entre 2012 et 2017 (écart-type = 123). On peut faire référence à l'incendie du Bois du Sud qui avait brûlé près de 570 hectares.

Dans la région de Pouébo, 1305 hectares ont été incendiés pour une moyenne de 214 hectares par an sur la période 2012/2017 (écart-type = 167). On observe aussi quelques îlots répartis sur la Grande-Terre où la densité d'incendies de grandes superficies est supérieure à la normale notamment vers les régions de Koné, Kaala-Gomen, Ouégoa ou encore Thio.

Toutefois, globalement l'ensemble du territoire présente des incendies de superficies inférieures voire équivalentes à l'historique 2012-2017. A noter qu'Ouvéa présente aussi une densité supérieure à la normale due à un feu ayant ravagé 112 hectares.

3.2.3.3.4. Secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées détectées à partir des données Sentinel.

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, les centroïdes des surfaces brûlées détectées par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2018 ont été utilisés. La méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été appliquée.

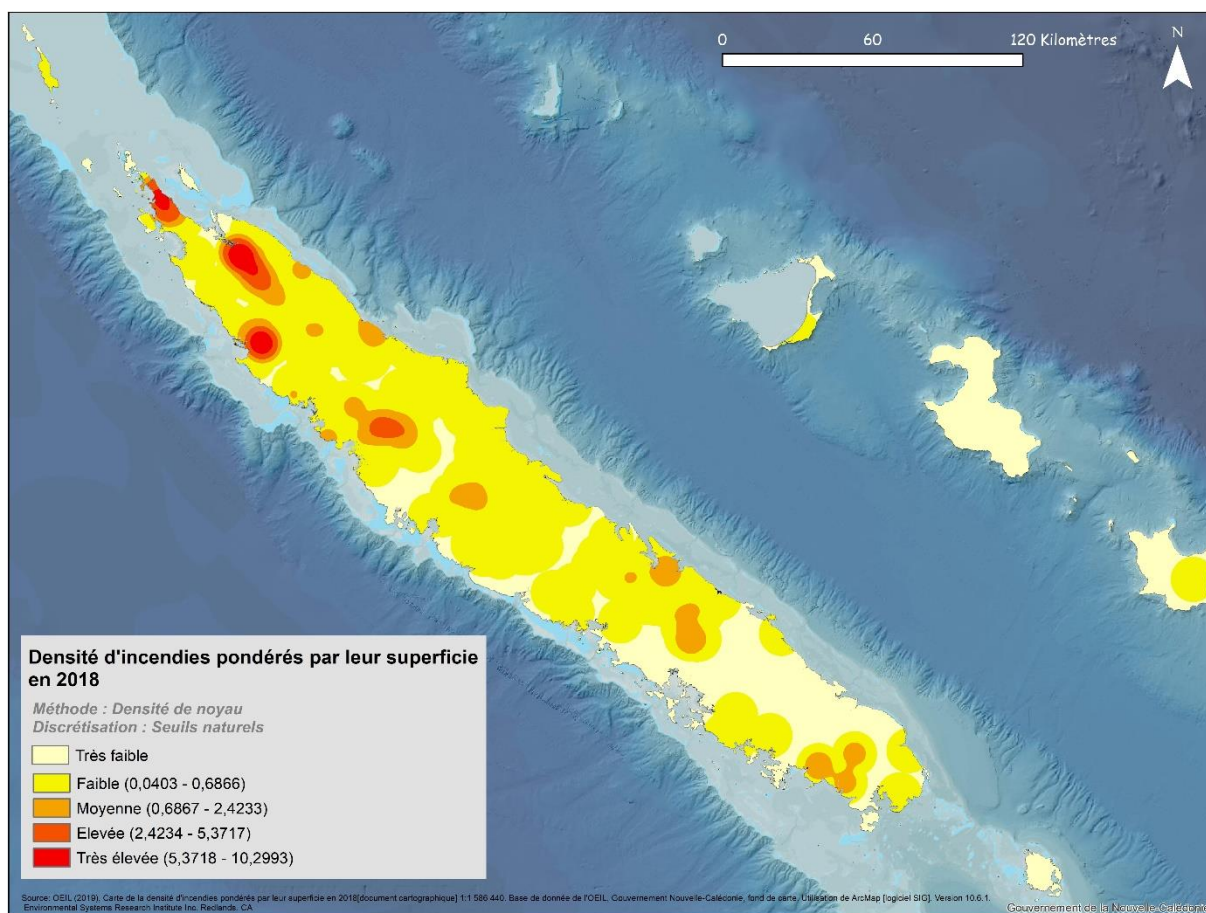


Figure 24 : Carte de la densité d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)



A Retenir

Des densités « très élevées » d'incendies de grandes superficies sont observées à Ouégoa, Poum et Kaala-Gomen en lien avec les incendies importants survenus dans ces zones. En effet à Poum ce sont, d'après les données Sentinel, 986 hectares qui sont partis en fumée. Dans la région de Ouégoa, 1579 hectares ont été ravagés tandis que vers Kaala-Gomen, ce sont 957 hectares qui ont été incendiés. Des densités « élevées » et « moyennes » se localisent aussi au niveau de Koné. Enfin, des îlots de densités « moyennes » d'incendies de

grandes superficies sont réparties sur l'ensemble du territoire notamment à Canala et au Mont-Dore.

3.2.4. Étude de la proximité des incendies

Dans cette partie, l'intérêt s'est porté sur l'étude de la proximité des incendies aux infrastructures humaines. Les résultats présentés font office d'estimations et ne représentent pas pour autant des chiffres pouvant être analysés comme liens de causalité directe avec l'éclosion des incendies sur le territoire calédonien.

Partenaires

Ces données ont été obtenues par le biais du gouvernement calédonien et sont présentées dans le Tableau 1

3.2.4.1. Vis-à-vis des constructions

Informations

Pour calculer la proximité entre les incendies et les constructions, l'outil proche¹⁸ a été utilisé, il calcule la distance la plus proche, en ligne droite, entre les surfaces brûlées et les constructions. Les résultats sont classés par tranche de 0,5 kilomètre. L'ensemble des bâtiments de la couche EDI_CONSTRUCTION_S de la BDTOPO a été utilisé.

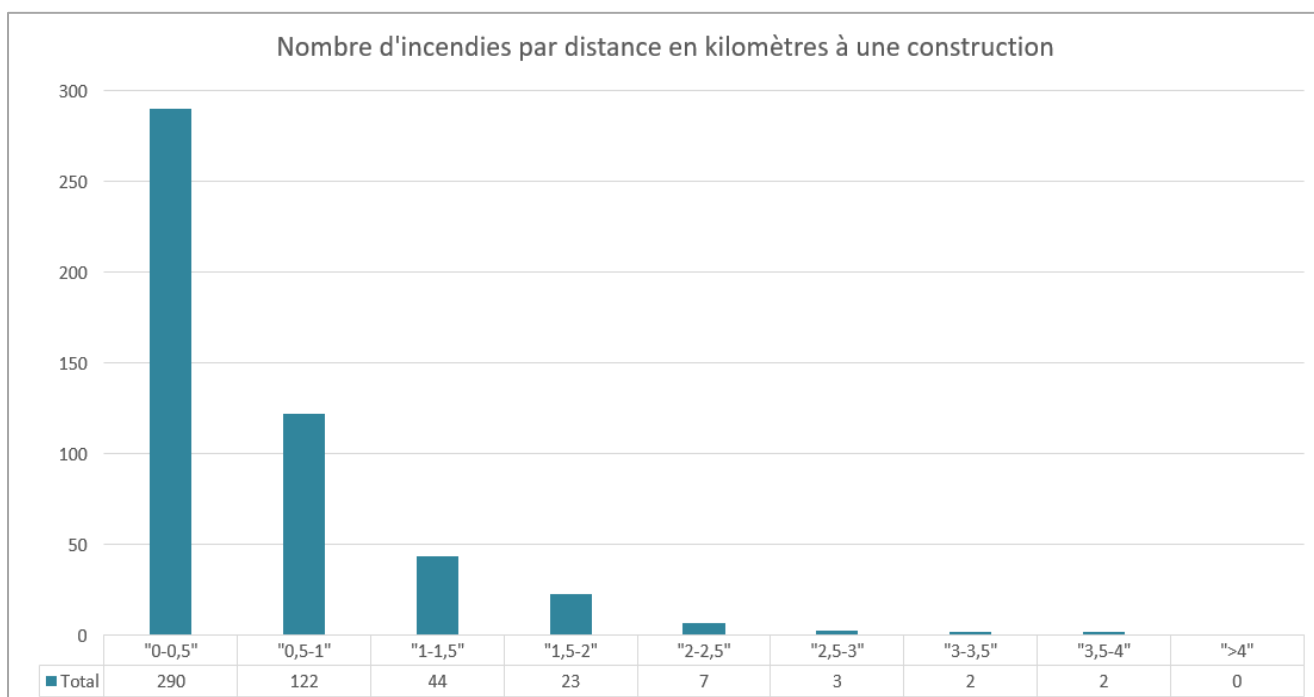


Figure 25 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2018

¹⁸ Outil de traitement utilisé avec ArcGIS 10.6.1.

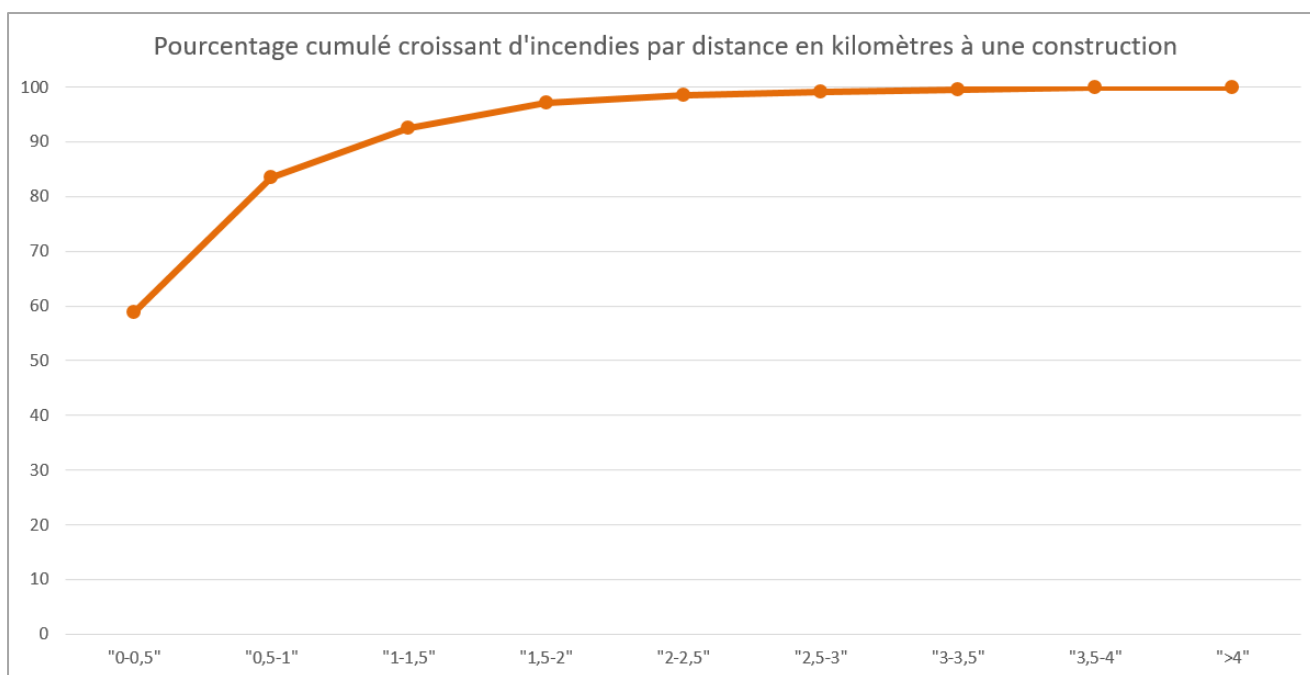


Figure 26: Pourcentage cumulé croissant d'incendies en 2018 par distance en kilomètres à une habitation.



A Retenir

L'analyse montre que 59% des incendies sont situés à moins de 0,5 kilomètre d'une construction et 84% à moins d'un kilomètre. A noter que la distance maximale est de 3,8 kilomètres. On en déduit que plus on s'éloigne des infrastructures humaines et moins il y a d'incendies répertoriés.

En 2017, le constat était similaire, 70% des incendies étaient situés à moins de 0,5 kilomètre d'une construction et l'ensemble des incendies était localisé à un maximum de 4 kilomètres.

3.2.4.2. Vis-à-vis des routes et voies d'accès



Informations

Pour calculer la proximité entre les incendies et les voiries, l'outil proche¹⁹ a été utilisé, il calcule la distance la plus proche, en ligne droite, entre les surfaces brûlées et les voies d'accès. Les résultats sont classés par tranche de 0,5 kilomètre. Afin de prendre en compte les principaux axes routiers, la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC a été utilisée. L'ensemble des éléments linéaires constituant les réseaux routiers et pédestres (ALPIETAM, AXPTCYCL, GUE, PASSEREL, AXEPISTE, SENTIER, AXNREV, AXREV) ont été conservés afin d'avoir une vision plus précise du possible impact de la proximité des constructions anthropiques sur les incendies.

¹⁹ Outil de traitement utilisé avec ArcGis 10.6.1

Tableau 14: Tableau descriptif des différentes classes de la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC

Classes de la couche VOI_VOIRIE_L	Description
ALPIETAM	Allée aménagée réservée exclusivement aux piétons
AXPTCYCL	Ligne réelle ou fictive divisant en deux parties la surface roulable revêtue réservée aux cycles
GUE	Endroit peu profond d'une rivière où l'on peut traverser à pied
PASSEREL	Passage étroit réservé aux piétons
AXEPISTE	Voie étroite utilisable par des véhicules tout terrain
SENTIER	Allée non aménagée réservée exclusivement aux piétons
AXNREV	Partie médiane de la voie surface roulable non revêtue
AXREV	Partie médiane de la voie surface roulable revêtue

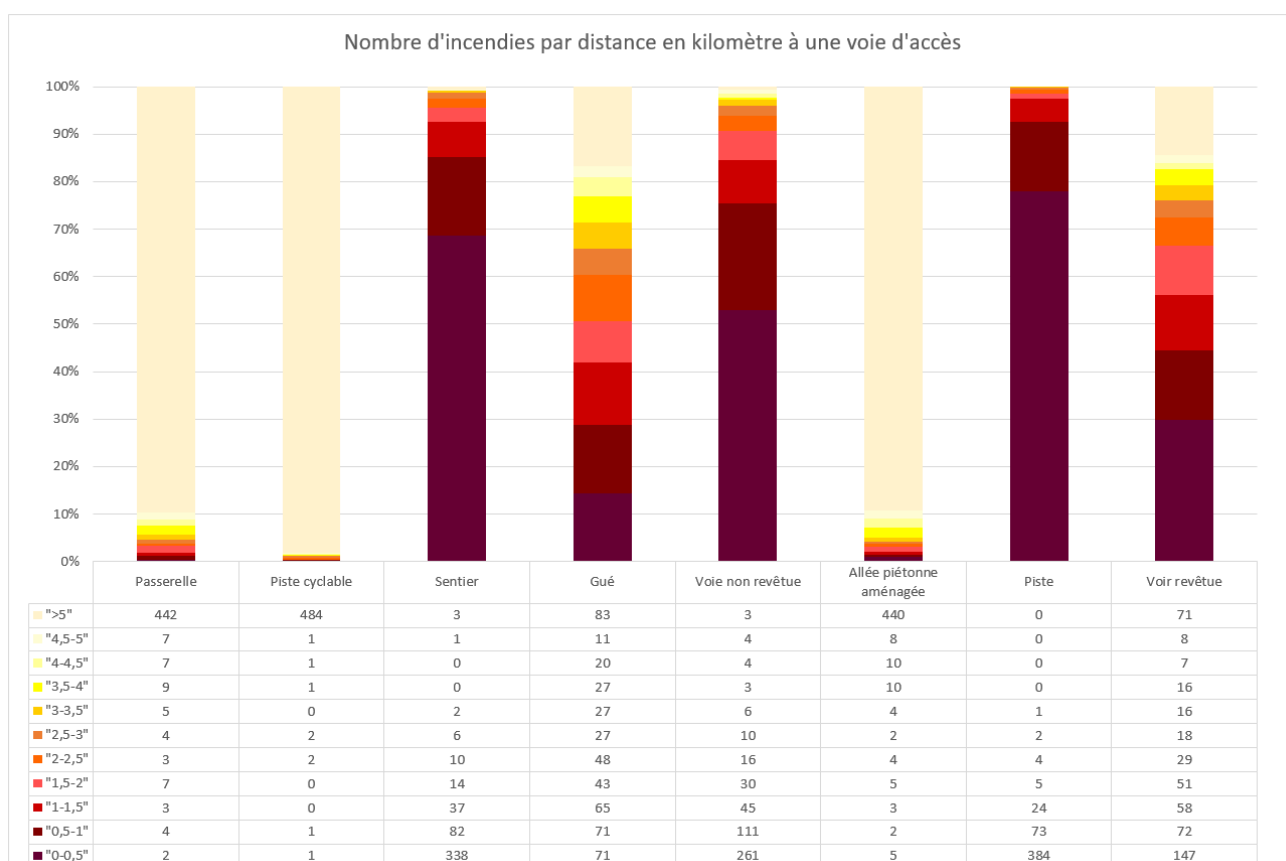


Figure 27 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2018

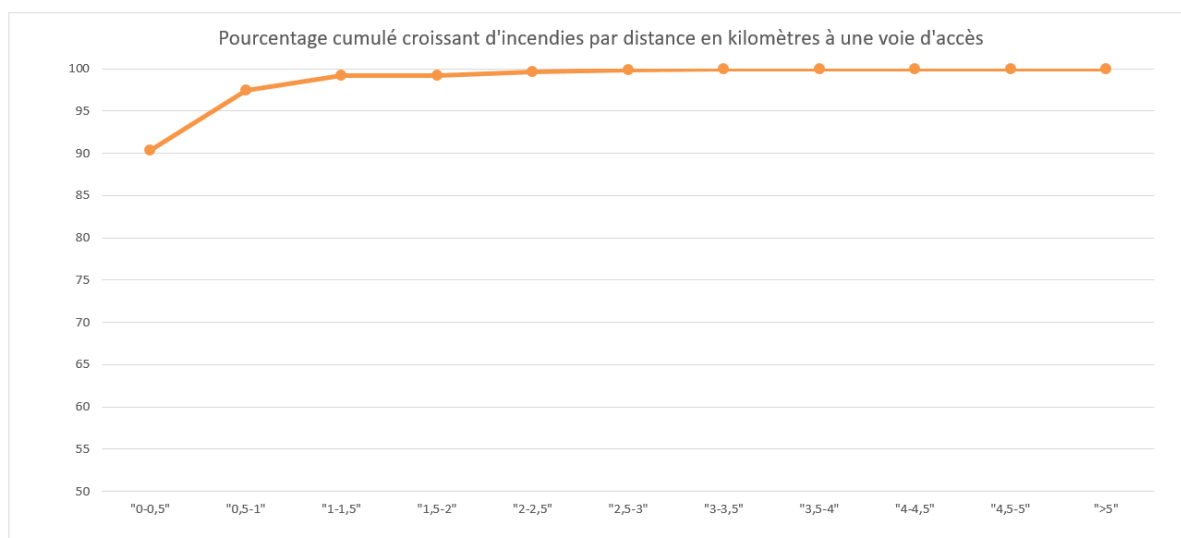


Figure 28 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une voie d'accès en 2018



A Retenir

La Figure 27 montre que les voies d'accès qui présentent le plus d'incendies situés entre 0 et 0,5 kilomètre sont les pistes avec 384 incendies détectés et les sentiers avec 338 incendies. Les voies revêtues et les voies non revêtues présentent aussi une quantité importante d'incendies situés à moins de 0,5 kilomètre.

Globalement, 90% des incendies sont situés à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès, et 97% sont localisés à un moins d'un kilomètre. Plus la distance aux routes est grande et plus le nombre d'incendies diminue.

En 2017, 70% des incendies étaient situés à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès et le nombre d'incendies régressait avec l'augmentation de la distance aux routes. Les chiffres restaient relativement moins importants car malgré la quantité conséquente d'incendies cette année-là, l'analyse avait été effectuée avec l'ancienne couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO. Cette dernière avait été mise à jour en 2012 pour la dernière fois et ne présentait donc pas précisément l'ensemble du réseau routier de la Nouvelle-Calédonie.

4. Analyse spatiale de l'impact des incendies en 2018

Dans cette partie du rapport, seront présentées des données chiffrées permettant de caractériser l'impact des incendies sur les enjeux environnementaux et économiques présents sur le territoire calédonien. Les données relatives aux enjeux traités dans cette partie ont été fournies par des partenaires, leurs principales caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1.

4.1. Impact sur l'environnement



Informations

Les incendies représentent une des pressions les plus importantes sévissant sur le milieu naturel calédonien. Les effets peuvent être directs avec la destruction du couvert

végétal et des espèces animales associées, mais également indirects. Le passage des incendies en brûlant la végétation, peut laisser un sol dénudé qui sera plus sensible à l'érosion. L'érosion provoque un apport supplémentaire en matériaux aux cours d'eaux puis au lagon, avec une altération de la qualité des milieux. De plus, en brûlant, le feu est susceptible de toucher des espèces endémiques, voire micro-endémiques. Cette ouverture des milieux est souvent favorable au développement des espèces envahissantes végétales et animales. Les incendies contribuent également à la fragmentation des milieux notamment par l'effet de lisière. À noter également, l'impact des incendies sur la qualité de l'air et sur le changement climatique. En effet, lors de l'incendie, la combustion des végétaux, en fonction de leur composition, de leur humidité et de leur densité, génère des fumées composées de monoxyde de carbone mais également d'autres émanations dangereuses pour les individus situés à proximité. Les fumées contiennent également d'autres composants qui ont des conséquences à plus grande échelle, en participant notamment aux émissions de gaz à effet de serre.

À présent, des données chiffrées vont être présentées afin de rendre compte de l'impact des incendies sur l'environnement calédonien.

4.1.1. Impact sur la faune et la flore

Cette partie aura pour vocation de mettre en avant l'impact des incendies sur la faune et la flore calédoniennes. De nombreuses sources d'informations ont été utilisées afin d'être à même de caractériser au mieux les conséquences des incendies de l'année 2018 sur la richesse environnementale qui se trouve en Nouvelle-Calédonie.

4.1.1.1. Périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées



Informations

Les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées représentent les zones où des espèces menacées ont été observées en Nouvelle-Calédonie.

Les données d'occurrence des espèces de faune et de flore ont été compilées par l'association Endemia et le Red List Authority (RLA) Flore NC dans le cadre de l'évaluation du risque d'extinction dans la Liste rouge mondiale des espèces menacées (UICN). Elles proviennent de sources diverses : instituts de recherche (IRD, IAC, CNRS...), herbiers, collectivités, entreprises (opérateurs miniers notamment), particuliers, etc et ont été fiabilisées par Endemia et le RLA Flore NC.

Un tampon variable est appliqué à chaque occurrence en fonction de la prise de coordonnées GPS et de la date de l'observation. Pour les coordonnées prises directement sur le terrain, un tampon de 100 mètres est appliqué pour ne pas communiquer la localisation précise d'une espèce menacée ou sensible. Si les coordonnées ont été complétées *a posteriori*, elles sont considérées comme imprécises et le tampon appliqué est plus important, à savoir 200 mètres pour les observations effectuées après l'an 2000, et 500 mètres pour les plus anciennes, et donc potentiellement les moins précises.

Le degré de menace est défini par l'Autorité Liste rouge locale (RLA Flore NC). Ce groupe d'expertise botanique, animé et coordonné par Endemia depuis 2014, est agréé par

l’UICN et chargé d’évaluer les espèces de plantes de Nouvelle-Calédonie dans la liste rouge mondiale des espèces menacées²⁰. Fin 2017, Endemia a mis à profit son expérience sur ce projet pour étendre ses travaux à un premier groupe faunistique, à savoir les lézards (geckos et scinques) du territoire.

L’évaluation est effectuée sur la base des données disponibles et du dire d’experts. Sont considérés comme critères la répartition de l’espèce, les menaces pesant sur elle ou sur son milieu, les tailles de population et leur évolution dans le temps, etc.

Ne sont considérées comme menacées que les espèces classées dans les catégories suivantes : en danger critique d’extinction (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU). Un ensemble de critères quantitatifs permet l’inscription dans ces différentes catégories. Dès qu’un taxon remplit un de ces critères, il peut être classé dans la catégorie de menace correspondante²¹.

Tableau 15: Tableau de discrétisation des catégories CR, EN et VU (Source : UICN. (2012). *Catégories et Critères de la Liste rouge de l’UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni*)

En danger critique (CR)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger critique</i> (ex : population estimée à moins de 50 individus matures, probabilité d’extinction à l’état sauvage s’élève à 50% sur 10 ans ou trois générations, ...). En conséquence, il est confronté à un risque extrêmement élevé d’extinction à l’état sauvage.
En danger (EN)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger</i> (ex : population estimée à moins de 250 individus matures, probabilité d’extinction à l’état sauvage s’élève à 20% sur 20 ans ou 5 générations, ...). En conséquence, il est confronté à un risque très élevé d’extinction à l’état sauvage.
Vulnérable (VU)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>Vulnérable</i> (ex : population estimée à moins de 1000 individus matures, probabilité d’extinction à l’état

²⁰ Pour plus d’informations sur la liste rouge, se référer au lien [suivant](#)

²¹ Pour plus d’informations sur les différents critères et catégories de la liste rouge UICN, se référer au lien [suivant](#)

	sauvage d'au moins 10% sur 100 ans, ...). En conséquence, il est confronté à un risque élevé d'extinction à l'état sauvage.
--	---

Dans le cadre du présent travail, l'ensemble des occurrences des espèces classées CR, EN ont été étudiées. La catégorie Vulnérable a aussi été intégrée. Toutefois, dans cette catégorie, seules les espèces classées sur la base d'une distribution très restreinte et d'une menace potentielle pouvant les conduire rapidement vers CR ou EX (critère D2) ont été ajoutées.

Un croisement automatique a été effectué entre la localisation des incendies et les différents périmètres puis une validation a été mise en œuvre à dire d'experts pour garantir la pertinence des résultats présentés. Cela a pu conduire ponctuellement à supprimer certains recoupements non pertinents mais aussi à en ajouter lorsque les surfaces brûlées touchaient des habitats supposés d'espèces menacées.

Il est important de noter que ces données ne sont pas exhaustives à l'échelle du territoire ou des groupes d'espèces évalués.

Sur le plan de l'évaluation, les travaux du RLA Flore NC sont en cours, et seule une partie des quelques 3600 taxons de plantes vasculaires de NC²² ont été examinées jusqu'ici. Fin 2019, près de 1800 espèces avaient été évaluées, dont 1200 possèdent un statut localement validé par le groupe d'experts. Les données incluses dans le présent travail ne concernent donc qu'un tiers environ de la flore calédonienne.

Pour les lézards, la totalité de la centaine d'espèces présentes sur le territoire a été évaluée, mais au 1^{er} décembre 2019, les résultats sont encore en cours de révision. Les catégories indiquées ici sont provisoires, elles ont été proposées par le RLA Flore NC à l'UICN, dans l'attente d'une validation, elles sont à considérer avec précaution.

Sur le plan géographique, tous les milieux naturels de Nouvelle-Calédonie n'ont pas été prospectés de façon homogène. Ceci est dû à des aspects de faisabilité (nombre de sites sont très peu accessibles, notamment en montagne), ou à la nature même du milieu, qui ne présente parfois pas d'intérêt écologique fort (milieux urbains ou naturels dégradés, type savane). A titre indicatif, sur les 5561 mailles de 2*2 kilomètres que compte le carroyage DFCI sur le territoire, 2554 affichent au moins une donnée d'occurrence, soit environ 46%.

Mais ce chiffre est également à prendre avec beaucoup de précautions car la prospection sur ces mailles est loin d'être homogène. Si le nombre d'occurrences par maille varie de 1 à 1235, la moyenne ne se situe qu'à environ 37 données d'occurrences par maille, et plus de la moitié d'entre elles possèdent 10 données ou moins. La prospection peut donc également s'avérer incomplète sur les mailles prospectées.

²² Munzinger J., Morat Ph., Jaffré T., Gâteblé G., Pillon Y., Rouhan G., Bruy, D., Veillon J.-M., & M. Chalopin. [continuously updated]. *FLORICAL: Checklist of the vascular indigenous flora of New Caledonia*. (<http://publish.plantnet-project.org/project/florical>)

La base de données utilisée pour le présent rapport apparaît légèrement différente de celle utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017. En effet, cette année-là, après traitement 4119 occurrences ont été comptabilisées contre 4692 en 2018. Cette différence dans les données est notamment due au fait que de nouvelles espèces ont été ajoutées, telles que certaines espèces classées « Vulnérables ». En effet, en 2017 on comptait 378 espèces floristiques différentes contre 68 espèces faunistiques alors qu'en 2018 on compte 448 espèces floristiques différentes contre 75 espèces faunistiques.

Partenaires

Les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées ont été fournis par Endemia.

A Retenir

Tableau 16 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées

Nom de la Province	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées dans la province	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies	Part des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies (%)
Province Nord	2389	22	0,92
Province Sud	2167	8	0,37
Province des Iles	162	0	0

En 2018, la Province Nord subissait le plus grand nombre d'incendies. Ainsi, les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées ont été plus impactés dans cette localité. Toutefois, cet impact représente seulement 1% du nombre total de périmètres présents en province Nord. En Province Sud, 8 périmètres d'alertes sur la faune et la flore ont été touchés soit 0,37% du nombre total de périmètres d'alertes situés en province Sud. Quant à la Province des Iles, elle n'a subi aucun impact sur les 162 périmètres d'alertes qui la compose. Il est important de rappeler que ces pourcentages sont à considérer avec précaution.

En 2017, l'impact des incendies sur cet enjeu environnemental était plus important dû aux 19 016 hectares incendiés en Province Nord.

Le Tableau 17 présente le détail de l'impact des zones incendiées où des espèces menacées ont été observées à l'échelle communale. Le Tableau 18 présente l'impact des incendies sur les espèces floristiques répertoriées en précisant le statut UICN concerné. Le Tableau 19 présente l'impact des incendies sur les lézards identifiés dans la base de données des espèces menacées, ainsi que leur statut UICN.

À noter que l'analyse qui suit met en avant le nombre d'espèces impactées par les incendies, et non le nombre d'individus touchés pour chaque espèce concernée par les incendies. Une espèce dont la présence a été constatée strictement au même endroit plusieurs fois, ne sera comptabilisée qu'une seule fois. Pour autant, une espèce peut avoir été observée sur différents secteurs sur une même commune. Les tableaux qui présentent le nom scientifique des espèces impactées ne font apparaître qu'une seule fois le nom des espèces touchées par commune.

Tableau 17 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes affectés pour la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies	Part des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies (%)
Canala	70	2	2,8
Hienghène	438	7	1,6
Kaala-Gomen	218	1	0,5
Koumac	336	3	0,9
Mont-Dore	377	2	0,5
Poindimié	112	1	0,9
Poya	320	7	2,2
Thio	153	6	3,9
Touho	21	1	4,8

Tableau 18 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la FLORE menacée	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés CR	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés EN	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés VU
Canala	67	2	0	2	0
Hienghène	397	6	1	5	0
Kaala-Gomen	201	1	1	0	0

Koumac	274	3	0	3	0
Mont-Dore	362	2	0	2	0
Poindimié	102	1	0	1	0
Poya	311	7	1	6	0
Thio	126	6	0	6	0
Touho	20	1	0	1	0

Tableau 19 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la faune menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies classés CR	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies classés EN	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés VU
Hienghène	41	1	1	0	0

A Retenir

Ce sont les communes de Hienghène et Poya qui ont subi le plus de dégâts potentiels sur les populations de faune et flore menacées, avec 7 périmètres d'alertes touchés pour chacune. Toutefois, c'est la commune de Poya qui a subi le plus de pertes compte tenu du nombre de périmètres d'alertes de faune et de flore menacées. En effet, 2,2% de l'ensemble de ses périmètres ont été touchés par les incendies de 2018 contre 1,6% pour la commune de Hienghène.

Pour les populations de plantes menacées, c'est la commune de Poya qui est la plus impactée avec 7 périmètres touchés. En ce qui concerne les communautés faunistiques, seule la commune de Hienghène a subi des dégâts avec un périmètre potentiellement touché par les incendies 2018.

Ce constat sur les périmètres d'alerte sur la faune et la flore menacées est très différent de celui obtenu pour l'année 2017²³. En effet, cette année-là c'était Poya qui subissait le plus de dégâts potentiels sur les populations de faune et de flore menacées avec 25 périmètres touchés.

²³ Possibilité de télécharger le bilan incendies 2017 [ici](#)

Le Tableau 20 permet de comparer facilement les communes avec le plus de dégâts potentiels sur les périmètres de faunes et flores menacées entre 2017 et 2018. Il est intéressant de mentionner que parmi les communes avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune et de flore menacées en 2018, la commune de Hienghène abrite un micro-hotspot d'endémisme. En effet, les roches de la Ouaieme est un endroit extrêmement riche avec nombre important d'espèces micro-endémiques.

Tableau 20: Comparaison 2017-2018 des communes avec le plus dégâts potentiels selon les considérations

	2017	2018
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune et flore menacées	Poya (25 périmètres touchés)	Poya et Hienghène (7 périmètres touchés)
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de flore classées « en danger »	Poya	Poya, Thio
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de flore classées « en danger critique »	Poya	Hienghène, Kaala-Gomen et Poya
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune classées « en danger »	Belep	-
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune classées « en danger critique »	Belep	Hienghène

Au total, les incendies ont concerné la localisation de 4 espèces considérées comme « En danger critique » et 16 espèces considérées comme « En danger ».

Le Tableau 21 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN CR, touchées par les incendies de 2018. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée.

Tableau 21: Nom des espèces de plantes classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Hienghène	<i>Metrosideros whittakeri</i> (J.W.Dawson)
Kaala-Gomen	<i>Capparis parvifolia</i> (Fici)
Poya	<i>Pittosporum gatopense</i> (Guillaumin)

Le Tableau 22 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN EN, impactées par les incendies de 2018. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée.

Tableau 22 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Canala	<i>Araucaria rulei</i> (F.Muell.)
	<i>Araucaria scopulorum</i> (de Laub.)
Hienghène	<i>Cleidion veillonii</i> (McPherson)
	<i>Elaeocarpus vieillardii</i> (Brongn. & Gris)
Koumac	<i>Deltaria brachyblastophora</i> (Steenis)
	<i>Cleidion velutinum</i> (McPherson)
Mont-Dore	<i>Oxera pancheri</i> (Dubard)
	<i>Spiraeanthemum pedunculatum</i> (Schltr.)
Poindimié	<i>Psychotria brachylaena</i> ((Baill.) Guillaumin)
Poya	<i>Pittosporum aliferum</i> (Tirel & Veillon)
	<i>Plerandra</i> sp. nov. " <i>calicicola</i> " (Lowry & G.M.Plunkett)
	<i>Acropogon jaffrei</i> (Morat & Chalopin)
Thio	<i>Araucaria scopulorum</i> (de Laub.)
	<i>Polyscias microbotrys</i> ((Baill.) Harms)
	<i>Syzygium pterocalyx</i> (Brongn. & Gris)
Touho	<i>Psychotria fambartiae</i> (Barrabé)

Le Tableau 23 revient en détail sur les espèces de lézards possédant un statut UICN CR, impactées par les incendies de 2018. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée.

Tableau 23 : Nom des espèces animales classées « en danger critique d'extinction » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Hienghène	<i>Nannoscincus exos</i> (Bauer & Sadlier, 2000)

A noter qu'aucune espèce floristique possédant un statut UICN VU D2 n'a été impactée par les incendies de 2018. Toutefois, il est important de maintenir une vigilance forte sur ces espèces : le classement VU D2 implique une répartition restreinte et la présence de menaces vraisemblables pouvant très rapidement conduire le taxon vers l'extinction, ou presque.

ZOOM SUR : Quelques espèces endémiques touchées par les incendies en 2018

Cleidion veillonii McPherson, est une espèce d'arbuste ou petit arbre endémique de la Nouvelle-Calédonie. Il est observable uniquement au niveau de la chaîne du nord-est de la Grande Terre, depuis les Roches de la Ouaième jusqu'à Ignambi. La taille de la population n'est pas déterminée mais il est connu de quatre localités. Du fait de sa faible occurrence et de ses multiples menaces (feux de brousse, espèces invasives), il est classé en danger dans la liste rouge de l'UICN²⁴.

Deltaria brachyblastophora Steenis, est un arbuste présent uniquement dans les alentours de Koumac, situé dans le nord-ouest de la Grande Terre. Classé en danger par l'UICN, il est protégé réglementairement en Province Nord²⁵.

Pittosporum aliferum Tirel & Veillon, est un arbuste élancé connue de la côte-ouest de la Grande Terre, uniquement des massifs du Boulinda et du Kopéto. Considéré comme en danger d'extinction sur la liste rouge de l'IUCN, il est protégé par le code de l'environnement de la Province Nord et Sud. L'activité minière, les feux, l'érosion et les espèces envahissantes sont les principales menaces auxquelles il doit faire face²⁶.

Nannoscincus exos Bauer & Sadlier, est une espèce de scinque de coloration à deux tons. Ses membres sont courts et les écailles de son corps sont lisses. Elle a été observée seulement dans deux localités limitées par la Rivière de Ouaième au Nord et la Rivière de Hienghène au Sud. Plusieurs menaces engendrent un déclin significatif de leur nombre telles l'invasion des fourmis électriques ou encore les activités agricoles locales²⁷. De part ces caractéristiques, cette espèce est classée en danger critique d'extinction dans la liste rouge de l'UICN.

Capparis parvifolia Fici, est une espèce d'angiosperme micro-endémique du Mont-Kaala située dans le nord-ouest de la Grande Terre. Elle n'est pas protégée réglementairement en Nouvelle-Calédonie et n'est présente dans aucune aire protégée. Ses principales menaces

²⁴ *Cleidion veillonii* McPherson, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche848>

²⁵ *Deltaria brachyblastophora* Steenis, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche4980>

²⁶ *Pittosporum aliferum* Tirel & Veillon, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche4429>

²⁷ *Nannoscincus exos* Bauer & Sadlier, Endemia, <http://endemia.nc/faune/fiche1075>

sont les feux et l'activité minière²⁸. Sa faible répartition géographique et les diverses pressions anthropiques auxquelles elle fait face la classe en danger critique d'extinction dans la liste rouge de l'UICN.

Metrosideros whitakeri, est une espèce d'angiosperme micro-endémique des roches Ouaieme, une zone très riche et largement reconnue comme un micro-hotspot au sein du hotspot calédonien. Malgré sa présence majoritairement aux sommets des roches, on ne peut pas exclure son existence sur les pentes des alentours, qui sont très fortes et donc très difficiles d'accès. Ses principales menaces sont donc les incendies. Elle n'est pas répertoriée dans la liste rouge UICN, toutefois elle est protégée en Province Nord²⁹.

Spiraeanthemum pedunculatum est une espèce d'arbuste endémique restreinte au Grand sud. Elle pousse en maquis et forêt humide de basse ou moyenne altitude mais majoritairement au bord des creeks. Ses principales menaces sont la fragmentation et la réduction de son habitat liées aux feux de brousse. Malgré la présence de seulement trois ou quatre populations, elle n'est pas protégée réglementairement. Toutefois, elle est classée en danger dans la liste rouge UICN³⁰.

Pittosporum gatopense est une espèce d'arbuste des forêts sèches de la côte ouest. Ses fleurs sont jaune pâle et ses fruits sont en capsules bivalves. C'est une espèce peu récoltée dont l'existence est menacée par la disparition progressive de son habitat géographiquement très limité. Elle est protégée aussi bien en Province Nord qu'en Province Sud et est classée en danger critique d'extinction sur la liste rouge UICN³¹.

4.1.1.2. Zone de fort micro-endémisme végétal



Les zones de micro-endémisme végétal ont été déterminées à l'aide de travaux de modélisation et reposent sur des probabilités de présence d'espèces micro-endémiques vasculaires. Ces données sont issues d'un travail de recherche sur les espèces micro-endémiques de Nouvelle-Calédonie dans les herbiers et la littérature. Puis grâce à la localisation de ces espèces, un regroupement des espèces micro-endémiques a été effectué afin de définir les paramètres environnementaux des micro-habitats qui les hébergent. Enfin, des techniques de modélisation d'habitat ont été utilisées afin d'évaluer la probabilité de la distribution potentielle d'une ou de plusieurs espèces en fonction des zones respectant les exigences environnementales de l'espèce. L'altitude, la pente, la pluviométrie et la température moyenne (si les espèces étaient situées sur plusieurs localisations), mais également la géologie ont ainsi été prises en compte. Les données intersectées avec les surfaces brûlées détectées par Sentinel 2 recensent les zones à forte probabilité de micro-endémisme végétal, supérieures ou égales à 70% de densité d'espèces micro-endémiques vasculaires. Il est tenu de préciser que la donnée est représentée par des pixels d'un kilomètre carré, ce qui implique de lire avec prudence les résultats qui suivront.

²⁸ Capparis parvifolia Fici, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche8448>

²⁹ Metrosideros whitakeri J.W Dawson, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche4245>

³⁰ Spiraeanthemum pedunculatum Schltr, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche3541>

³¹ Pittosporum gatopense, Guillaumin, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche4439>

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

Ce travail a été réalisé au cours de la thèse de d'Adrien Wulff (IAC-UNC) intitulée "Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre *Scaevola*"³².

Le Tableau 24 présente les communes pour lesquelles des zones de fort micro-endémisme ont été impactées par les incendies.

Tableau 24 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones de fort micro-endémisme par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Nombre de zones de fort micro-endémisme	Nombre de zones de fort micro-endémisme touchée par les incendies	Part du nombre de zones de fort micro-endémisme touchée (%)	Part de la surface incendiée sur l'ensemble des zones de micro-endémisme de la commune concernée (%)
Ouégoa	60	1	1,7	4,10

A Retenir

Peu de zones de fort micro-endémisme ont été touchées par les incendies. Seule une zone située en Province Nord dans la commune de Ouégoa a été touchée par les incendies 2018. Cette dernière représente 1,7% de l'ensemble des zones de fort micro-endémisme présentes sur la commune. Ces résultats sont à considérer avec une forte prudence dans la mesure où la localisation des zones de fort micro-endémisme repose sur des modélisations qui possèdent leurs propres limites.

Tableau 25 : Comparaison 2017-2018 des communes les plus touchées par les incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal.

	2017	2018
Commune avec le plus grand nombre de zones de fort micro-endémisme touchée par les incendies	Païta	Ouégoa

³² [Thèse de d'Adrien Wulff](#), IAC-UNC, "Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre *Scaevola* », 2012.

Commune avec la part la plus importante du nombre de zones de fort micro-endémisme touchée	Bourail	Ouégoa
--	---------	--------

4.1.1.3. Espèces sensibles



Informations

Les espèces sensibles représentent la localisation de la compilation des observations naturalistes recensant la faune, la flore ou encore les champignons possédant un niveau d'enjeu plus ou moins important sur l'ensemble du territoire calédonien en fonction de la rareté de l'espèce et de son classement UICN. Les données intersectées avec les incendies détectés par Sentinel 2 possèdent quatre niveaux d'enjeux croissant, allant de 1, le moins important à 4 le plus important. Il est tenu de préciser que ces données ne sont pas exhaustives à l'échelle du territoire compte tenu des méthodes de collecte des informations relatives à la faune et à la flore sensible.

Les données utilisées dans la présente analyse montrent une différence notable avec celles utilisées pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017. En effet, la base donnée utilisée pour le bilan incendie 2017 comprenait 7957 observations d'espèces sensibles présentes sur le territoire terrestre de la Nouvelle-Calédonie. Pour le bilan incendie 2018, la base de données en comprend 18209. Une mise à jour a donc été effectuée avec l'ajout de plusieurs données dont les dates d'observation sont aussi bien antérieures que postérieures à 2017. Toutefois, la base de données étant construite et renseignée à l'aide de différents partenaires, il est possible que la mise à jour des informations décrivant chaque occurrence ne soit pas réalisée en même temps. Ainsi, le niveau d'enjeu de certaines espèces sensibles a pu ne pas être renseigné. Dans ce cas, l'analyse qui suit ne prendra pas en compte ces taxons malgré qu'ils aient été observés sur le site.

À noter qu'ici est mis en avant le nombre d'espèces impactées par les incendies, et non le nombre d'individus touchés pour chaque espèce concernée par les incendies. Une espèce dont la présence a été constatée strictement au même endroit plusieurs fois, ne sera comptabilisée qu'une seule fois. Pour autant, une espèce peut avoir été observée sur différents secteurs sur une même commune. Le tableau qui présente le nom scientifique des espèces impactées ne fait apparaître qu'une seule fois le nom des espèces touchées par commune.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)



Partenaires

Ces données ont été fournies par la province Sud.



A Retenir

À la suite de l'analyse, aucun taxon susceptible d'être directement impacté par les incendies n'a été retenu. En effet, sur les neuf taxons ayant montré une intersection avec les feux (*anguilla marmorata*, *anguilla reinhardtii*, *awaous guamensis*, *kuhlia rupestris*, *macrobrachium caledonicum*, *onthobium kuscheli*, *schismatogobius*, *sicyopterus lagocephalus*, *sicyopterus sarasini*), huit sont des espèces d'eau douce et une, *O. kuscheli*, fait partie de la classe des insectes.

Concernant *O.kuscheli*, malgré sa biologie peu connue, ce coprophage a certainement été impacté par les feux. En effet, à la suite d'un incendie le biotope dans lequel évolue l'espèce est détruit. Les adultes et les larves meurent engendrant une disparition de l'espèce dans la localité touchée. Toutefois, ce dernier n'a pas été inclus dans ce bilan de l'impact environnemental faute d'attribution d'un niveau d'enjeu à cette espèce.

Concernant les espèces de poissons d'eau douce, il a aussi été considéré qu'aucune de ces espèces n'apparaîtrait dans le bilan incendies. En effet, l'impact des feux sur ces espèces est généralement indirect à l'exception des petits creeks sous couvert végétal. Toutefois, ne connaissant pas la localisation des diverses espèces au cours des incendies, il nous est impossible de les inclure dans le présent bilan.

Le nombre d'espèces sensibles touchées diffère de celui obtenu pour l'année 2017. En effet, cette année-là les communes de Ouégoa et Poindimié ont montré plusieurs espèces sensibles impactées par les incendies. De plus, dans la commune de Païta des espèces sensibles classées avec un niveau d'enjeu 4 avaient été touchées.

A noter que ces résultats représentent des dégâts potentiels sur les espèces sensibles et non des preuves de leur disparition.

Tableau 26: Comparaison 2017-2018 de l'impact des incendies sur les espèces sensibles

	2017	2018
Commune(s) impactée(s) par des incendies sur les espèces sensibles	Ouégoa, Poindimié, Koné, Païta	—
Nombre d'espèces sensibles touchées par les incendies	15	—

4.1.1.4. Zones clés de biodiversité



Les Zones Clés de Biodiversité (ZCB ou Key Biodiversity Areas) représentent des sites d'importance mondiale pour la conservation de la biodiversité. Elles sont construites à partir d'un découpage du territoire en sous bassins versants générés par SIG, puis d'une sélection effectuée en fonction de l'occurrence des espèces menacées en suivant la méthodologie de délimitation des Zones Clés de Biodiversité préconisée par l'UICN. Enfin, afin d'éviter de créer des patchs discontinus de ZCB, des unités de planification sont ajoutées avec validation par des experts. Elles s'appuient sur la présence d'écosystèmes de grande importance voire patrimoniaux, d'aires protégées ou encore de périmètres de protection des eaux. En Nouvelle-Calédonie, les « add-on » sont représentés notamment par les forêts humides sur substrat de

type ultramafique à plus de 900 mètres d'altitude, ou encore les forêts sèches tamponnées de 50 mètres.³³

Partenaires

Ces données ont été produites par le groupe « Profil d'Ecosystème de Nouvelle-Calédonie », constitué d'acteurs locaux et internationaux (regroupant la Province Sud, la Province Nord, la Province des îles, le Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, l'État Français, AFD, CI, SCO, WWF, AICA, IRD, UNC, IAC et IFREMER).

Le Tableau 27 résume les impacts des incendies sur les Zones Clés de Biodiversité recensées par commune dans cette base de données.

Tableau 27 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Nom de la zone clé de biodiversité touchée (KBA)	Nombre de feux par zone clé de biodiversité touchée	Superficie incendiée des zones clés de biodiversité touchées (ha)	Part de la superficie incendiée des zones clés de biodiversité touchées (%)
Aoupinié Arago	11	40,6	0,12
Boulinda	12	68,7	0,24
Bwa Bwi	13	217,4	0,26
Do Nyi	41	167,9	0,10
Goro Tane Massif des Lèvres	16	66,0	0,08
Grand Sud	3	83,5	0,21
Ile Art	1	2,1	0,04
Koniambo	2	42,4	0,32
Kopeto	1	1,1	0,01
Maré	1	2,3	0,003
Mont Kaala	3	0,9	0,01
Mont Maoya	4	22,3	0,12
Mont Panie	54	285,2	0,47
Ouvea	1	16,4	0,12
Taom	1	0,4	0,002

A Retenir

³³ Pour en savoir plus sur la méthodologie de construction des ZCB appliquée en Nouvelle-Calédonie, se référer à la partie 4.2. du [document suivant](#)

La Zone Clé de Biodiversité du Mont Panié, située sur les communes de Pouébo, Ouégoa et Hienghène a été la plus touchée par les incendies au regard de sa superficie, avec 0.47 % de sa superficie initiale incendiée. En considérant uniquement la surface incendiée, la Zone Clé de Biodiversité du Mont Panié reste celle qui a subi le plus grand nombre d'incendies, avec 54 événements qui ont consumé environ 285 hectares.

En 2017, au regard du nombre important d'incendies déclarés, 5906 hectares de zones clés de biodiversité avaient été incendiés contre près de 1017 hectares en 2018. En effet cette année-là, la zone clé de biodiversité du Mont-Kaala voyait 3.66% de sa superficie incendiée. De plus, la zone clé de biodiversité de Do Nyi subissait le plus grand nombre d'incendies consommant 1970 hectares de la zone.

Tableau 28: Tableau comparatif 2017-2018 de l'impact incendie sur les Zones Clés de biodiversité

	2017	2018
Zone Clé de biodiversité la plus incendiée par rapport à sa superficie totale	Mont Kaala	Mont Panié
Zone Clé de Biodiversité ayant subi le plus grand nombre d'incendies	Do Nyi	Mont Panié

La Figure 29 permet de visualiser l'impact des incendies sur les zones clés de biodiversité. Les zones les plus touchées ont été étiquetées afin de les situer plus facilement.

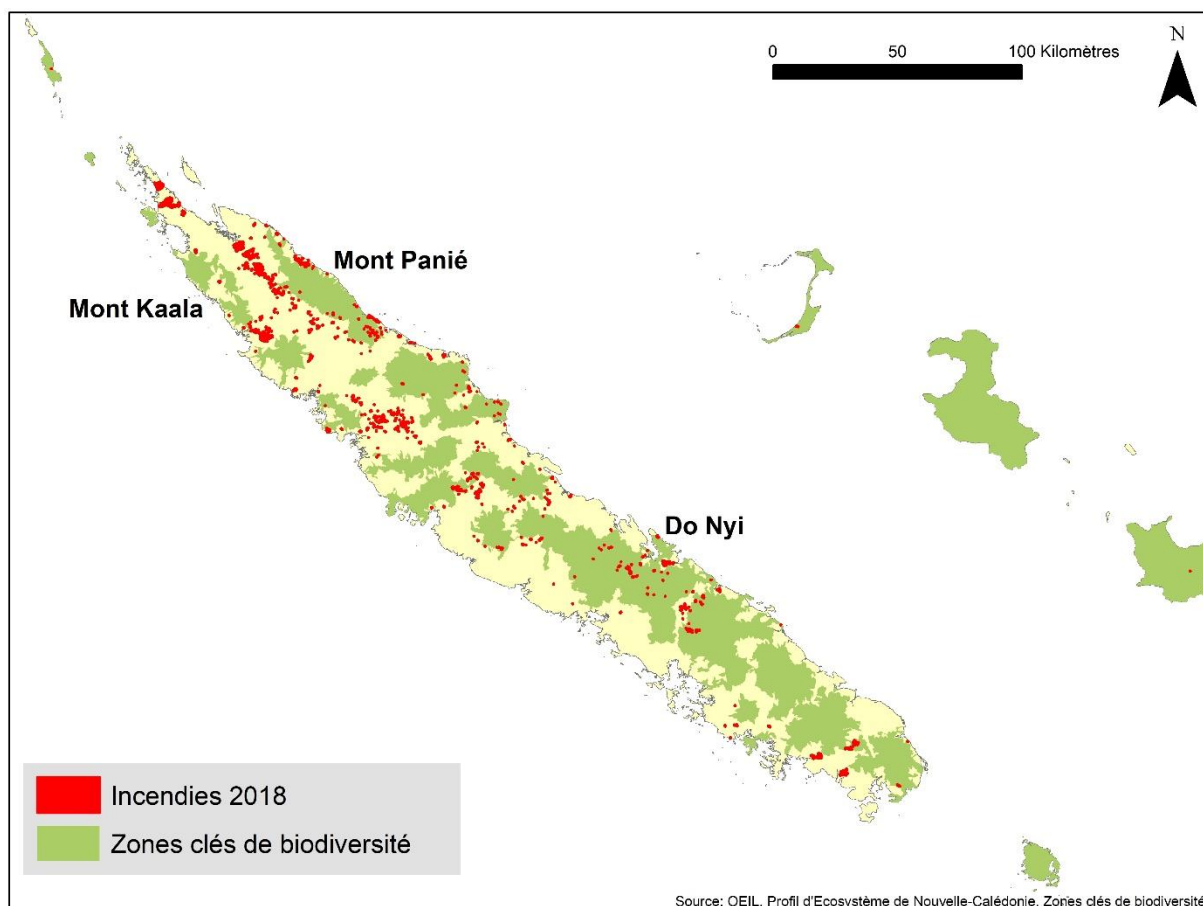


Figure 29: Carte de l'impact des incendies 2018 sur les Zones Clés de Biodiversité (Source : OEIL)

4.1.1.5. Mangroves



Informations

La mangrove est un écosystème spécifique des régions tropicales. Majoritairement constituée de palétuviers, de nombreuses espèces viennent y trouver refuge notamment pour être à l'abri des prédateurs mais aussi pour s'y reproduire. Elle se situe dans la zone de balancement des marées sur les bandes littorales ce qui permet dans une certaine mesure de protéger le littoral contre l'érosion marine. En effet, les mangroves permettent notamment de filtrer les sédiments apportés par les diverses voies d'accès qu'empruntent les eaux de ruissellement et évitent ainsi de perturber la santé des massifs coralliens. De plus, elles fertilisent le lagon par la production de nourriture issue de la décomposition de la matière organique. En Nouvelle-Calédonie, les mangroves représentent également une ressource pour la pêche du crabe de palétuvier (*Scylla serrata*). Il convient donc de protéger ces systèmes naturels sensibles afin d'éviter de désorganiser l'écosystème qui lui est lié.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcan en cliquant [ici](#)



Partenaires

Les mangroves intersectées avec les surfaces brûlées des satellites Sentinel 2 sont issues des données de la province Sud et du programme ZoNéCo.

Le Tableau 29 présente la superficie par commune des mangroves impactées par les incendies.

Tableau 29 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie incendiée des mangroves (ha)	Part de la superficie incendiée des mangroves (%)
Poum	0,53	0,006

La Figure 30 permet de visualiser l'impact des incendies sur les mangroves. Une emphase sur la commune touchée a été faite afin d'avoir une meilleure perception de la dégradation engendrée.

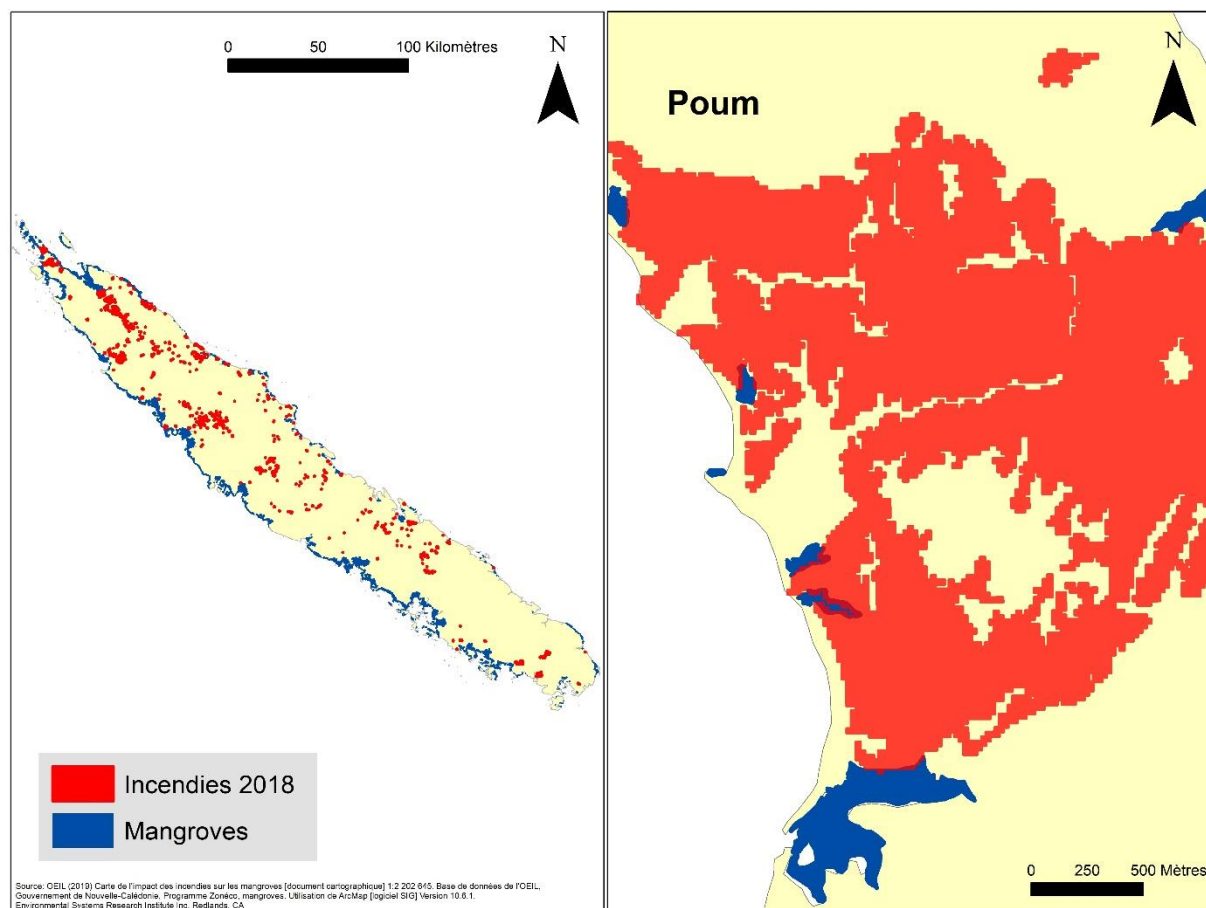


Figure 30: Carte de l'impact des incendies 2018 sur les mangroves (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, Programme ZonéCo)



A Retenir

Les mangroves étant des milieux humides, elles ne brûlent que très rarement. En 2018 seule la commune de Poum présente des mangroves incendiées. La superficie incendiée de ces écosystèmes représente toutefois moins de 1 hectare. En 2017, huit communes présentaient des mangroves incendiées (Kouaoua, Canala, Kaala-Gomen, Koumac, Païta, Ouégoa, Poum et Pouembout) pour un total de d'environ 0,7 hectare incendié.

Ces petites surfaces impactées correspondent aux extrémités des arrières-mangroves arbustives, plus sèches, qui sont composées d'une végétation dense pouvant être amenée à brûler si un feu intense se trouve à proximité. Ces résultats peuvent également être liés à une certaine imprécision géographique de la cartographie des mangroves.

4.1.1.6. Strates de la végétation



Informations

Cette partie vise à mettre en avant l'impact des incendies sur les différents types d'étages de végétation présents sur le territoire, ils sont ici regroupés en strates en fonction de la hauteur moyenne des végétaux qui les composent.

Afin de construire une couche d'informations relatives aux différents types de strates de végétation pour l'ensemble du territoire, les Modes d'Occupation du Sol (MOS) de 2014 de la province Sud, Nord et celle des Iles ont été utilisés.

En effet, contrairement à l'année dernière où faute d'actualisation, le MOS 2008 de la province Nord avait dû être utilisé, cette année il a été possible d'accéder aux données 2014 de cette couche d'information. Ainsi, la part d'incertitude liée aux calculs a pu être diminuée.

La carte de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 apparaît très différente de celle utilisée pour la présente analyse. La Figure 31 montre la carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 tandis que la Figure 32 montre la carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2018.

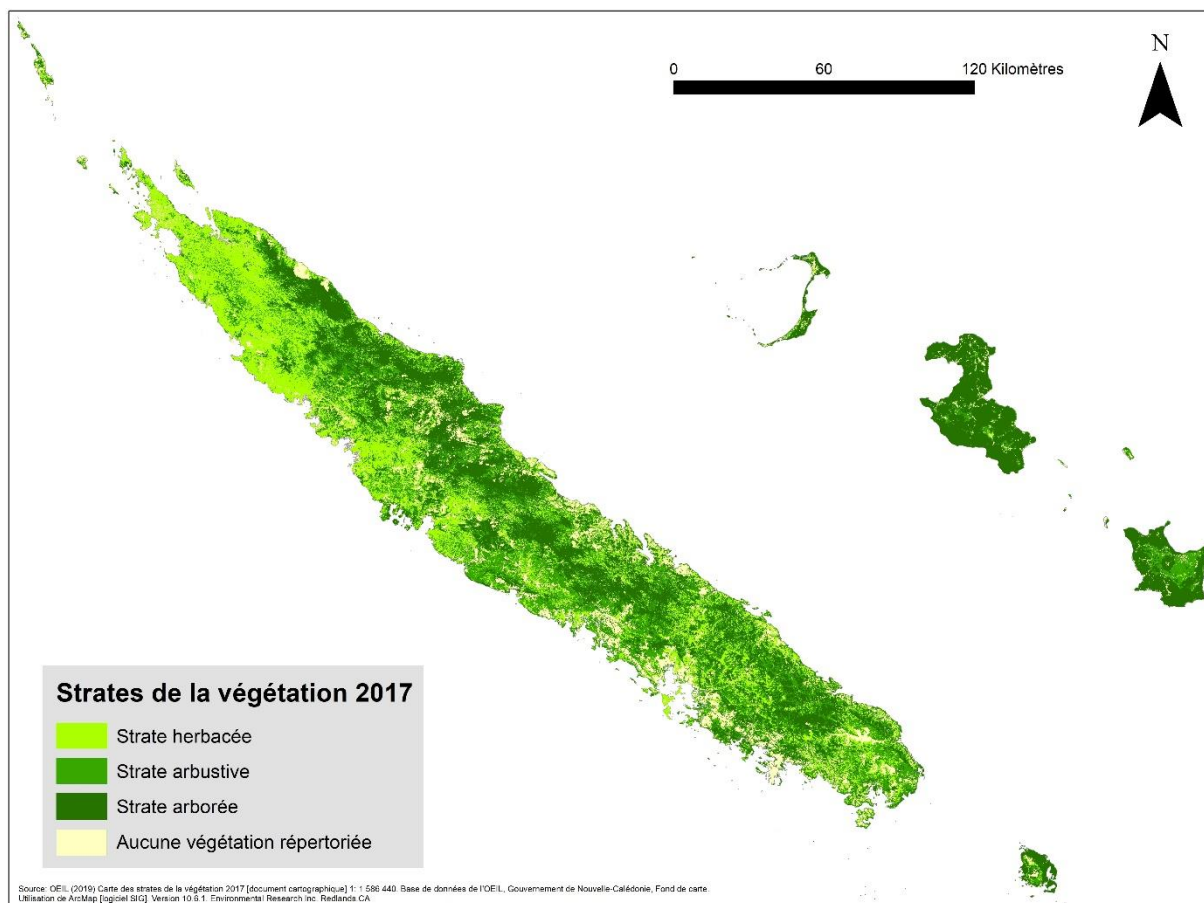


Figure 31: Carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 (Source : OEIL)

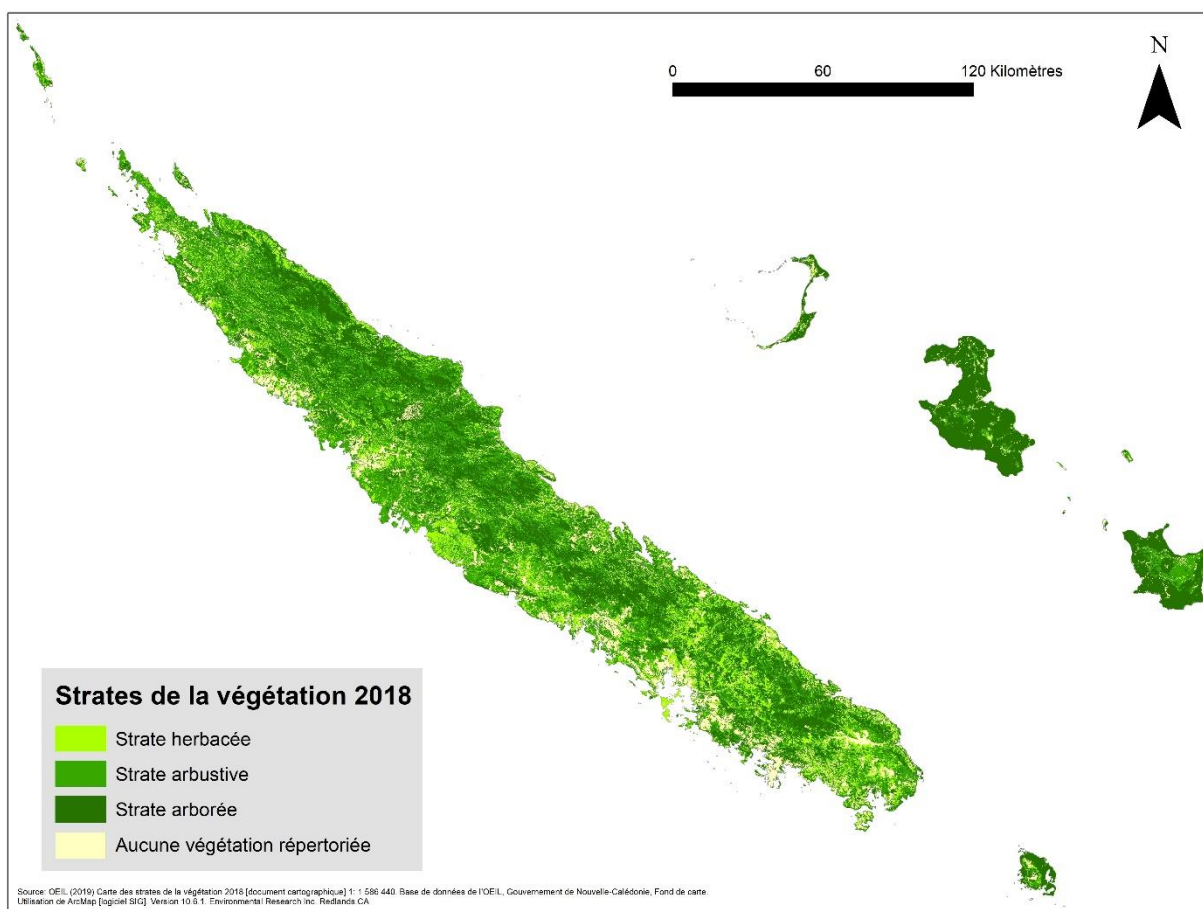


Figure 32: Carte des strates de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 (Source : OEIL)

La strate herbacée est largement plus représentée dans la carte de 2017. Cette disparité dans les données se répercute dans l'analyse statistique et contribue notamment à expliquer pourquoi les proportions incendiées entre 2017 et 2018 présentent des écarts importants. Le Tableau 30 permet d'apprécier les différences d'hectares entre le MOS 2008 de la province Nord utilisé dans l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 et le MOS 2014 de la Province Nord utilisé dans l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2018.

Tableau 30: Comparaison du nombre d'hectares de chaque strate (ha) entre le MOS 2008 et le MOS 2014 de la Province Nord.

	2017 (MOS 2008)	2018 (MOS 2014)
Strate arborée	303 177	333 474
Strate arbustive	207 478	404 767
Strate herbacée	345 085	117 485

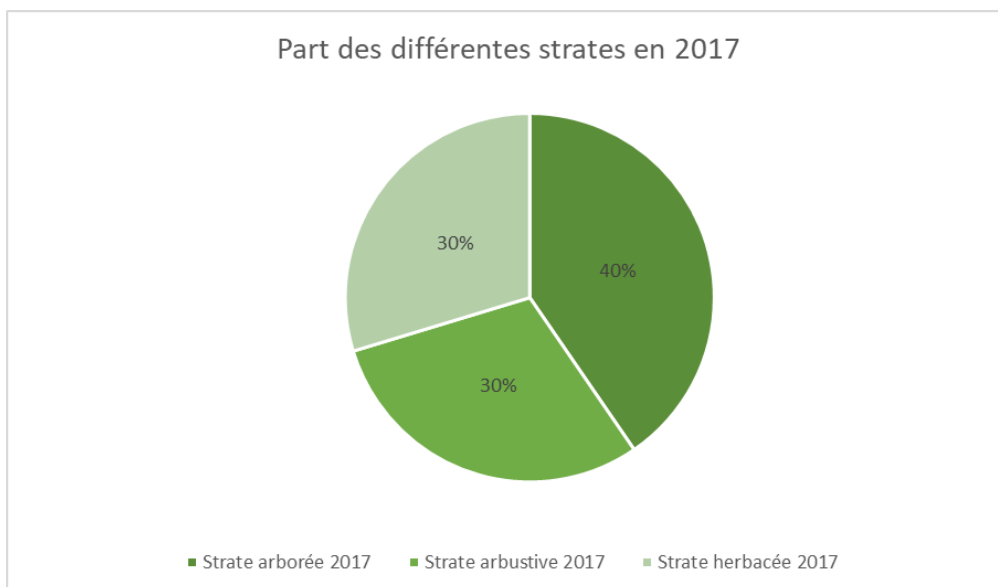


Figure 33: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2017 (Source : OEIL)

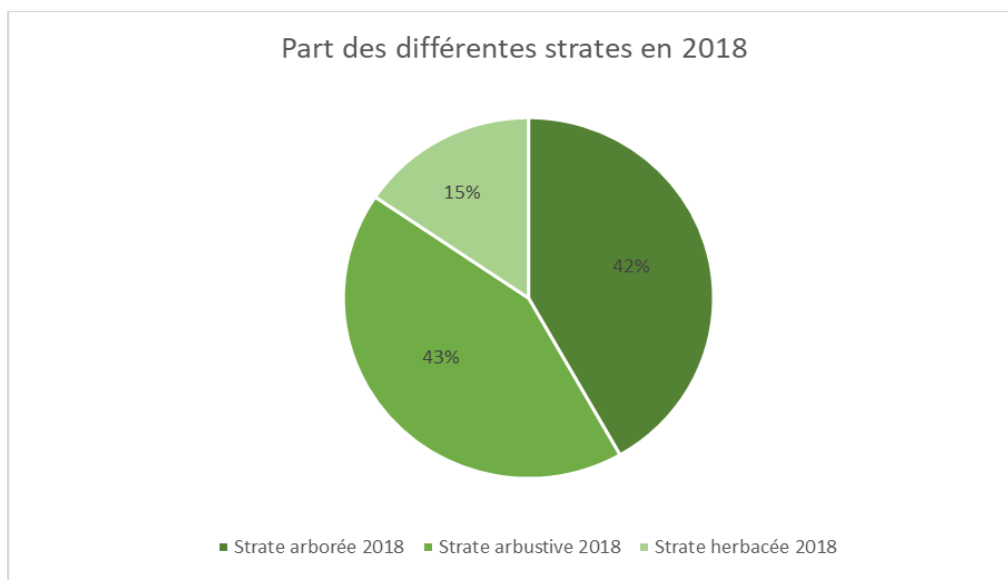


Figure 34: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2018 (Source : OEIL)

La Figure 33 montre la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en considérant le MOS 2008 pour la Province Nord et le MOS 2014 pour la Province Sud et celle des Iles. La strate arbustive et la strate herbacée représentent chacune 30% de l'ensemble de la végétation. La Figure 34 montre la part des différentes strates en considérant le MOS 2014 pour l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. La strate arbustive représente alors 43% tandis que la strate herbacée représente 15% de l'ensemble de la végétation.

Il est tenu de préciser que la diversité qui habite les formations végétales arbustives et herbacée, est inférieure en termes de richesses d'espèces à celle des formations forestières.

D'après Gomez et al³⁴ qui s'appuient sur les propos de Jaffré et al³⁵ la forêt dense humide serait composée de 2 013 espèces et la forêt sèche posséderait 424 espèces. Les maquis, associés à la strate arbustive, possèderaient 1 144 espèces. Enfin, les savanes seraient peuplées de 410 espèces. De plus, les strates herbacées et arbustives sont des milieux dégradés. De la même manière, d'après Gomez et al³⁶, la résilience, la vulnérabilité des écosystèmes ainsi que la perte en biodiversité ne seraient pas les mêmes en fonction des types de végétation. En effet, la forêt sèche serait l'écosystème sur lequel la perte en biodiversité serait la plus importante en cas d'incendie. Le temps de reconstitution des strates arborées peut s'étaler sur plusieurs siècles à la condition que le feu ne vienne pas à nouveau altérer les mêmes milieux.

L'effet répété des incendies engendre une ouverture du milieu qui le rend plus perméable à la propagation des futurs événements et peut interrompre les processus de recolonisation des espèces. Les formations végétales initiales peuvent aussi être remplacées par des espèces envahissantes végétales héliophiles et pyrophiles, par exemple lantana et sensitive géante, ou animales, comme les fourmis dont fait mention la thèse de Berman³⁷. Actuellement, les forêts humides ne représentent plus que 35,4 % des 79,4 % du territoire qu'elles recouvraient à l'état climacique. Les forêts sèches n'occuperaient plus que 0,3 % des 8,9 % du territoire qu'elles recouvraient initialement. À l'image de l'avancée des formations végétales secondaires, la savane qui n'était pas présente en Nouvelle-Calédonie à l'état climacique, occuperait aujourd'hui 28,6 % du territoire³⁸.

D'après Jaffré et al³⁹, « la forêt dense humide, qui est la végétation climatique de ces zones, ne possède pas, sauf en période sèche exceptionnelle, une inflammabilité suffisante pour être la proie des flammes. Néanmoins, l'action des feux se fait largement sentir sur ses marges. Dans les secteurs soumis à des incendies fréquents, la forêt se trouve rognée progressivement. Aussi observe-t-on une discontinuité nette entre la forêt dense humide et les savanes ou les maquis voisins. Les feux, poussés par les vents dominants, les alizés du sud-est, sont souvent arrêtés en crête et ne se propagent pas sur les versants sous le vent qui demeurent généralement les plus boisés. A basse et moyenne altitude, la fréquence des feux a réduit l'étendue des forêts à des reliques forestières qui garnissent les versants sud, sud-ouest et nord-est ainsi que les flancs et les fonds de vallées encaissées ».

D'après Ibanez⁴⁰, « selon la fréquence des incendies, les forêts et les savanes se côtoient et peuvent représenter deux états alternatifs stables pouvant basculer d'un état à

³⁴ C. Gomez, M. Mangeas, T. Curt, T. Ibanez, J. Munzinger, et al.. *Wildfire risk for main vegetation units in a biodiversity hotspot: modeling approach in New Caledonia, South Pacific. Ecology and Evolution*, Wiley Open Access, 2015, 5 (2), pp.377-390

³⁵ T.Jaffré, F.Rigault, G.Dagostini, J.Tinel-Flambart, A.Wulf, and J.Munzinger. *Input of the different vegetation units to the richness and endemism of New-Caledonia*. Proceedings Pacific International Science Congress, Tahiti, 2009

³⁶ *Ibid.*

³⁷ M.Berman. *Impacts of anthropogenic fires and invasive ants on native ant diversity in New Caledonia: from genes to communities*. PhD Thesis, Université Montpellier 2 & Charles Darwin University, 2013, 232p.

³⁸ Sources des données : CNRS - UMR ESPACE-DEV - IRD - METEO FRANCE - INRA - WWF / financement: ANR

³⁹ T.Jaffré, J.M.Veillon, F.Rigault, G.Dagostini. *Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de Nouvelle Calédonie*. Rapport Cordet. ORSTOM, Nouméa, 1997.

⁴⁰ T.Ibanez. *Dynamiques des forêts denses humides et des savanes en réponse aux incendies en Nouvelle-Calédonie*. Thèse en Science de l'environnement. Université Aix-Marseille, 2012, 325p.

l'autre si une composante du régime de perturbation (fréquence, intensité...) vient à changer. ». Ainsi, les incendies impacteraient les dynamiques des forêts humides et des savanes, et se révéleraient favorables au développement des savanes en Nouvelle-Calédonie. En effet, après avoir empiété sur les secteurs des forêts humides, les incendies permettraient de maintenir la savane en consommant les nouvelles pousses d'arbres forestiers.

L'effet de lisière, induit par les incendies, crée des conditions climatiques et écologiques particulières sur plusieurs centaines de mètres en profondeur qui vont réduire les cœurs de forêt et contribuer à la fragmentation des milieux (Laurance et al, 2002⁴¹). Les nouveaux arbres en cours de régénération situés à moins de 100 mètres des lisières de forêts seront principalement composés d'espèces pionnières et secondaires, au détriment des essences qui composaient initialement la forêt (Laurance et al, 1998⁴²).

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

Les strates de végétation ont été construites à partir des informations relatives aux données des MOS de :

- 2014 (produit par l'OEIL), couvre la province Sud et la province des Iles
- 2014 (produit par le Gouvernement de la NC sur la base de la couverture d'image de 2014), couvre la province du Nord.

4.1.1.6.1. Strate arborée

La strate arborée représente les zones constituées de plus de 50% d'arbres possédant une hauteur supérieure à 5 mètres. Les forêts composent majoritairement cette strate.

A Retenir

Tableau 31: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée

Province	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate arborée par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	268,44	0,080	376
Province Sud	20,9	0,010	29

⁴¹ WF.Laurance, TE.Lovejoy, HL.Vasconcelos, EM.Bruna, RK.Didham, PC.Stouffer, C.Gascon, RO.Bierregaard, SG.Laurance, E.Sampaio. *Ecosystem decay of Amazonian forest fragments : A 22-year investigation*. In Conservation Biology, 16: 605–618. 2002.

⁴² WF.Laurance, LV.Ferreira, JM.Rankin-de Merona and SG.Laurance. *Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities*. In Ecology, 79: 2032-2040. 1998.

Province des Iles	0,79	0,001	1
--------------------------	------	-------	---

La province Nord est celle qui a vu le plus de végétaux supérieurs à 5 mètres touchés avec 268 hectares brûlés, soit l'équivalent de 376 terrains de football de 7140 m². En 2017, la strate arborée de la province Nord était aussi la plus touchée avec 1184 hectares brûlés en considérant le MOS 2014 pour l'ensemble du territoire.

Le Tableau 32 présente la superficie de strate arborée qui a brûlé au cours de l'année 2018 par commune.

Tableau 32: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie de la strate arborée (ha)	Superficie incendiée de la strate arborée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arborée (%)
Bourail	16307	0,29	0,0018
Canala	16187	22,38	0,1382
Dumbéa	9816	0,13	0,0013
Hienghène	52775	18,56	0,0352
Houailou	36069	3,57	0,0099
Kaala-Gomen	19673	26,10	0,1327
Koné	9628	5,13	0,0532
Kouaoua	12350	0,44	0,0036
Koumac	13963	0,24	0,0017
La Foa	13097	0,02	0,0001
Moindou	10967	0,01	0,0001
Mont-Dore	10441	15,59	0,1493
Ouégoa	25124	82,39	0,3279
Ouvéa	9109	0,79	0,0087
Païta	19174	0,43	0,0022
Poindimié	31145	0,24	0,0008
Ponérihouen	29956	0,11	0,0004
Pouébo	7166	0,35	0,0049
Pouembout	12080	1,92	0,0159
Poum	9023	89,23	0,9890
Poya	20968	1,84	0,0088
Thio	32145	4,44	0,0138
Touho	11377	0,43	0,0038
Voh	29938	15,50	0,0518

Yaté	44476	0,0014	0,000003
------	-------	--------	----------

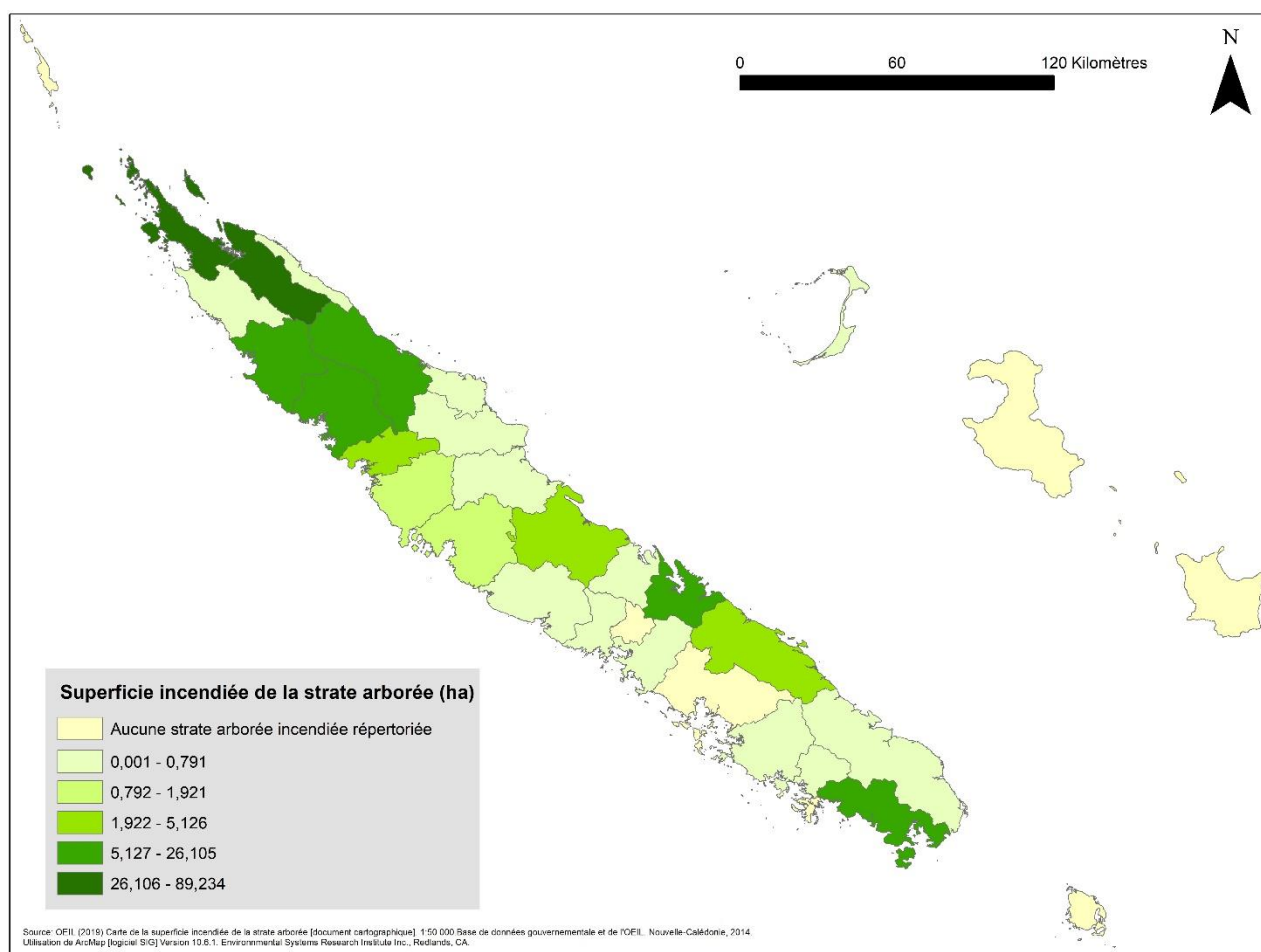


Figure 35: Carte de la superficie incendiée de la strate arborée par commune (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)



A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie initiale de végétation supérieure à 5 mètres est Poum avec 0,99 % incendiés, c'est également celle qui a vu le plus d'hectares partir en fumée.

Tableau 33: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arborée

	2017	2018
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate arborée la plus importante	Païta	Poum
Commune avec la superficie incendiée de la strate arborée la plus importante	Païta	Poum

4.1.1.6.2. Strate arbustive

La strate arbustive est composée d'une dominance d'arbustes d'une hauteur comprise entre 1 et 5 mètres.



Tableau 34: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive

Province	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate arbustive par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nombre de terrains de football
Province Nord	2965,47	0,73	4153
Province Sud	288,88	0,11	405
Province des Iles	17,64	0,06	25

La province Nord a subi des pertes se chiffrant à 2965,47 hectares de strate arbustive, soit l'équivalent de 4153 terrains de football. En 2017, la strate arbustive de la province Nord subissait encore plus de pertes avec 9152,78 hectares partis en fumée en considérant le MOS 2014 pour l'ensemble du territoire.

Le Tableau 35 présente la superficie de strate arbustive qui a brûlé au cours d'année 2018 par commune.

Tableau 35 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie de la strate arbustive (ha)	Superficie incendiée de la strate arbustive (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arbustive (%)
Belep	2297	0,059	0,003
Bouloupari	28334	0,060	0,000
Bourail	38437	12,076	0,031
Canala	16285	185,171	1,137
Dumbéa	8059	0,311	0,004
Hienghène	34357	111,278	0,324
Houailou	39315	41,441	0,105
Kaala-Gomen	30443	310,086	1,019
Koné	16791	260,814	1,553
Kouaoua	16841	13,113	0,078

Koumac	27171	11,694	0,043
La Foa	16820	4,877	0,029
Maré	16027	2,276	0,014
Moindou	11351	1,239	0,011
Mont-Dore	27068	206,092	0,761
Ouégoa	27821	942,717	3,389
Ouvéa	1372	15,363	1,120
Païta	23906	19,356	0,081
Poindimié	26087	29,311	0,112
Ponérihouen	31881	8,507	0,027
Pouébo	6700	20,060	0,299
Pouembout	33965	26,374	0,078
Poum	23379	747,271	3,196
Poya	36750	64,264	0,175
Thio	32064	41,704	0,130
Touho	12516	35,697	0,285
Voh	32617	160,744	0,493
Yaté	48561	0,003	0,000

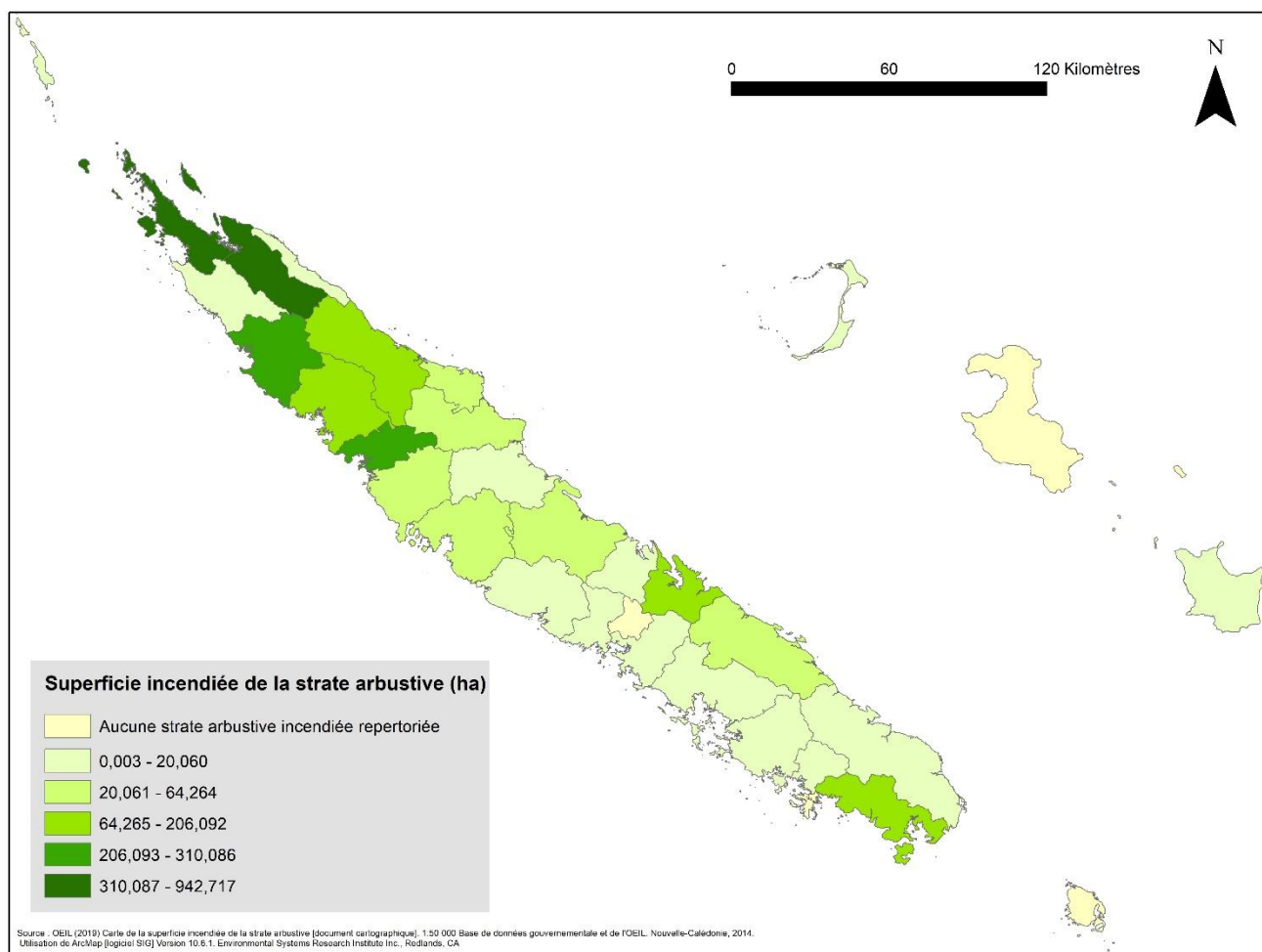


Figure 36: Carte de la superficie incendiée de la strate arbustive (ha) par commune en 2018
(Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)



A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie initiale de végétations arbustive est Ouégoa avec près de 3% de la strate incendiée. C'est également la commune qui a vu le plus d'hectares brûlés avec 943 hectares. La végétation arbustive de Poum apparaît aussi fortement impactée par les incendies. En effet, 747 hectares ont été consommés soit près de 3% de la superficie initiale de végétation arbustive présente dans cette commune.

Tableau 36: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arbustive.

	2017	2018
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate arbustive la plus importante	Touho	Ouégoa

Commune avec la superficie incendiée de la strate arbustive la plus importante	Païta	Ouégoa
---	-------	--------

4.1.1.6.3. Strate herbacée

La strate herbacée regroupe la végétation inférieure à 1 mètre, notamment les zones de pâturages ou encore de savanes.



Tableau 37: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée

Province	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate herbacée par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nombre de terrains de football
Province Sud	510,59	0,37	715
Province Nord	2392,31	2,04	3351
Province des Iles	0	0,00	0

En 2017, en considérant le MOS 2014 sur l'ensemble du territoire, 6,3 % de la surface herbacée de la province Nord avait brûlé, soit 7415,5 hectares. En 2018, la province Nord reste la plus touchée avec 2392,31 hectares incendiés soit l'équivalent de 3351 terrains de football.

Le Tableau 38 présente la superficie de strate herbacée qui a brûlé au cours de l'année 2018 par commune.

Tableau 38 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie de la strate herbacée (ha)	Superficie incendiée de la strate herbacée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate herbacée (%)
Belep	834	1,21	0,14
Bouloupari	21025	2,14	0,01
Bourail	15243	40,44	0,27
Canala	5256	64,63	1,23
Dumbéa	2938	16,03	0,55
Hienghène	9709	227,05	2,34
Houailou	10279	55,26	0,54
Kaala-Gomen	10142	564,41	5,56
Koné	6980	330,55	4,74
Kouaoua	4527	19,21	0,42
Koumac	8773	10,07	0,11
La Foa	6176	15,31	0,25
Moindou	5221	3,72	0,07
Mont-Dore	12372	126,96	1,03
Ouégoa	8956	547,81	6,12
Païta	12046	4,98	0,04
Poindimié	4548	36,80	0,81
Ponérihouen	4705	16,72	0,36
Pouébo	4875	97,69	2,00
Pouembout	10156	17,20	0,17
Poum	8679	141,05	1,63
Poya	19595	133,72	0,68
Thio	25717	291,02	1,13
Touho	2691	42,32	1,57
Voh	8134	96,38	1,18

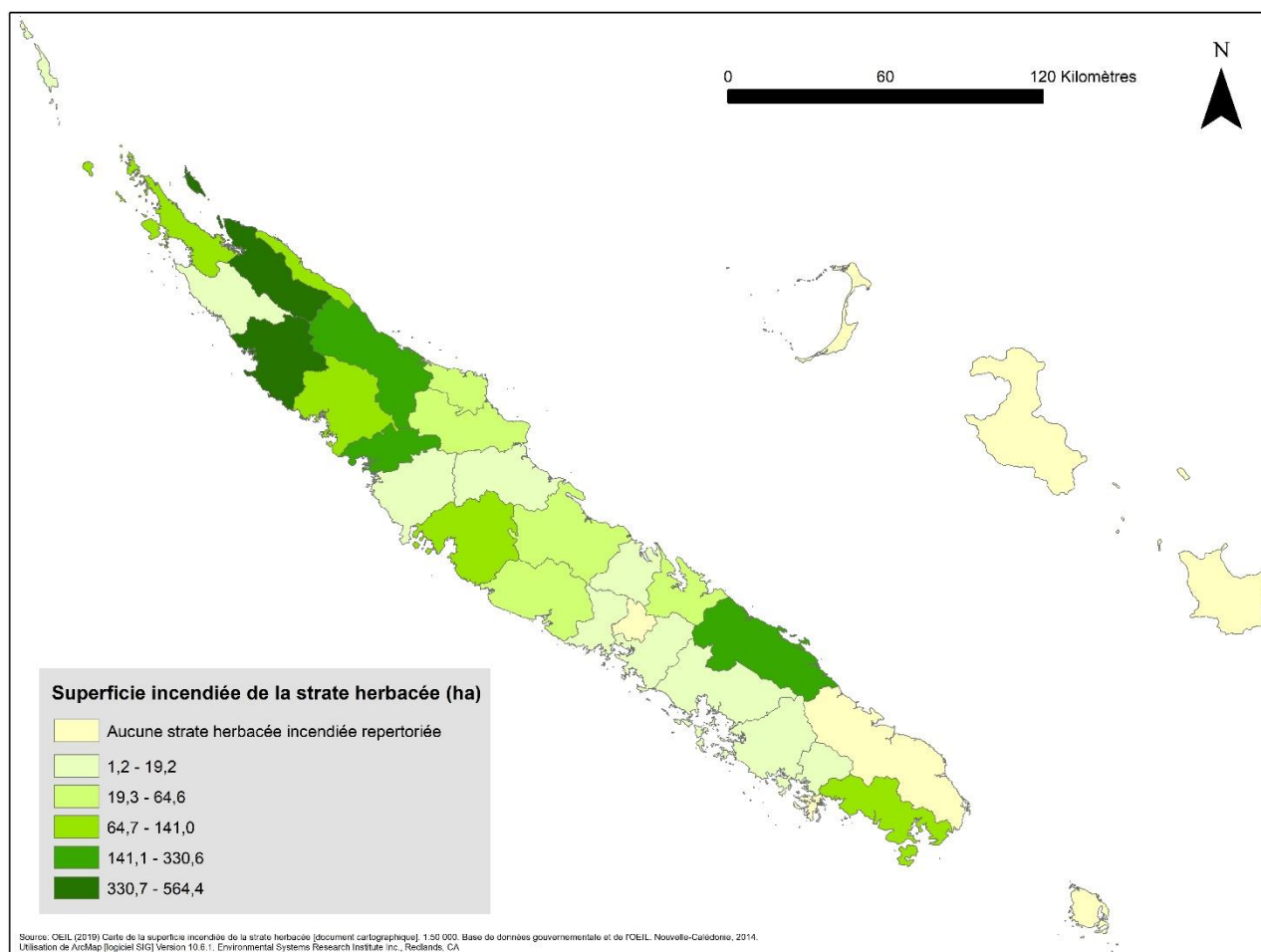


Figure 37: Carte de la superficie incendiée de la strate herbacée (ha) par commune (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)

A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie initiale de végétation inférieure à 1 mètre est Ouégoa avec près de 6 % incendiés. Pour autant, la commune qui a vu le plus d'hectares brûlés est Kaala-Gomen avec 564 hectares. Koné présente aussi une quantité importante de superficie brûlée avec près de 331 hectares incendiés soit 4,74% de sa surface herbacée totale.

Tableau 39: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate herbacée.

	2017	2018
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate herbacée la plus importante	Pouébo	Ouégoa
Commune avec la superficie incendiée de la strate herbacée la plus importante	Ouégoa	Kaala-Gomen

4.1.1.6.4. Bilan sur l'ensemble des strates

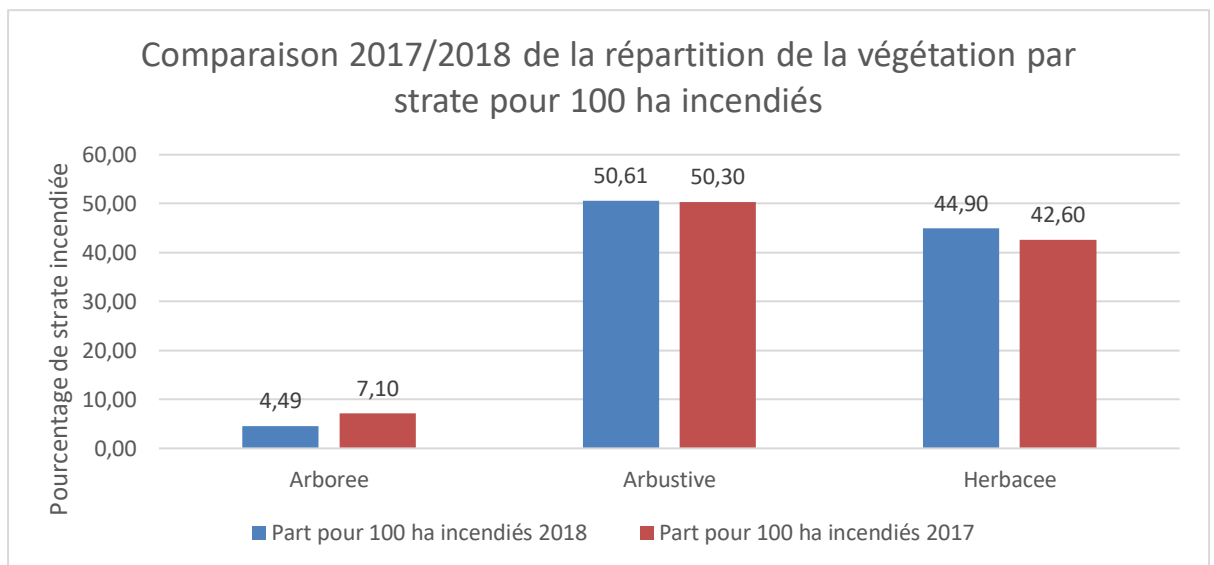


Figure 38: Comparaison 2017/2018 de la répartition de la végétation par strate pour 100 ha incendiés

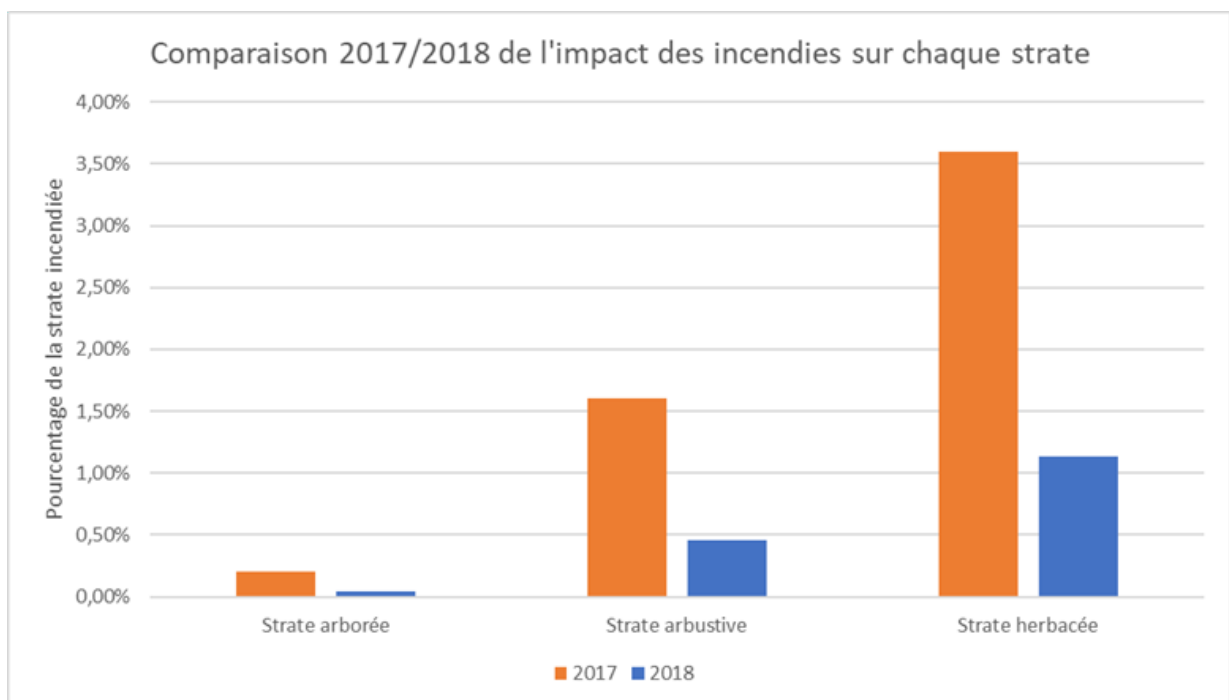


Figure 39: Comparaison 2017/2018 de l'impact des incendies sur chaque strate (Source : OEIL)

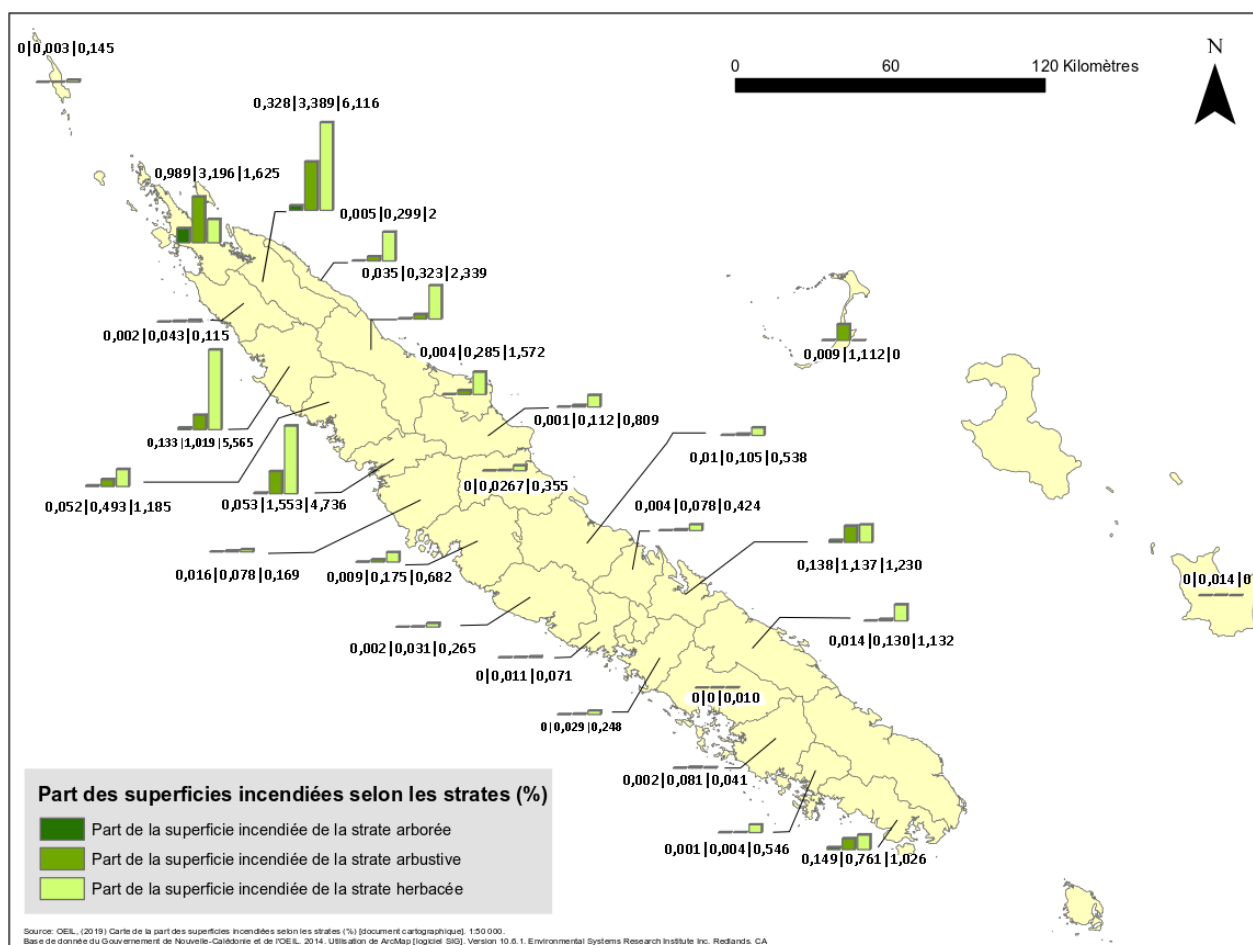


Figure 40: Carte de la part des superficies incendiées en 2018 par commune selon le type de strate (Source : OEIL)

A Retenir

En conclusion, en 2018, c'est la strate arbustive qui a été la plus impactée par les incendies. Pour 100 hectares incendiés, 4 touchent la strate arborée, 51 la strate arbustive et 45 la strate herbacée. En 2017, le constat était similaire, pour 100 hectares incendiés, 7,1 touchaient la strate arborée, 50,3 la strate arbustive et 42,6 la strate herbacée.

La Figure 39 permet de visualiser l'impact des feux sur la superficie initiale de chaque strate. La strate herbacée apparaît la plus touchée. En 2018, c'est un peu plus de 1% de sa superficie qui a été incendiée contre 3,52% en 2017. Sachant que la strate herbacée représente 15% de l'ensemble des strates de végétation, il semble cohérent qu'elle soit la plus impactée d'autant plus que son caractère continu et sa faible hauteur facilite la progression des incendies.

Enfin, la Figure 40 permet de visualiser les strates les plus impactées par commune selon le type de strate et la part de sa superficie impactée. Ainsi, on constate que la strate herbacée des communes de Ouégoa, Kaala-Gomen, Pouébo, Koné ou encore Hienghène a été largement plus impactée par les incendies par rapport à leurs strates arbustives et arborées respectives.

4.1.1.7. Types de substrats touchés par les incendies et impacts environnementaux engendrés.



La connaissance de la répartition des incendies sur les différents substrats que composent la Nouvelle-Calédonie est un paramètre important pour comprendre l'évolution des différents biotopes environnants. En effet, selon les caractéristiques géologiques du milieu, l'impact des feux pourra avoir des incidences variées aussi bien sur la reconstitution de la végétation post-incendie que sur l'aspect géomorphologique des sols. Il convient donc d'avoir un aperçu de la répartition des incendies sur les différents substrats majoritaires présents dans l'archipel afin de mieux cerner les enjeux et risques potentiels.

Les roches ultramafiques sont très présentes en Nouvelle-Calédonie, elles occupent près du tiers de l'archipel et leurs caractéristiques minéralogiques procurent aux sols des propriétés édaphiques particulières, cause d'une végétation spécifique⁴³. En effet, ces sols marqués par une faible fertilité et une concentration importante en manganèse, fer, chrome, nickel ou encore cobalt leur confèrent une flore quasiment entièrement endémique, à 96,7%⁴⁶. L'habilité de ces espèces à s'établir sur ce type de sol repose sur divers prérequis physiologiques tels que l'hyperaccumulation d'éléments métalliques, la sclérophylle ou encore les symbioses racinaires. Ainsi, l'adaptation aux sols ultramafiques constitue une barrière contre les plantes néophytes, protégeant la Nouvelle-Calédonie de l'introduction de certaines espèces allochtones incapables de s'adapter⁴⁴. Or, ces sols sont caractérisés par des phénomènes érosifs très importants de part des paramètres naturels (topographie, altération des substrats, régime des pluies, ...) mais aussi anthropiques tels que les feux de brousse. En effet, dès lors que la végétation est altérée, les sols développés sur ce type de roches sont très sensibles à l'érosion notamment à l'érosion par ruissellement⁴⁵.

Les terrains volcano-sédimentaires et autres types de substrats géologiques ne présentent quant à eux pas les mêmes caractéristiques et donc d'autres enjeux. En effet, leurs caractéristiques minéralogiques fondamentalement différentes des roches ultramafiques engendrent un taux d'endémisme beaucoup moins important⁴⁶. Les propriétés édaphiques de ces sols permettent une revégétalisation plus facile compte tenu notamment de concentrations faibles voire nulles en métaux. Ainsi, les impacts environnementaux engendrés

⁴³ P.QUANTI, E.BOURDON et T.BECQUER (1997), *Minéralogie et contraintes édaphiques des sols « ferritique » dérivés de roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie : relations entre constituants minéraux et disponibilité en certains éléments (Al, Fe, Si, Mg, Mn, Ni, Co, Cr, Cu, Zn et Mo) facilement solubles.*

⁴⁴ IRD, Unité de recherche UMR AMAP, Botanique et modélisation de l'architecture des plantes et des végétations (2019), *Les sols ultramafiques*, <https://nouvelle-caledonie.ird.fr/recherche-et-missions/unites-de-recherche-en-nc/umr-123-ecologie-et-diversite-des-plantes-et-des-communautes-vegetales-gestion-de-l-herbier-nou-amar/les-sols-ultramafiques>

⁴⁵ S. Luçon, F. Marion, J.F. Niel, B. Pelletier (1997), *Réhabilitation des sites miniers sur roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie*

⁴⁶ T. Jaffré, J.M. Veillon, J.C. Pintaud (1997), *Comparaison de la diversité floristique des forêts denses humides sur roches ultramafiques et sur substrats différents en Nouvelle-Calédonie*

à la suite d'un incendie sur sol volcano-sédimentaire peuvent présenter moins d'effets délétères.

A noter que la persistance de la signature spectrale des incendies va aussi être influencée par le type de sol. En effet, sur les sols ultramafiques la persistance du signal s'étend sur plusieurs mois due à la difficulté de reprise de la végétation. A contrario, les sols volcano-sédimentaires sont plus favorables à une repousse rapide de la végétation. De ce fait, la persistance du signal est beaucoup moins importante puisque la végétation réduira le temps de visibilité des traces d'incendies par les capteurs des satellites⁴⁷.



Partenaires

Les données concernant les différents substrats ont été fournis par le Gouvernement de Nouvelle-Calédonie. Un ingénieur géologue de la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC) a permis de classifier les différents substrats en trois types majoritaires à savoir de type volcano-sédimentaire, ultramafique et autres (calcaire, grès, flysch, micaschiste,...)



A Retenir

⁴⁷ Luis (A-S) (2018), *Protocole de contrôle des détections de surfaces brûlées potentielles issues d'une chaîne de traitements d'images satellitaires haute résolution sur la Nouvelle-Calédonie*, INP Toulouse-ENSAT

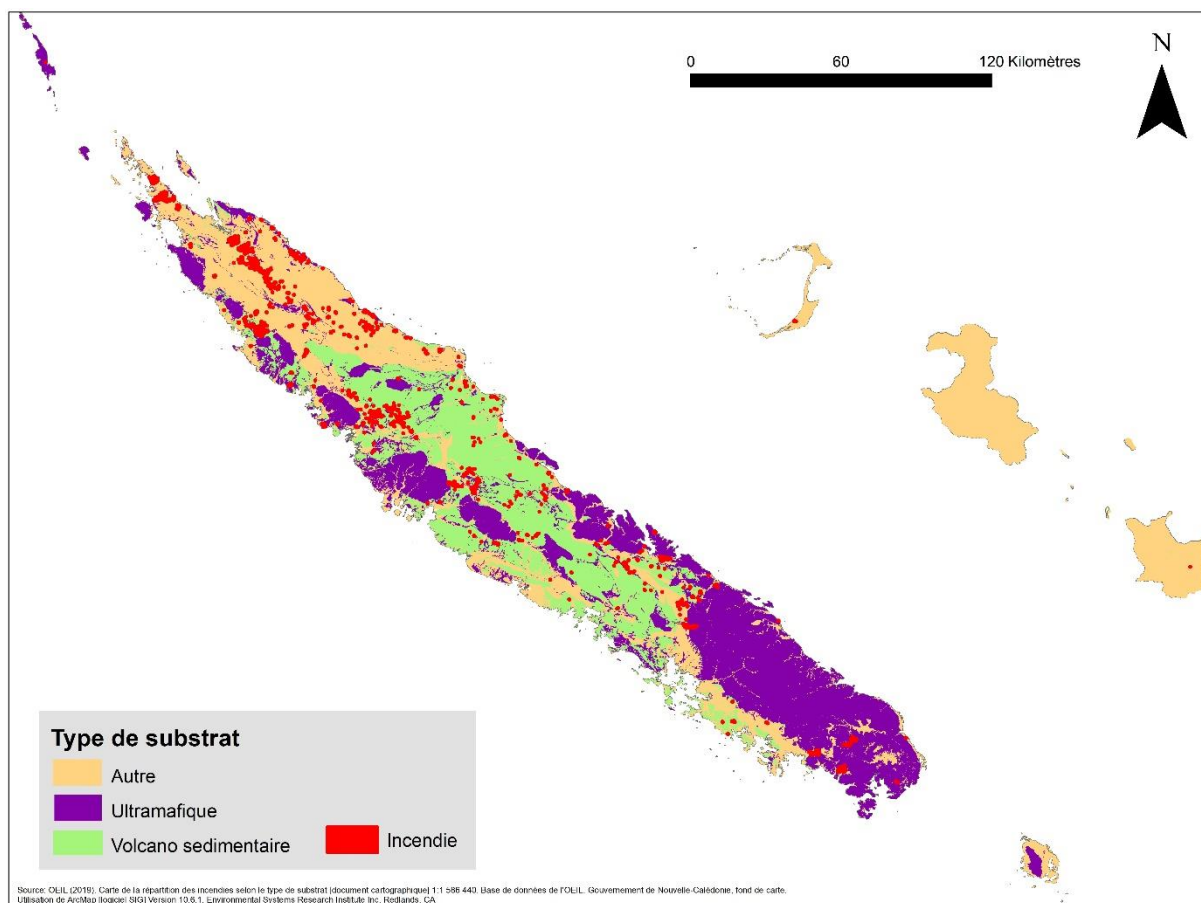


Figure 41: Carte de la répartition des incendies 2018 selon le type de substrat (Source : OEIL)

Tableau 40: Statistique des incendies sur les différents types de substrats (Source : OEIL)

Type de substrat	Surface totale (ha)	Nombre de feux par type de substrat	Surface incendiée (ha)
Volcano-sédimentaire	478739,9	242	1507,3
Ultramafique	616915,9	132	1747,5
Autres	738996,9	308	3507,4

Les incendies se répartissent majoritairement sur les substrats autres que volcano-sédimentaires ou ultramafique avec 3507,4 hectares incendiés dans cette catégorie. Toutefois, 1748 hectares ont été brûlés sur substrat ultramafique contre 1507 hectares sur substrat volcano-sédimentaire.

Lorsqu'on rapporte le nombre d'incendies à la surface incendiée, on observe que c'est le substrat ultramafique qui dispose du rapport le plus élevé. Ceci est notamment dû à l'impact des feux de grandes superficies sur substrats ultramafique. Ainsi, 67% de la surface incendiée sur substrat ultramafique est due à des feux dépassant 100 hectares. Concernant le substrat volcano-sédimentaire, seule 18% de la surface incendiée est due à des feux de grande superficie (>100ha). Ainsi, sur substrat ultramafique, les feux semblent se propager plus facilement puisqu'ils génèrent des surfaces incendiées plus importantes. À noter que l'impact engendré sur ce type de substrat peut être beaucoup plus délétère que sur substrats volcano-sédimentaire du fait de la proportion importante d'espèces florales endémiques voire micro-endémique.

4.1.1.8. Forêts sèches et assimilées



Informations

La forêt sèche est aussi appelée forêt sclérophylle en référence à certaines espèces portant des feuilles coriaces. Elle est représentée par une flore dense diversifiée avec plus de 400 espèces inventoriées dont 60% sont endémiques de la Nouvelle-Calédonie. Elle abrite également une faune importante. Cependant la forêt sèche a été très impactée par les activités humaines, si bien qu'aujourd'hui il ne reste plus que 2%, soit 175 km², de son aire initiale. La cartographie des forêts sèches utilisée dans le présent rapport comprend une zone tampon de 50 mètres, appelée zone de vigilance. Cette enveloppe représente la distance nécessaire au maintien de l'intégrité des noyaux de forêt sèche, ainsi que l'anticipation de leur évolution.

La forêt sèche se rencontre sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie, mais seulement sous forme de reliquats de quelques hectares, appelés patches de forêt sèche, ses derniers sont déconnectés les uns des autres. Ces fragments sont entourés de zones dont le potentiel de restauration ou de préservation a été calculé afin de mettre en exergue des zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches. Les zones utilisées dans cette étude sont appelées connectivités moyennes, elles entourent les forêts sèches d'une bande large de 100 mètres.

Il convient de préciser que la rareté de cet habitat implique que le moindre incendie pourrait avoir des conséquences irréversibles sur la préservation des fragments de forêts sèches, des espèces endémiques pouvant être emportées par les flammes. En effet, Gomez et al⁴⁸ soulignent que la forêt sèche représente l'écosystème sur lequel la perte en diversité serait la plus préoccupante en cas d'incendie.



Partenaires

La cartographie des zones de vigilance des forêts sèches et de leurs corridors a été élaborée par le Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie CEN⁴⁹ qui a fourni les données pour la présente étude.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

4.1.1.8.1. Zones de vigilance des forêts sèches



A Retenir

⁴⁸ C. Gomez, M. Mangeas, T. Curt, T. Ibanez, J. Munzinger, et al. *Wildfire risk for main vegetation units in a biodiversity hotspot: modeling approach in New Caledonia, South Pacific*. Ecology and Evolution, Wiley Open Access, 2015, 5 (2), pp.377-390.

⁴⁹ Pour plus d'information, se référer au [rapport de ROTA.T](#), Cartographie des connectivités des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie, 2016

Tableau 41: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2018

Province	Superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (%)	Equivalent en terrains de football
Province Nord	35,93	0,26	50
Province Sud	2,50	0,02	3,5

En 2018, environ 36 hectares des zones de vigilance des forêts sèches ont brûlé en province Nord, soit l'équivalent de 50 terrains de football, contre 3,5 terrains en province Sud.

En 2017, la province Nord voyait 41 hectares de l'ensemble de ses zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée contre 32 hectares en province Sud.

Ces chiffres peuvent sembler peu significatifs, cependant, la richesse faunistique et floristique qui compose ces habitats est extrêmement fragile et des incendies de cette ampleur pourraient avoir des conséquences irréversibles sur ces milieux.

Le Tableau 42 présente la superficie des zones de vigilance des forêts sèches qui a brûlé par commune en 2018.

Tableau 42 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones de vigilance des forêts sèches par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (%)
Kaala-Gomen	11,95	0,58
Koné	3,93	0,79
Koumac	0,63	0,01
Païta	2,50	0,07
Pouembout	0,25	0,01
Poum	19,17	1,23



A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie totale des zones de vigilance des forêts sèches est Poum avec 1,23 % de sa superficie incendiée. Cette commune a aussi vu le plus d'hectares des zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée, avec près de 19 hectares.

Tableau 43: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées par les incendies 2018 au niveau de leurs zones de vigilance des forêts sèches

	2017	2018
Commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie totale des zones de vigilance des forêts sèches	Dumbéa	Poum

Commune qui a vu le plus d'hectares des zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée	Poya	Poum
---	------	------

4.1.1.8.2. Connectivités moyenne distance



Tableau 44: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivité moyenne distance en 2018

Province	Superficie incendiée des zones connectivités moyennes (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de connectivités moyennes distances (%)	Equivalent en terrains de football
Province Nord	84,75	0,50	118,69
Province Sud	7,60	0,04	10,64

La province Nord a subi une perte d'environ 85 hectares de connectivités moyennes distance en 2018, soit l'équivalent de 118,7 terrains de football. En 2017, elle restait la plus touchée en matière de perte de connectivité moyenne avec 93 hectares incendiés.

La combustion de ces hectares pourrait avoir un impact important sur la conservation et le développement des patchs de forêts sèches. En effet, ces corridors représenteraient des zones favorables à la reconstitution des forêts sèches, leurs impacts pourraient ainsi avoir comme conséquence de réduire la probabilité d'extension des forêts sèches.

Le Tableau 45 présente la superficie des zones de connectivités moyennes distances qui ont brûlé par commune en 2018.

Tableau 45 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les connectivités moyennes distances par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018

Commune	Superficie incendiée des zones de connectivités moyennes (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de connectivités moyennes distances (%)
Kaala-Gomen	14,74	0,71
Koumac	0,62	0,01
Poum	59,36	2,34
Koné	6,64	0,67
Pouembout	0,48	0,02
Poya	2,91	0,06
Païta	7,60	0,18



A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses zones de corridors favorables à la conservation des forêts sèches est Poum avec 2.34 % incendiés. De plus, la commune de Poum et celle de Kaala-Gomen ont vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de connectivités moyennes distances, avec 59 hectares et 14,74 hectares respectivement. Ces ruptures de connectivités pourraient avoir des conséquences très néfastes sur le maintien des forêts sèches sur les territoires touchés.

Tableau 46: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches.

	2017	2018
Commune(s) avec le plus de pertes au niveau de ses zones de corridors	Dumbéa	Poum
Commune(s) avec le plus de superficies incendiées de connectivités moyennes	Poum et Poya	Poum et Kaala-Gomen

La Figure 42 permet de visualiser l'impact des incendies sur les connectivités moyennes distances. Une emphase a été faite sur les connectivités les plus touchées, à savoir celles de Poum et Kaala-Gomen.

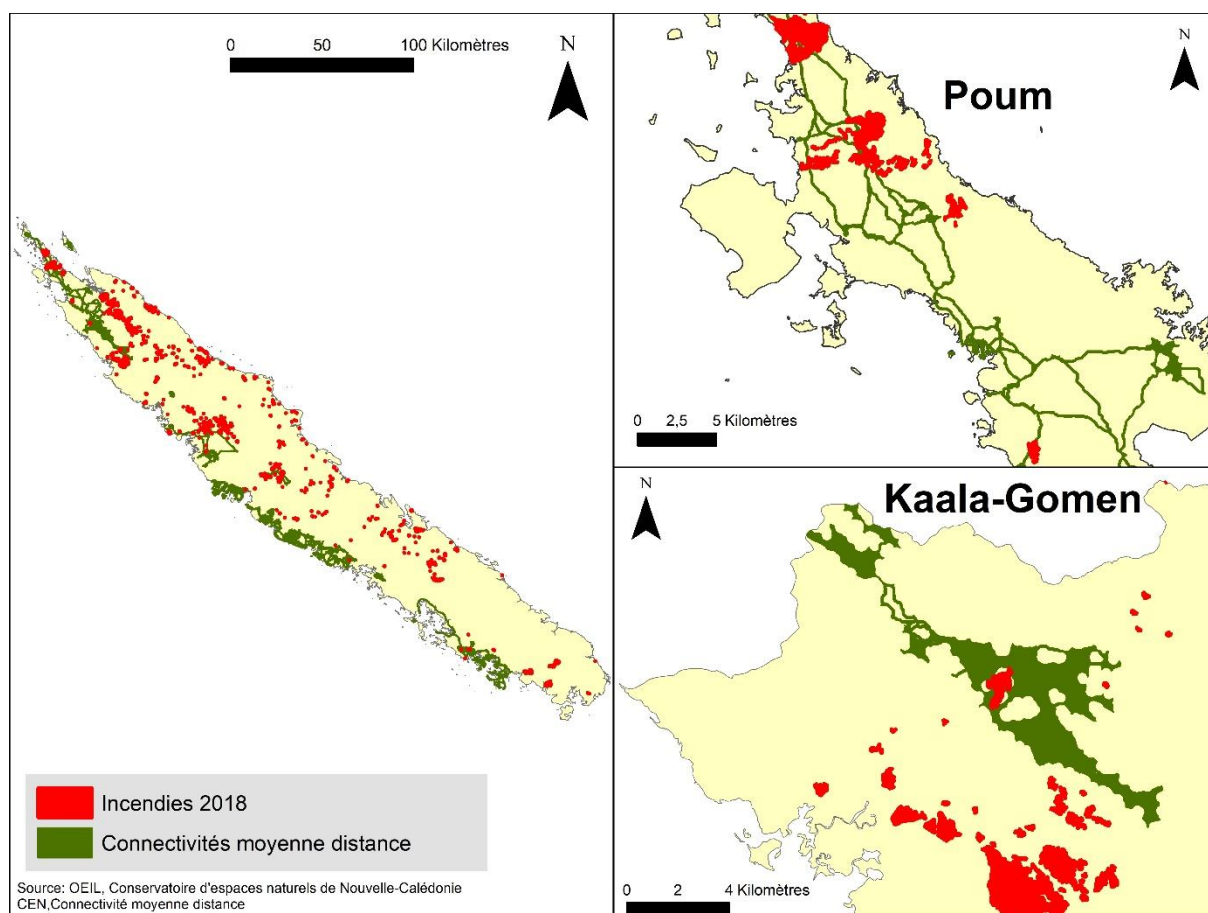


Figure 42: Carte de l'impact incendies 2018 sur les connectivités moyenne distance des forêts sèches avec emphase sur les communes où les connectivités moyennes ont été le plus touchées. (Source : OEIL)

4.1.1.9. Zones d'intérêts biologiques et écologiques situées en province Sud

Informations

La cartographie des zones d'intérêts biologiques et écologiques identifie les secteurs présentant un intérêt pour la conservation des milieux naturels selon un indice de conservation allant de 0 à 3. Cet indicateur composite a été associé à chaque formation terrestre afin de délimiter des zones d'actions prioritaires pour la sauvegarde du patrimoine naturel situé en province Sud. La détermination de cet indice a été construit en fonction d'indicateurs botaniques, et faunistiques comme la présence d'herpétofaune (amphibiens et reptiles) mais également d'avifaune (oiseaux) pour chaque type de végétation terrestre⁵⁰. Les deux indices croisés avec les surfaces brûlées détectées par Sentinel 2 sont :

- Les **milieux naturels essentiels à la préservation de la biodiversité**, composés d'espèces et de milieux considérés comme rares ou originaux, leur indice de priorité de conservation est de niveau 3
- Les **milieux d'intérêts important pour la conservation de la biodiversité** qui sont composés d'espèces endémiques avec un potentiel d'évolution positif du milieu, leur indice de priorité de conservation est de niveau 2

⁵⁰ Se référer au [bulletin de la géomatique en Nouvelle-Calédonie n°24](#) du premier trimestre 2011 produit par le gouvernement, page 3

Il est à noter que les cartes de définition des milieux naturels et de priorisation de conservation de la biodiversité sont établies à différentes échelles de temps et en recourant à des sources multiples. Ainsi, les éléments issus de ces cartes sont à prendre en considération à titre indicatif, en tant qu'élément d'alerte et de vigilance sur les impacts des incendies sur les périmètres concernés. La connaissance de la nature, de la qualité et de la sensibilité des milieux naturels susceptibles d'être affectés par les incendies nécessite une visite de terrain afin de pouvoir confirmer et/ou infirmer les données issues de ces cartes⁵¹.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

La province Sud est le propriétaire de ce jeu de données.

4.1.1.9.1. Milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

Le Tableau 47 présente la superficie des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2018.

Tableau 47 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux essentiels à la préservation de la biodiversité par commune en province Sud pour l'année 2018

Commune	Superficie incendiée du milieu essentiel à la préservation de la biodiversité (ha)	Part de la superficie incendiée du milieu essentiel à la préservation de la biodiversité (%)
Bourail	0,1	0,0009
La Foa	0,2	0,0023
Mont-Dore	100,5	0,4601
Païta	0,001	0,000005
Thio	12,5	0,0227
Yaté	0,1	0,0001

A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses milieux essentiels à la préservation de la biodiversité est Mont-Dore avec 0,46 % d'hectare incendié. Cette commune représente également la localité qui a vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de milieux essentiels à la préservation de la biodiversité en province Sud, avec 100,5 hectares incendiés

⁵¹ Villemain Jérôme, Direction de l'environnement – Province Sud, communication personnelle

Tableau 48: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

	2017	2018
Commune avec le plus de pertes de ses milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	Païta	Mont-Dore
Commune avec le plus grand nombre d'hectares de milieux essentiels à la préservation incendiés	Païta	Mont-Dore

4.1.1.9.2. Milieux d'intérêts importants pour la conservation

Le Tableau 49 présente la superficie des milieux d'intérêts importants pour la conservation qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2018.

Tableau 49 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts importants pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2018

Commune	Superficie incendiée du milieu d'intérêt important pour la conservation (ha)	Part de la superficie incendiée du milieu d'intérêt important pour la conservation (%)
Bourail	1,624	0,01888
Dumbéa	0,001	0,00004
Moindou	1,166	0,04101
Mont-Dore	152,888	1,37945
Païta	0,003	0,00002
Thio	46,672	0,23022



A Retenir

La commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses milieux d'intérêts important pour la conservation de la biodiversité est Mont-Dore avec 1,38 % d'hectares incendiés. Cette commune représente également la localité qui a vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de milieux d'intérêts importants pour la conservation en province Sud, avec 153 hectares incendiés.

Tableau 50: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées par les incendies au niveau de leurs milieux d'intérêts importants pour la conservation.

	2017	2018
Commune avec le plus de pertes de ses milieux d'intérêts importants pour la conservation	Thio	Mont-Dore

Commune avec le plus grand nombre d'hectares de milieux d'intérêts importants pour la conservation incendié	Thio	Mont-Dore
--	------	-----------

4.1.2. Impact sur les périmètres protégés réglementairement ou labellisés

Cette partie a pour but de mettre en exergue l'impact des incendies de l'année 2018 sur les zones disposant d'une protection réglementaire ou bénéficiant d'un label international présentes en Nouvelle-Calédonie.

4.1.2.1 Zones tampons terrestres UNESCO



Informations

Les zones tampons terrestres permettent de maintenir le bon état de conservation des zones inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO. Elles regroupent des écosystèmes riches qui possèdent un intérêt écologique et biologique, comme par exemple les forêts sèches situées sur le domaine de Gouaro-Deva. Les zones classées, quant à elle, ont obtenu ce statut par leur caractère naturel remarquable. Pour être labellisé, le patrimoine naturel doit contenir des formations physiques, biologiques et géologiques remarquables, ou encore des zones d'une valeur exceptionnelle du point de vue de la science, de la conservation ou de la beauté naturelle et des habitats d'espèces animales et végétales menacées ayant une valeur universelle exceptionnelle du point de vue de la science ou de la conservation.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact incendie sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)



Partenaires

Les données intersectées avec les surfaces brûlées détectées par Sentinel 2 ont été fournies par l'Initiative FRançaise pour les RÉcifs CORalliens (IFRECOR).

Le Tableau 51 présente l'impact des incendies pour chaque zone tampon terrestre de l'UNESCO en 2018.

Tableau 51 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampons terrestres de l'UNESCO pour l'année 2018

Nom de la zone tampon terrestre touchée	Nombre d'incendies par zone tampon terrestre UNESCO	Superficie incendiée par zone tampon terrestre UNESCO (ha)	Part de la superficie de la zone tampon terrestre UNESCO incendiée (%)
---	---	--	--

Zone Côtière Nord-Est	165	3124,70	1,03
Zone Côtière Ouest	20	94,13	0,05
Atoll D'Ouvéa et Beautemps-Beaupré	1	16,40	0,12
Grand Lagon Nord	1	2,08	0,03

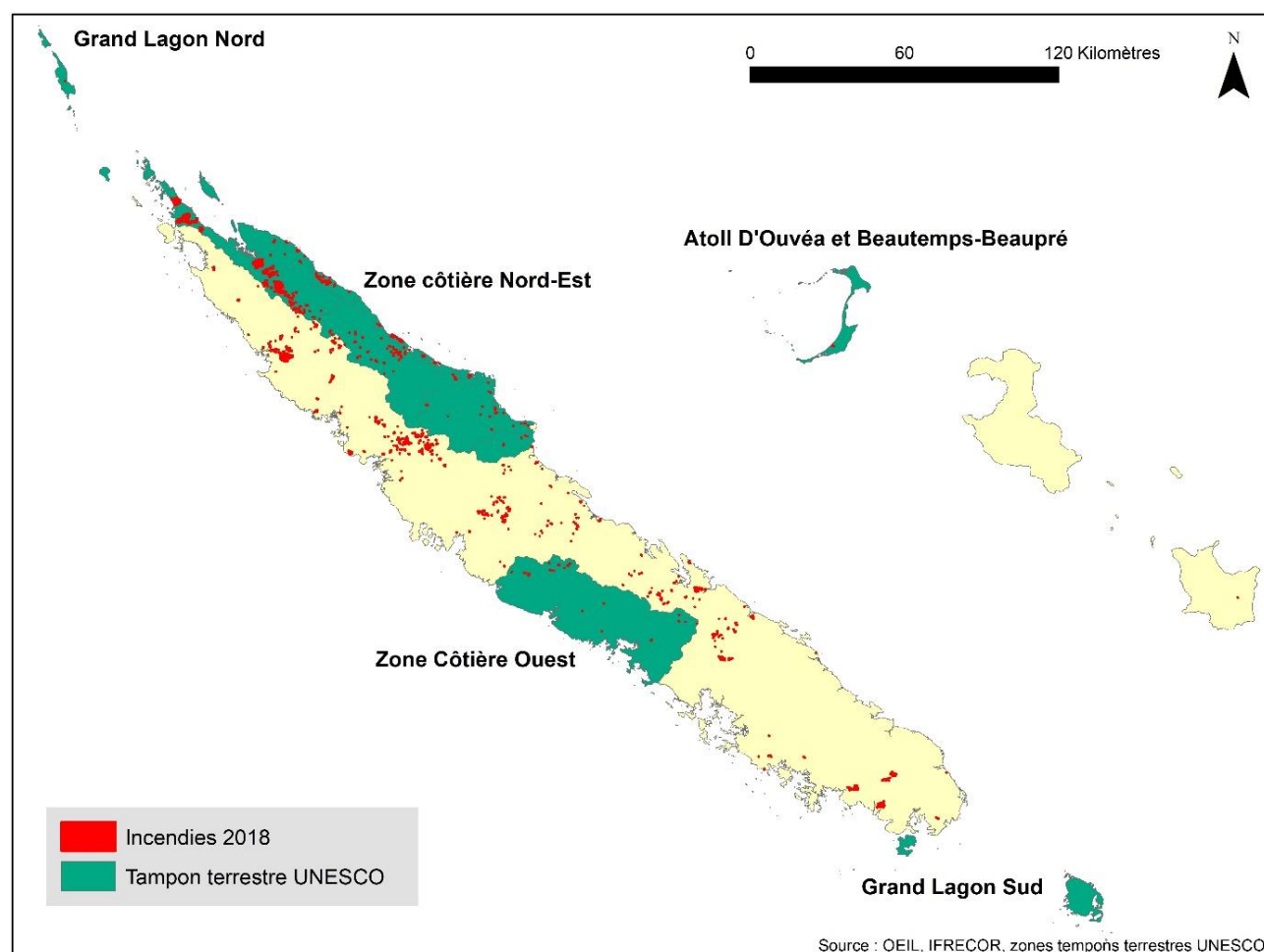


Figure 43: Carte des zones tampons UNESCO impactées par les incendies 2018 (Source : OEIL)

A Retenir

La zone tampon terrestre labellisée UNESCO qui a subi le plus de dégâts est la zone côtière Nord-Est, avec 1,03 % de sa superficie partie en fumée. En effet, il n'est pas sans rappeler que le Nord de la Nouvelle-Calédonie a été plus fortement impacté par les incendies, les 3124,70 hectares brûlés de la zone côtière Nord-Est en sont la représentation.

En 2017, la zone côtière Nord-Est était aussi la plus touchée par les incendies. Cette année-là, 2,83 % de sa superficie avait été impactée avec la perte de 8615 hectares.

4.1.2.2. Aires protégées provinciales terrestres



Informations

Les aires protégées provinciales terrestres correspondent aux zones terrestres de protection de l'environnement gérées par les provinces. Elles ont été initiées dans le but de préserver la biodiversité et les écosystèmes des provinces ainsi que les valeurs culturelles associées notamment en réglementant les activités et les accès à ces zones. Elles peuvent être de différentes natures ; réserve naturelle intégrale, réserve naturelle, réserve de nature sauvage, aire de gestion durable des ressources, aire de protection et de valorisation du patrimoine naturel et culturel ou encore de type parc provincial.

Les données relatives à cet enjeu environnemental sont légèrement différentes de celles utilisées pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017. En effet, en avril 2019 le parc de la Côte Oubliée a été officiellement considéré comme aire protégée provinciale. De ce fait les données ont été réactualisées afin d'intégrer cette information.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact incendie sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)



Partenaires

Ces données ont été produites par le Gouvernement, la province Sud et l'UNEP-WCMC grâce aux informations transmises par les provinces.

Le Tableau 52 présente l'impact des incendies pour chaque aire protégée provinciale touchée en 2018.

Tableau 52 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2018

Périmètre administratif	Nom de l'aire protégée provinciale touchée	Nombre de feux par aire protégée provinciale touchée	Superficie incendiée de l'aire protégée provinciale touchée (ha)	Part de la superficie incendiée de l'aire protégée provinciale (%)	Superficie incendiée sur la superficie totale des aires protégées (%)
Province Nord	Aoupinié	1	5	0,10	0,42
	Hyabé Lé Jao	11	55	1,79	
Province Sud	Forêt cachée	1	42	6,68	0,026
	Forêt Nord	1	3	0,68	



A Retenir

En province Sud, deux aires protégées ont été touchées par les incendies 2018. L'aire protégée de la Forêt cachée a été la plus affectée avec 42 hectares incendiés soit près de 7%

de sa superficie totale. L'aire protégée de la forêt sèche est la deuxième aire protégée touchée par les incendies avec 3 hectares de sa surface brûlée soit 0,68 % de sa superficie totale.

Deux aires protégées provinciales ont été affectées en province Nord. C'est la partie terrestre de l'aire de gestion durable des ressources de Hyabé-Lé Jao située à Pouébo qui a subi le plus de dégâts, avec 1,79% de sa superficie partie en fumée. L'autre aire protégée touchée en province Nord est une réserve de nature sauvage, elle a vu brûler environ 5 hectares de végétation, ce qui représente une part minimale de sa superficie totale.

Tableau 53: Tableau comparatif 2017/2018 des aires protégées ayant été le plus touchées par les incendies

	2017	2018
Aire protégée la plus touchée en Province Nord	Hyabé Lé Jao	Hyabé Lé Jao
Aire protégée la plus touchée en Province Sud	Rivière Bleue	Forêt cachée

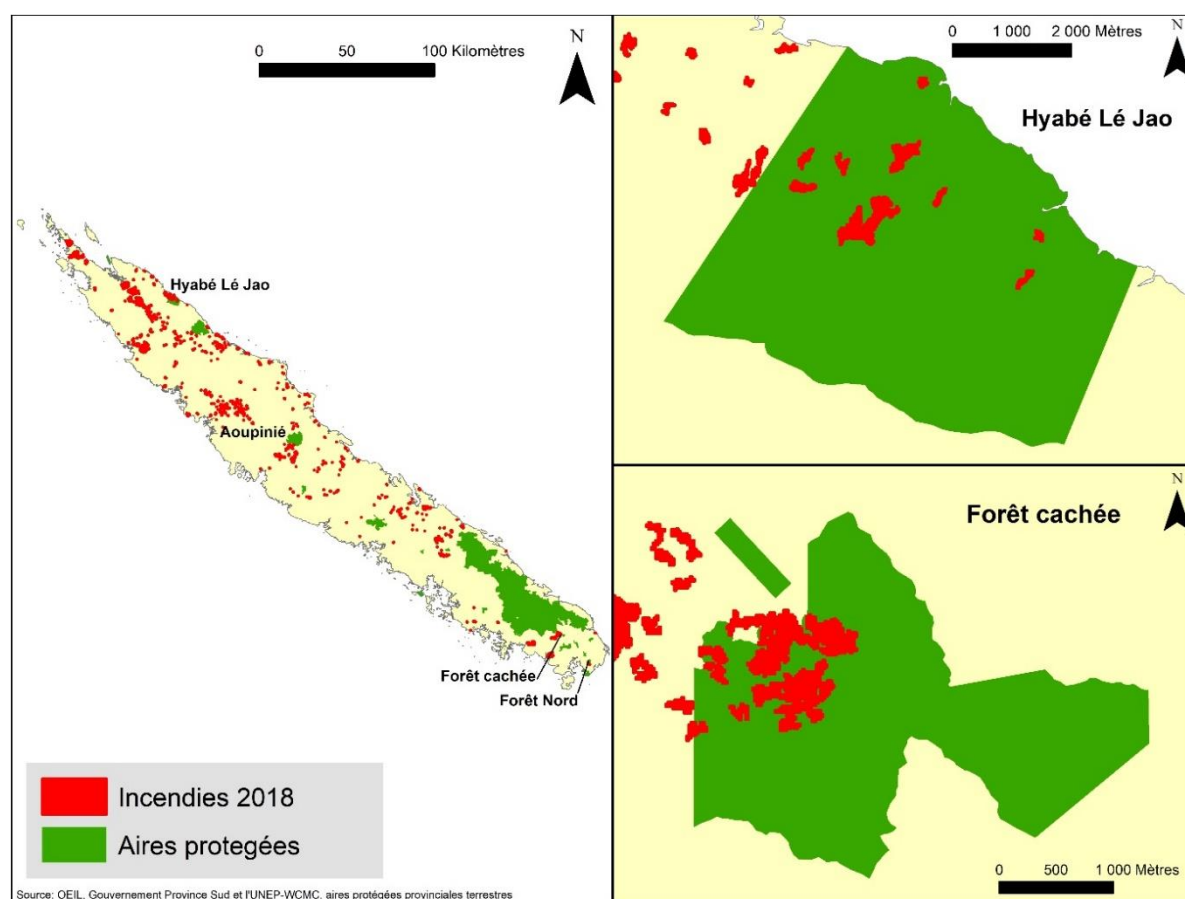


Figure 44: Carte des impacts incendies 2018 sur les aires protégées avec emphase sur les aires protégées les plus touchées. (Source : OEIL)

4.1.2.3. Périmètre des zones humides Ramsar

Informations

Les périmètres des zones humides Ramsar font référence à une inscription des zones humides considérées comme ayant une importance internationale, à un traité

intergouvernemental servant de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources⁵². En Nouvelle-Calédonie, cette convention a été signée pour le périmètre de la zone des Lacs du Grand Sud.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact incendie sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

La donnée concernant la localisation de la zone Ramsar a été produite par la province Sud.

A Retenir

La zone humide Ramsar des Lacs du Grand Sud n'a subi aucun incendie supérieur à 1 ha en 2018 contrairement à 2017. En effet, cette année-là trois feux avaient touchés la zone Ramsar dégradant 31 hectares de sa superficie.

4.1.3. Impact sur la ressource en eau

Cette partie s'attache à mettre en avant l'impact des incendies sur les ressources en eaux présentes sur le territoire. La définition de ces impacts n'est encore que marginale, des études sont actuellement en cours de réalisation, avec pour but de mettre en exergue les effets secondaires du passage des incendies.

De nombreuses études ont montré que les incendies pouvaient avoir des incidences sur la qualité de la ressource en eau, ainsi que sur la morphologie du cours d'eau.

Lors de la combustion des végétaux, la biomasse brûlée libère des nutriments qui se déposent sur le sol. Les cendres sont composées de nutriments comme le calcium, le phosphore, le magnésium ou encore le potassium sous forme minérale en quantité supérieure à celles présentes dans l'humus (K.Jacquet et M.Cheyran, 2008). Lors d'un épisode pluvieux, si les nutriments ne sont pas drainés dans les couches plus profondes du sol, ils seront lessivés par les pluies et charriés vers le lit des rivières.

De plus, le transport des sédiments par le ruissellement en lien avec l'érosion des sols implique une augmentation de la sédimentation des cours d'eau. Une forte concentration de sédiments en suspension peut altérer la qualité de l'eau en favorisant notamment la croissance de bactéries, elle peut également se répercuter sur les poissons, en modifiant la répartition des espèces et en les contaminant. D'après un rapport de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail⁵³, la qualité de l'eau potable peut également être altérée si un surplus de sédiments et de nutriments est charrié par l'érosion jusqu'aux points d'approvisionnement en eau potable. Ce phénomène a été

⁵² Pour plus d'informations sur la convention et ses missions, cliquez sur le lien suivant [RAMSAR](#)

⁵³ Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre, Avis de l'ANSES Rapport d'expertise collective, Edition scientifique, 2012, 208p.

observé à l'île des Pins depuis 2016, où une concentration anormalement élevée de nickel a été retrouvée sur deux captages d'eau potable. Les incendies survenus à proximité ont été identifiés par le Gouvernement comme une cause probable de la détérioration de la qualité de l'eau.

D'autres études s'intéressent aux impacts indirects des incendies sur le lessivage des sols et sur les problématiques d'augmentation du ruissellement.

Lors de son passage, l'incendie consomme la végétation et détruit le rôle protecteur qu'elle jouait pour les sols. Plus l'incendie reste longtemps au même endroit et plus il attaque en profondeur les couches du sol. Ainsi, les sols dénudés de végétation sont plus susceptibles d'être touchés par le lessivage lors d'épisodes pluvieux intenses. Selon K.Jacquet et M. Cheylan⁵⁴, l'érosion qui découle des incendies peut également être expliquée par la formation d'une couche hydrophobe dans les sols, lors du passage d'un incendie. Cette couche aurait pour effet d'augmenter l'imperméabilité des sols. Cette imperméabilité, créée par la combustion des sols, ne se situe pas en surface, mais dans des couches plus profondes du sol. En effet, lors de la combustion de l'humus, la décomposition de la matière organique fraîche libèrerait des composants hydrophobes fluides qui seraient drainés en profondeur jusqu'à atteindre une température plus fraîche. En se mélangeant avec d'autres particules minérales présentes dans le sol, ils combleraient les espaces et formeraient ainsi une couche totalement imperméable.

Ainsi lors de forts épisodes pluvieux, l'infiltration de l'eau dans le sol serait stoppée par la strate hydrophobe, la saturation en eau provoquerait alors un ruissellement des parties supérieures à cette dernière. Ce phénomène pourrait expliquer la formation de ravines et de rigoles lors d'épisodes pluvieux intenses dans des secteurs incendiés dépourvus de végétation. L'importante augmentation du ruissellement participerait à accroître le risque d'inondation à l'aval des bassins versants touchés par les incendies. Les tests de Stoof et al ⁵⁵ ont montré que les débits, et notamment les débits moyens quotidiens, avaient augmenté dans les bassins versants impactés par les incendies. De même, le coefficient de ruissellement serait également plus élevé. Les auteurs soulignent dans leur conclusion que c'est sûrement l'absence de végétation qui serait pour majorité responsable des changements subis par les bassins versants après des incendies.

Enfin, à l'échelle du bassin versant, un excès de sédiments peut avoir des conséquences sur toute l'unité hydrographique. Si le débit du cours d'eau est perturbé par une accumulation de sédiments en aval, l'amont va adapter la morphologie de son lit afin de retrouver un équilibre. De fait, les incendies peuvent provoquer des modifications de la morphologie des cours d'eau.

4.1.3.1. Les bassins versants producteurs d'eau potable

⁵⁴ M.Cheylan, K.Jacquet. *Synthèse des connaissances sur l'impact du feu en région méditerranéenne*, Direction régionale de l'environnement Provence Alpes Côte d'Azur, 2008, 79p.

⁵⁵ C. R. Stoof, R. W. Vervoort, J. Iwema, E. van den Elsen, A. J. D. Ferreira, and C. J. Ritsema. *Hydrological response of a small catchment burned by experimental fire*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 267–285, 2012, 19p.

Informations

Les bassins versants représentent des unités drainées par un cours d'eau principal et ses affluents. Ils alimentent des captages d'eaux de surface ou d'eaux souterraines destinés à l'alimentation en eau potable des populations.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

La donnée qui a été croisée avec les surfaces brûlées de Sentinel 2 concerne uniquement les captages d'eaux superficiels et non les captages souterrains. Elle a été produite par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

A Retenir

Tableau 54: Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable

Province	Nombre de feux impactant les bassins versants producteurs d'eau potable	Surface globale des bassins versants incendiée (ha)	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	57	183	256
Province Sud	1	14	20

En 2018, 57 incendies ont impacté les bassins versants producteurs d'eau potable en province Nord, ce qui représente une superficie incendiée de 183 hectares.

Globalement 9% des bassins versants ont été impactés par les feux et 11% de l'ensemble des incendies déclenchés en 2018 ont touché les bassins versants producteurs d'eau potable.

Le Tableau 55 présente l'impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable.

Tableau 55 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2018

Commune	Nombre de bassins versants touchés	Nom du bassin versant touché	Nombre de feux	Surface du bassin versant incendiée (ha)	Part de la superficie incendiée du bassin versant (%)	Surface de bassins versants incendiée sur la surface totale des bassins versants (%)
Canala	4	Source_Noh	1	12,54	3,27	0,4
		Nanon	1	0,21	1,03	
		Mehoue	1	2,37	0,30	
		Boakaine	1	0,00	0,03	
Poum	1	Narai_C1	1	9,65	12,14	3,8
Mont-Dore	1	Bois_du_Sud	1	14,34	10,03	0,33
Poindimié	4	Nevahot	1	1,98	5,45	0,12
		Tibarama_C1	1	3,44	4,10	
		Bopope_TD1	1	9,53	0,10	
		Tipouendiep_C1	1	0,04	0,03	
Pouébo	4	Tchambouenne_C1	2	14,25	4,71	0,71
		Pwi_Renec_C1	2	7,21	1,19	
		Kounde_C1	2	1,53	0,50	
		Yambe_C1	1	0,07	0,02	
Poya	2	Mont_Faoue_TD1	9	33,13	2,62	0,75
		Porenu_TD1	17	66,87	0,83	
Ouégoa	2	Parari	1	2,12	0,62	0,0318
		Wahonne	1	2,68	0,04	
Pouembout	1	Poalou	1	0,52	0,57	0,15
Houailou	1	MoissonC1	2	1,05	0,51	0,0186
Hienghène	3	Tanghene_C2	1	0,76	0,30	0,042
		Ciit_C1	1	0,79	0,15	
		Wanaan_C1	1	0,09	0,13	
Koné	2	NetchaotC1	1	1,60	0,30	0,040
		Poalou	1	0,02	0,02	
Kaala-Gomen	1	Oueholle_C2_protestant	1	0,20	0,08	0,012
Ponérihouen	1	Goa_TD1	4	10,13	0,04	0,036



A Retenir

Le bassin versant producteur d'eau potable qui a été le plus touché est « Narai_C1 » situé à Poum avec 12,14% de sa superficie incendiée. Le deuxième bassin versant le plus touché est « Bois_du_Sud » situé au Mont_Dore, avec 10% de sa superficie brûlée.

Le bassin versant qui a hébergé le plus d'incendies est celui de « Poneru TD1 » situé en province Nord dans la commune de Poya. La superficie de ce dernier étant de 8 057 hectares, il abrite un risque d'incendie plus élevé. Ce bassin versant dispose aussi de la plus grande superficie brûlée par les incendies avec près de 67 hectares partis en fumée.

Tableau 56: Tableau comparatif 2017/2018 des communes ayant été le plus touchées au niveau de leurs bassins versants producteurs d'eau potable

	2017	2018
Commune avec le bassin versant producteur d'eau potable le plus touché	Thio	Poum
Commune avec le bassin versant ayant hébergé le plus d'incendies	Poya	Poya
Commune avec le bassin versant disposant de la plus grande superficie brûlée	Ouégoa	Poya

La Figure 45 permet de visualiser l'impact des incendies sur la ressource en eau et notamment sur les bassins versants producteurs d'eau potable. Une emphase a été faite sur les bassins versants les plus touchés afin d'avoir un meilleur aperçu de la surface touchée.

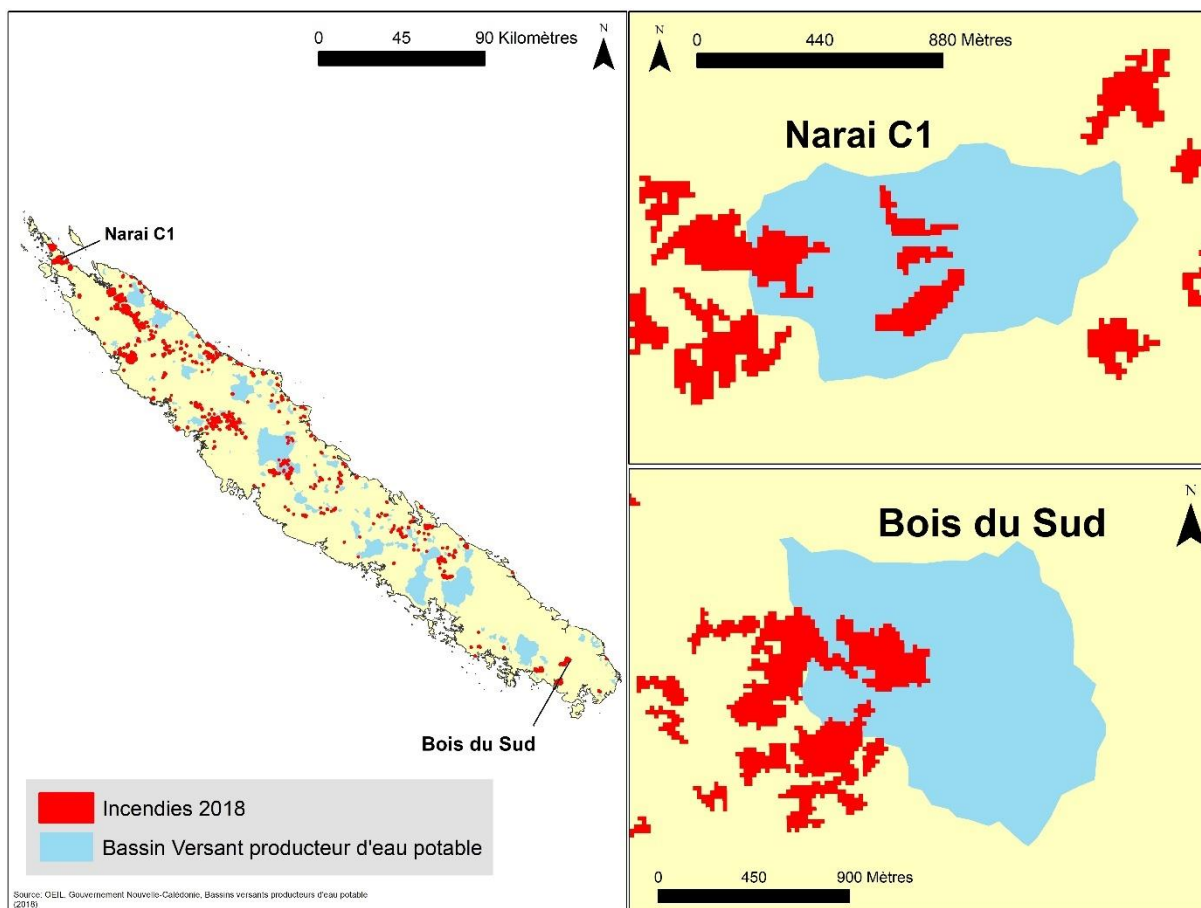


Figure 45: Impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable avec emphase sur les bassins versants « Narai C1 » et « Noh »

4.1.2.3. Les périmètres de protections des eaux

Informations

Les périmètres de protections des eaux sont des zones réglementaires situées autour des sites de captage d'eau destinée à la consommation humaine, ayant pour but de protéger cette ressource des pollutions. Il existe trois périmètres de protections définis par des études :

- Le **Périmètre de Protection Immédiate (PPI)** : situé à proximité directe du captage et interdit au public. Il a pour but d'éviter les pollutions à proximité immédiate du captage
- Le **Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)** : secteur plus élargi, où les activités pouvant induire une pollution sont soumises à prescription particulière
- Le **Périmètre de Protection Éloignée (PPE)** : zone qui s'étend plus largement, elle peut correspondre à l'ensemble du bassin versant producteur d'eau potable, les activités peuvent y être réglementées.

Il est à noter que plus de 40% des captages d'eau ne disposent pas de périmètres de protection. En conséquence, les résultats relatifs à l'impact sur la ressource en eau sont potentiellement plus importants qu'indiqué.

Les données concernant les périmètres de protection des eaux sont sensiblement différentes par rapport à celles utilisées pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017. De nouveaux périmètres de protection ayant fait l'objet d'un arrêté de délimitation, la base de données relative à cette information a subi une mise à jour. Ainsi, en 2017, la base de données contenait 578 polygones représentant les différents périmètres de protection des eaux pour un total de 393251,4 hectares. Courant 2019, cette base de données comprenait 616 polygones pour un total de 399214,8 hectares.

Il est possible d'avoir un visuel de l'impact des incendies détectés par le capteur VIIRS sur cet enjeu environnemental à partir du site vulcain en cliquant [ici](#)

Partenaires

Les données relatives à ces trois périmètres ont été fournies par le Gouvernement.

A Retenir

La Figure 46 permet de visualiser l'impact des incendies 2018 sur l'ensemble des périmètres de protection des eaux

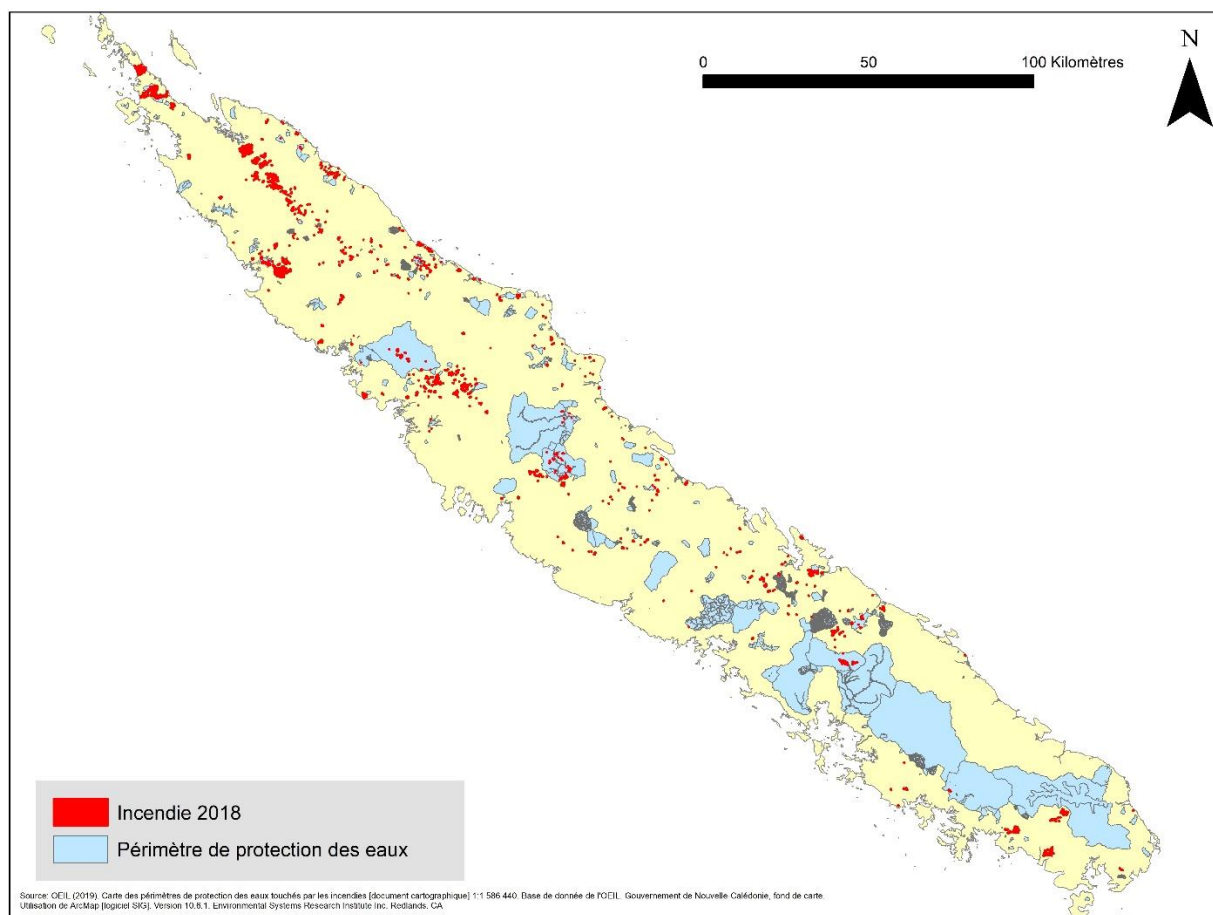


Figure 46: Impact des incendies 2018 sur les périmètres de protection des eaux (Source : OEIL)

Tableau 57: Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux

Province	Type de périmètre	Surface incendiée (ha)	Nombre de feux	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	PPE	551,7	71	773
	PPR	5,45	8	8
	PPI	0	0	0
Province Sud	PPE	231,45	13	324
	PPR	0	0	0
	PPI	0	0	0

En 2018, 71 incendies ont touché les périmètres de protection éloignée des eaux situés en province Nord, avec 551,7 hectares brûlés, contre 231,45 hectares incendiés en province Sud, pour 13 incendies.

Globalement, 17% de l'ensemble des incendies ont touché les périmètres de protection des eaux et 5% de la totalité des PPE ont été impactés par des incendies.

Le Tableau 58 présente l'impact des incendies sur les périmètres de protection des eaux par communes en 2018.

Tableau 58 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2018

Commune	Type de périmètre de protection des eaux touché	Nombre de feux	Surface de Périmètres de Protection des Eaux touchée par commune (ha)	Part de la superficie incendiée de Périmètre de Protection des Eaux pour l'ensemble de la commune (%)	Nombre de périmètres de protection des eaux incendié	Nombre de périmètres de protection des eaux incendié sur le nombre total de périmètres de protection des eaux (%)
Canala	PPE	3	15,82	0,29	4	19
Canala	PPR	1	0,05	0,01	2	22,2
Dumbéa	PPE	1	16,38	0,08	1	14,3
Hienghène	PPE	6	6,86	0,21	2	10,5
Houailou	PPE	2	2,09	0,05	1	3,4
Kaala-Gomen	PPE	7	18,06	0,85	1	5,26
Kaala-Gomen	PPR	1	0,20	0,06	1	12,5
Koné	PPE	4	4,60	0,11	3	25
Moindou	PPE	1	2,52	0,03	1	14,3
Ouégoa	PPE	1	2,12	0,28	1	12,5
Poindimié	PPE	1	0,00	0,00	1	8,3
Ponérihouen	PPE	4	10,13	0,03	1	6,7
Pouébo	PPE	5	21,54	1,08	3	37,5
Pouembout	PPE	1	0,004	0,00	1	14,3
Poum	PPE	2	257,89	11,12	2	22,2
Poya	PPE	24	95,40	0,41	2	18,2
Poya	PPR	6	5,20	0,58	2	40
Thio	PPE	11	212,56	1,00	2	8,7
Touho	PPE	1	0,09	0,00	1	10
Voh	PPE	11	117,07	0,30	3	25



A Retenir

En 2018, Poum a eu près de 11 % de ses PPE incendiés, soit l'équivalent de 257,89 hectares. Les périmètres de protections rapprochées ayant été le plus impactés par les incendies sont ceux situés à Poya. En effet, 0,58% de l'ensemble des PPR de cette commune a été incendié contre 0,06% pour Kaala-Gomen et 0,01 % pour Canala.

A noter que ni la province Nord ni la province Sud a eu des PPI touchés par les incendies au cours de l'année 2018.

Tableau 59: Tableau comparatif 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées au niveau de leurs périmètres de protection des eaux

	2017	2018
Commune avec le plus de part de PPE incendié	Hienghène	Poum
Commune avec le plus de part de PPR incendié	Kaala-Gomen	Poya
Commune avec le plus de part de PPI incendié	Houailou	-

La Figure 47 permet de visualiser le nombre de périmètre des eaux touché selon le type de périmètre et la commune souhaitée. Ainsi, à Poya, 40 périmètres de protection rapprochée et 18 périmètres de protection éloignée ont été touchés. A Pouébo, on comptabilise 38 périmètres de protection éloignée impactés et aucun périmètre de protection rapprochée ou immédiate affecté.

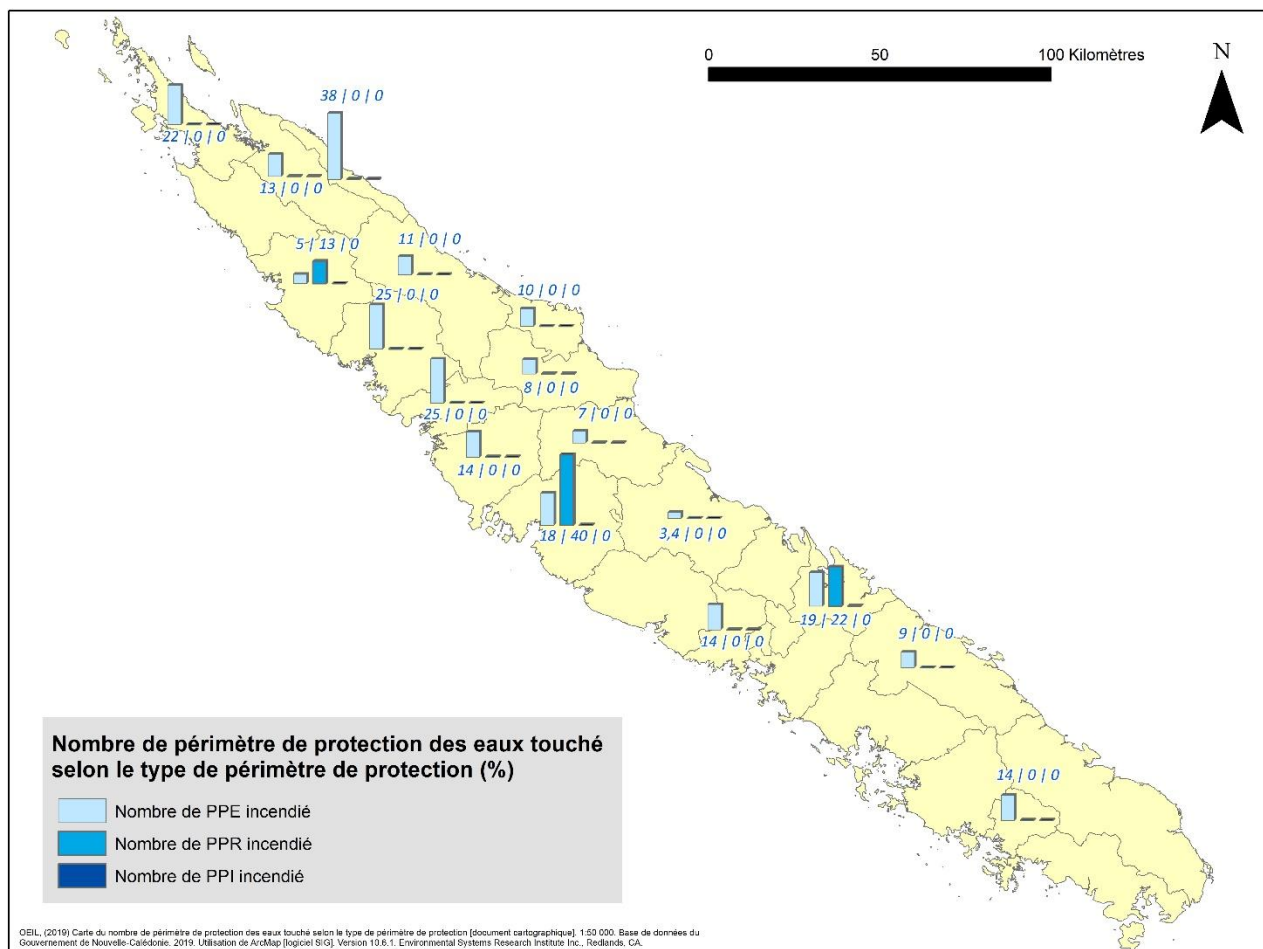


Figure 47: Carte du nombre de périmètre de protection des eaux touché selon le type de périmètre de protection (%) (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)

La Figure 48 permet d’apprécier les communes dont la surface des périmètres de protection des eaux a été la plus touchée. Ainsi, à Poum ou encore à Thio, une large surface des périmètres de protection a été incendiée. En effet, à Poum ce sont 258 hectares qui ont été impactés et à Thio, 213 hectares de périmètres de protection ont été affectés par les flammes.

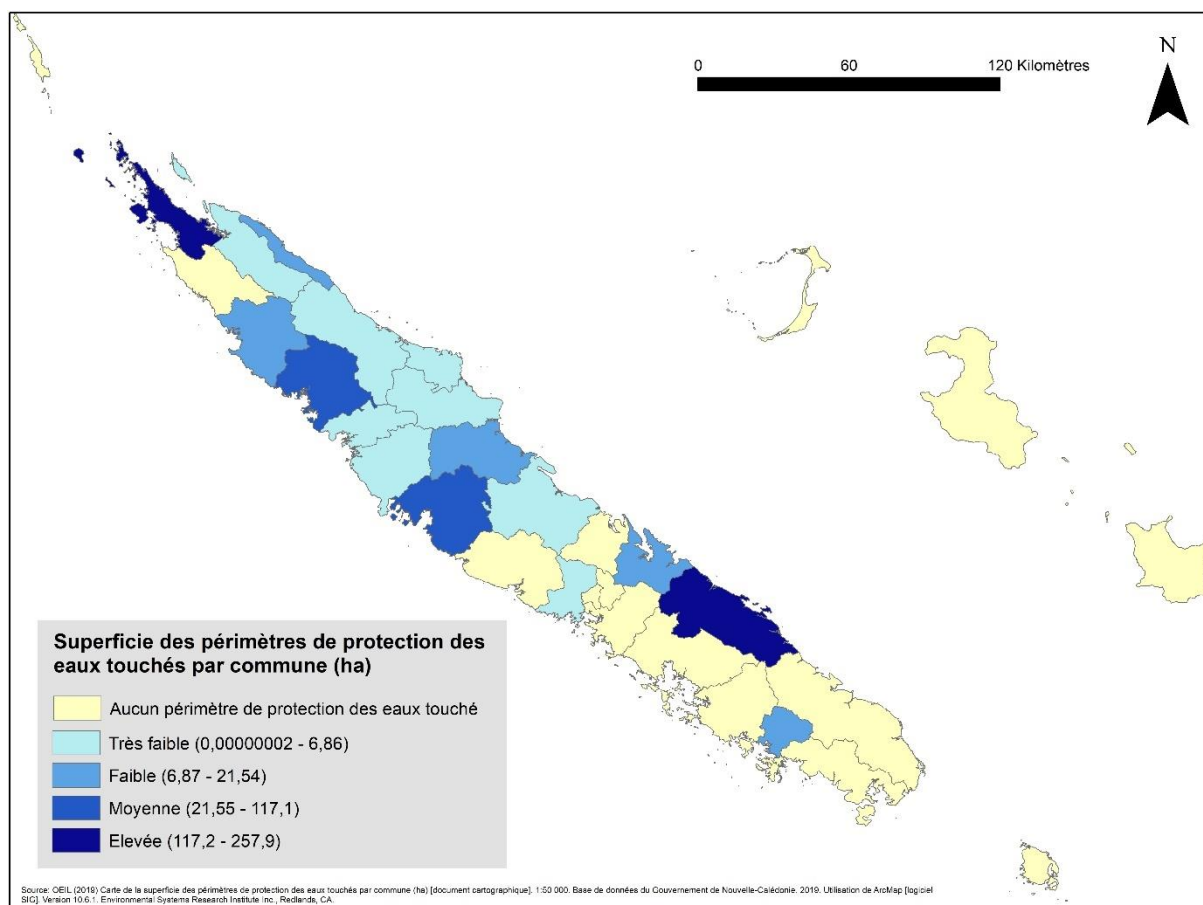


Figure 48: Carte des surfaces des périmètres de protection éloignés touchés (ha) par les incendies 2018 (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)

4.1.4. Estimation des implications financières liées à la réparation du préjudice environnemental des incendies

Informations

La compensation écologique des impacts environnementaux liés aux aménagements, ouvrages et travaux a été introduite à partir de 2009 dans la réglementation locale. En province Sud, des articles du code de l'environnement et du code miner encadrent les mesures de compensations environnementales. Depuis 2012, afin de standardiser le calcul des mesures compensatoires, la province Sud et la DIMENC ont conjointement développé un outil d'aide à la décision permettant de dimensionner les mesures compensatoires.

L'outil, appelé OCMC, pour Outil de Calcul des Mesures Compensatoires, est caractérisé par une approche « habitat naturel », et non « espèces ». En effet, les données en entrée représentent les types de milieux impactés par le projet d'aménagement. Les différents types de milieux naturels présents sur la parcelle de projet vont être identifiés, ainsi que leur état général de conservation avant-projet. Ces informations vont permettre à l'outil de calculer la taille minimale de la surface qu'il faudra réhabiliter pour apporter un gain environnemental proportionnel à l'impact environnemental engendré par le projet sur le milieu naturel.

Le calcul comprend le choix de critères permettant de caractériser la biodiversité présente sur la parcelle du projet. L'outil va ainsi calculer « un score écologique » faisant notamment état de la capacité de résilience naturelle du milieu, et de la présence ou non d'espèces endémiques sur le lieu du projet. L'intensité et le caractère réversible ou non de l'impact sur le milieu naturel, permettent de calculer un « score de perturbation ».

Afin de faciliter la prise de décision, des mesures de compensations écologiques sont proposées par l'outil. Par exemple, si le projet induit une perte de biodiversité sur une forêt sclérophylle, l'enrichissement de forêt sèche sera proposé, avec une possibilité de moduler le nombre de plants minimum à replanter par m² et ou le nombre d'espèces différentes à introduire. Une estimation du coût qu'elles nécessiteraient pour être appliquées est indiquée.

Une pondération entre les critères choisis est appliquée selon un niveau de gravité du facteur prédéfini dans l'architecture de l'OCMC. L'ensemble des étapes décrites vont aboutir à l'identification d'un « ratio » qui représente l'importance de la compensation à appliquer. Plus le ratio est élevé et plus le volume des mesures de compensation est conséquent. Les calculs aboutissent à l'identification de la superficie à réhabiliter en fonction du type de compensation écologique choisie.

Les différents critères de calcul du coût de la compensation sont disponibles en annexe.

Initialement utilisé dans le cadre de projets d'aménagement du territoire, l'OCMC peut également être utilisé pour estimer le préjudice financier lié aux incendies. Bien qu'il soit conçu pour quantifier les impacts environnementaux à une échelle réduite, soit pour chaque incendie, il peut être utilisé de manière globale en prenant en compte l'ensemble des surfaces incendiées par type de milieux présents en Nouvelle-Calédonie et ce en émettant des hypothèses standard concernant la qualité des milieux concernés ou la nature des opérations de réparation à mettre en œuvre. Le MOS de 2008 a été utilisé pour déterminer les types de végétations incendiés en 2018 sur l'ensemble du territoire car les typologies de végétation s'approchent le plus de celles utilisées par l'outil, contrairement à celles du MOS 2014 sur l'ensemble du territoire. Malgré l'ancienneté de cette couche d'information, elle présente l'avantage de proposer une catégorisation des milieux naturels plus précise que le MOS de 2014.

Les classes du MOS n'étant pas toutes présentes dans les choix de milieux naturels proposés par l'outil, des équivalences ont été appliquées. De plus, les incendies possédant tous des niveaux d'impacts sur le milieu naturel différents, une approche visant à moyenniser les paramètres utilisés pour caractériser le niveau d'impact global a été utilisée.



A Retenir

D'après les calculs, on peut estimer à environ **10 milliards de F CFP**, le montant de la restauration écologique qui devrait être mise en œuvre pour contrebalancer les pertes écologiques induites par les incendies en 2018 en Nouvelle-Calédonie. Ce chiffre est bien entendu à considérer comme une estimation compte tenu du caractère discutable des choix effectués pour remplir les critères de l'outil, et des équivalences choisies entre les classes du

MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l’OCMC. De plus, ce chiffre peut être fortement variable en fonction du choix des mesures de restauration écologique indiquées, l’outil n’exprimant pas de résultats en termes de budgets mais plutôt en termes de superficies d’habitats à restaurer ou d’opération de grain écologiques particulières. A noter que la version V7.4 de l’outil a été utilisée pour construire cette estimation.

Tableau 60: Equivalences choisies entre les classes du MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l’OCMC (Source : OEIL)

Classe du MOS	Milieu dans l’outil
Forêt sur substrat ultramafique	Forêt sur sol ultramafique (type forêt humide)
Forêt sur substrat volcano-sédimentaire	Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)
Maquis dense para forestier	Maquis para forestier
Maquis ligno-herbacé	Maquis ligno-herbacé
Forêt sèche (couche CEN 2018)	Forêt sèche état moyen
Savane	Savane à Niaoulis
Végétation épars sur substrat volcano-sédimentaire	Formations herbacées
Végétation épars sur substrat ultramafique	

4.1.5. Estimation des émissions de gaz à effet de serre induites par les incendies en 2018.

Les incendies génèrent chaque année la dégradation de plusieurs milliers d’hectares de forêts en Nouvelle Calédonie. Cette destruction de l’écosystème local affecte la qualité de l’air engendrant des effets délétères significatifs sur l’environnement et la santé des populations exposées à ces fumées d’incendies. En effet, les incendies contribuent de façon majeure à la conversion de la biomasse morte ou vivante en fumée contenant un mélange complexe de dioxyde carbone (CO₂), de particules en suspension, de vapeur d’eau, de monoxyde de carbone (CO), de composés organiques (tels l’acroléine et le formaldéhyde), d’oxydes d’azote (NO_x) et de divers minéraux⁵⁶. De ce fait, à l’échelle mondiale, les émissions induites par les feux contribuent significativement aux variations des concentrations atmosphériques de gaz carbonés et influent sur le climat⁵⁷. La combustion de biomasse est estimée globalement, toutes causes confondues, à une contribution d’environ 20% à 30% des émissions de CO₂ et autres gaz chimiquement actifs tels que les hydrocarbures, le CO et le NO⁵⁸. Il convient donc de quantifier de façon précise les incendies pour pouvoir appréhender davantage ses impacts, avoir une connaissance plus fine des interactions entre le climat et le cycle du carbone et mieux comprendre sa part dans les émissions de gaz à effet de serre. Dans le présent rapport seules les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O seront analysées car ce sont les gaz, émis lors d’un

⁵⁶ Benmarhnia T., Mathlouthi F., Smargiassi A. (2013), *Les impacts sanitaires des particules liées aux incendies de forêt*, Gouvernement du Québec, Institut national de santé publique du Québec, 20p

⁵⁷ Lü, A., H. Tian, M. Liu, J. Liu, and J. M. Melillo (2006), *Spatial and temporal patterns of carbon emissions from forest fires in China from 1950 to 2000*, J. Geophys. Res., 111, D05313, doi:10.1029/2005JD006198.

⁵⁸ Lifei Yin, Pin Du, Minsi Zhang, Mingxu Liu, Tingting Xu, and Yu Song (2019), *Estimation of emissions from biomass burning in China (2003–2017) based on MODIS fire radiative energy data*, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control and National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC).

incendie, qui sont pris en compte dans le bilan carbone. Les émissions de CO et NO_x émises au cours d'un incendie ne seront pas donc pas décrites.

La quantification précise des émissions de GES et autres gaz toxiques lors d'un incendie est un processus complexe qui nécessite la connaissance d'un nombre conséquent d'informations. En effet, la composition des fumées émise est variable selon le combustible et sa densité, l'humidité, les conditions de combustion et l'éloignement de la source⁵⁹. Ainsi, la caractérisation précise du type de végétation est importante. Chaque essence dispose d'une valeur en biomasse totale spécifique qu'il est primordial de bien déterminer afin de pouvoir distinguer la biomasse combustible de la biomasse restante. La biomasse combustible étant la valeur d'intérêt car les feux en Nouvelle-Calédonie sont principalement des feux de surface, qui brûlent la litière et le sous-bois. De part une valeur en biomasse et un degré d'inflammabilité propre à chaque essence, la quantité de gaz émise sera donc différente. La temporalité des feux est aussi un paramètre qu'il est intéressant d'intégrer dans les modélisations des calculs des émissions. Le pourcentage consommé va effectivement augmenter au cours de la saison avec la dessiccation. De plus, lorsque le matériel est particulièrement sec et qu'il présente un stress hydrique notamment dans les zones herbacées de type savanicole, la combustion sera plus facile et donc les émanations de gaz tel que le CO₂ seront plus importantes⁶⁰.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour déterminer les émissions de GES induites par les incendies. Le choix d'une méthode dépend du niveau de connaissance et donc des données détenues par le pays. Certaines méthodes ont une approche plus « classique ». Elles consistent à évaluer la quantité en biomasse des différentes formations végétales par des observations terrains ou l'analyse d'images satellitaires puis au travers de formulations mathématiques d'obtenir une valeur en CO₂ ou équivalent CO₂. D'autres méthodes utilisent de nouveaux outils satellitaires afin d'évaluer la puissance radiative du feu (FRP) et l'énergie rayonnante libérée (FRE) pendant les épisodes de combustion de la biomasse. Cette énergie radiative de feu (FRE) permet de quantifier les variations des taux de combustion de la biomasse et des taux de production de polluants atmosphériques^{61, 62, 63}.

Dans le cadre du présent rapport, il a été choisi de privilégier une approche « classique ». L'intérêt étant de pouvoir appliquer une méthode en adéquation avec les moyens qui peuvent être mobilisés de façon récurrente. Il est important de préciser que la méthode choisie et les résultats obtenus sont à prendre avec beaucoup de précautions. En effet, les études concernant la quantification précise de biomasse sont extrêmement pauvres et peu récentes en Nouvelle-Calédonie. De plus, la première quantification des incendies issue d'images à

⁵⁹ Anses (2012), *Effets sanitaire liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre*, Rapport d'expertise collective

⁶⁰ Hély (2019), CNRS - EPHE, communication personnelle

⁶¹ Ichoku C., Giglio L., Wooster M., Remer L. (2008), *Global characterization of biomass-burning patterns using satellite measurements of fire radiative energy*

⁶² Wooster M.J., Sergeevich Zhukov B., Oertel D., (2003) Fire Radiative Energy for Quantitative Study of Biomass Burning: Derivation from the BIRD Experimental Satellite and Comparison to MODIS Fire Products

⁶³ Palumbo I. (2007), *The Emissions of Greenhouse Gases from Forest Fires in the Mediterranean Region*, Commission européenne, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC37666>

haute résolution a permis d'être réalisée seulement récemment par l'Observatoire de l'Environnement et possède encore certaines limites qui impliquent des biais.

4.1.5.1 Méthode utilisée par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a produit en 2006 un rapport qui donne les lignes directrices pour effectuer les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Ce dernier présente plusieurs approches possibles allant de la plus simple à la plus précise pour estimer les émissions de GES dues aux incendies. La Figure 52 située en annexe montre le cheminement à faire pour le choix de la méthode la plus adéquate. Cette démarche pour la détermination de la méthode la plus adaptée étant celle préconisée par la communauté internationale, elle a été sélectionnée dans le présent rapport pour quantifier les émissions de dioxyde de carbone induites par les incendies.

Etant donné que peu de données sur la biomasse combustible sont disponibles, qu'aucun facteur d'émission⁶⁴ spécifique au pays n'est informé et que les incendies ne sont pas une catégorie clé car non priorisée dans le système d'inventaire national, la méthode de niveau 1 qui opte pour une approche simplifiée est à privilégier. Cette dernière s'appuie sur la formule suivante⁶⁵ :

$$L_{feu} = A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$$

Où,

- L_{feu} est la quantité d'émissions de gaz à effet de serre provenant d'un incendie (t)
- A est la surface brûlée (ha)
- M_B est la masse de combustible disponible pour la combustion (tonne ha⁻¹)
- C_f est le facteur de combustion (sans unité)
- G_{ef} est le facteur d'émission(g.kg⁻¹)

Pour résoudre cette équation, les données agrégées et les facteurs d'émission par défaut fournis par le GIEC seront utilisés. Ces derniers sont donnés dans le Tableau 64, Tableau 65, Tableau 66, Tableau 67 et le Tableau 68 situés en annexe. Connaissant les surfaces brûlées pour la strate arborée, arbustive et herbacée, les valeurs choisies correspondent aux types de végétation suivants :

⁶⁴ Facteur d'émission : ratio entre la quantité de GES émis par une matière et la valeur caractéristique de la matière. Pour plus d'information cliquez [ici](#)

⁶⁵ Pour plus d'informations sur la méthodologie préconisée par le GIEC cliquez [ici](#)

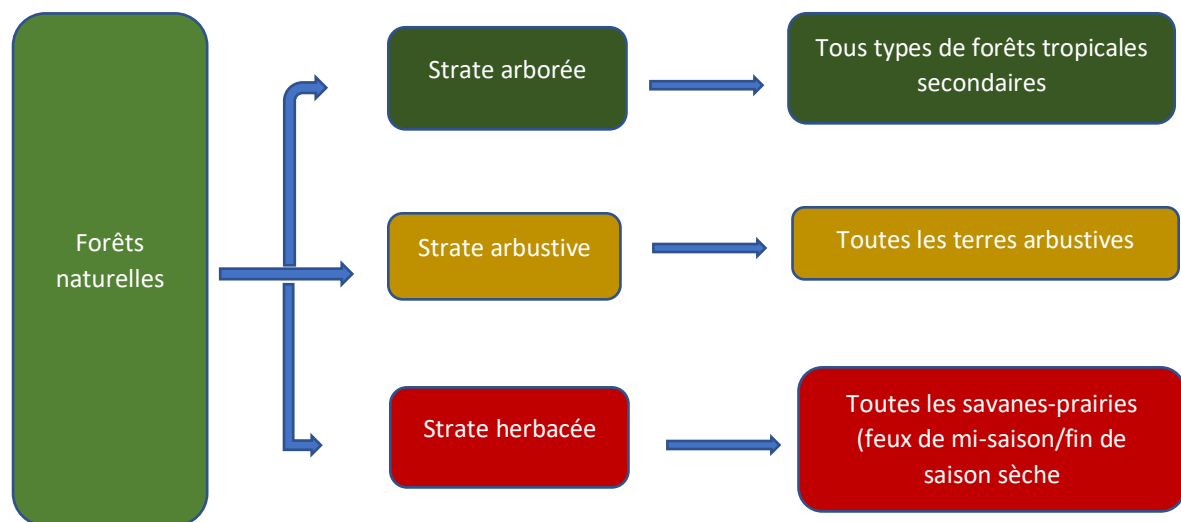


Figure 49: Attribution des types des végétations proposés par le GIEC aux strates arborée, arbustive et herbacée correspondantes

Ainsi, concernant les émissions de CO₂, on a :

Pour la strate arborée :

$$L_{feu} = 290 * 42,2 * 0,55 * 1580 * 10^{-3} = 10634,8 \text{ tCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 3272 * 14,3 * 0,72 * 1569 * 10^{-3} = 52857,3 \text{ tCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 2903 * 10 * 0,77 * 1613 * 10^{-3} = 36055,6 \text{ tCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **99 547,6 tCO₂**.

Concernant les émissions de CH₄, on a :

Pour la strate arborée :

$$L_{feu} = 290 * 42,2 * 0,55 * 6,8 * 10^{-3} = 46 \text{ tCH}_4 = 1288 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 3272 * 14,3 * 0,72 * 4,7 * 10^{-3} = 158 \text{ tCH}_4 = 4424 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 2903 * 10 * 0,77 * 2,3 * 10^{-3} = 51 \text{ tCH}_4 = 1428 \text{ teqCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **255 tCH₄ soit 7140 teqCO₂**

Concernant les émissions de N₂O, on a :

Pour la strate arborée, on a :

$$L_{feu} = 290 * 42,2 * 0,55 * 0,20 * 10^{-3} = 1,3 \text{ tN}_2\text{O} = 344,5 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 3272 * 14,3 * 0,72 * 0,26 * 10^{-3} = 8,8 \text{ tN}_2\text{O} = 2332 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 2903 * 10 * 0,77 * 0,21 * 10^{-3} = 4,7 \text{ tN}_2\text{O} = 1245,5 \text{ teqCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **14,8 tN₂O soit 3922 teqCO₂**

Globalement, la quantité de GES émise par les feux est estimée à **110 609,6 teqCO₂** en 2018 soit **1,4% des émissions totales de GES**. En effet, cette année-là, la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC) estimait les émissions totales de GES à 7 765 007 teq CO₂⁶⁶. Il est à noter que 110 609,6 teqCO₂ pourrait correspondre à 38 541 allers-retours Paris/Nouméa pour une personne⁶⁷.

En 2017, le nombre d'incendies étant plus important les émissions induites ont été quantifiées à 390 819,2 teqCO₂ soit 5,2% des émissions totales de GES car la DIMENC estimait les émissions totales de GES à 7 485 902 teq CO₂⁶⁸.

4.1.5.2 Limites de l'étude et perspectives d'améliorations

Cette estimation des émissions de CO₂ induites par les incendies présente de nombreuses incertitudes qu'il est primordial de prendre en compte. Le manque considérable de données concernant la biomasse et notamment la quantité de combustible pouvant être brûlée, des valeurs par défaut fournies par l'IPCC ont été utilisées. Ainsi, certaines spécificités propres au caractère unique de la Nouvelle-Calédonie n'ont pas pu être prises en compte. En effet, le taux d'endémisme de ces végétaux estimé à 76%⁶⁹ et la forte proportion de savane à Niaoulis, essence robuste et résistante aux feux⁷⁰ pourraient modifier de façon importante les densités de combustible et donc la masse disponible à la combustion. De plus, plusieurs hypothèses inhérentes à la méthodologie proposée par le GIEC ont été appliquées et pourraient ne pas révéler la masse réelle de combustible disponible. Les valeurs par défaut utilisées pour les facteurs de combustion et d'émission sont ainsi à prendre en considération dans l'interprétation des résultats. En effet, le facteur de combustion est intrinsèquement lié au combustible, tel que sa taille, son architecture, sa quantité d'humidité ou encore au type de feu. Le facteur d'émission variant quant à lui en fonction de la teneur en carbone de la biomasse et de l'exhaustivité de la combustion.

Afin de pouvoir proposer à l'avenir une valeur plus précise, il est nécessaire de tendre vers une méthodologie plus robuste à savoir l'approche n°3 proposée par le GIEC. Cette dernière établit des calculs en utilisant des modèles sophistiqués qui tiennent compte des règles de l'ensemble du processus d'émission de GES induites par les incendies, et utilise des données d'entrées détaillées (brûlage de biomasse, facteurs d'émission, de combustions,). L'approche

⁶⁶ Pour plus d'informations concernant cette estimation, voir le Tableau 69 en annexe

⁶⁷ Estimée à partir des données fournies par ce [site](#)

⁶⁸ Pour plus d'informations concernant cette estimation, voir le Tableau 69 en annexe

⁶⁹ Maison de la Nouvelle-Calédonie (2016), La biodiversité de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, http://www.mncparis.fr/uploads/biodiversite_MNC.pdf

⁷⁰ Cherrier J.F (1981), *Le Niaouli en Nouvelle-Calédonie (Melaleuca quinquenervia S.T. Blake)*, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, https://www.doc-developpement-durable.org/file/Plantes-Medicinales-Aromatiques/FICHES_PLANTES/niaouli/Niaouli_en_Nouvelle_Caledonie.pdf

n°2 étant celle qui présente les résultats les plus élevés avec environ 30% de différence avec l'approche n°1 et 11,9% de différence avec l'approche n°3 selon une étude publiée en 2018⁷¹.

À terme, il sera donc fondamental d'envisager des études scientifiques poussées sur la caractérisation de la biomasse végétale. Elles devront permettre une identification précise des différents types de végétation qui pourra être faite par observations de terrains et/ou via l'utilisation d'outils satellitaires. De plus, malgré l'acquisition difficile de ces données due à l'hétérogénéité des écosystèmes dictée par des conditions orographiques, édaphiques et climatiques spécifiques⁵⁴, leurs intégrations sous format géoréférencé permettra de répondre aux enjeux cartographiques pour le suivi des multiples formations végétales. Les facteurs de combustion et d'émission nécessitent aussi d'être mieux renseignés notamment au travers d'études relatives à la biomasse. Quoiqu'il en soit, les méthodologies choisies devront intégrer les spécificités propres à l'archipel, être applicables dans le temps et l'espace et être en adéquation avec les moyens qui peuvent être mobilisés de façon récurrente. A noter que l'ensemble de ces études permettront de servir à des aspects clés de sécurité publique et de la gestion des terres.

5. Éléments de discussion

5.1. Limites de l'étude

Cette étude avait pour but d'assurer la continuité du travail effectué en 2017 et ainsi d'inscrire la caractérisation des incendies de manière pérenne dans le suivi des impacts liés aux pressions environnementales. L'utilisation des images satellites haute résolution spatiale de Sentinel 2 a permis de caractériser l'impact des incendies de manière plus fine, au-delà des produits déjà exploités par l'OEIL au travers de MODIS et du capteur VIIRS. Cependant, les traitements effectués pour aboutir aux statistiques présentées dans le présent rapport possèdent des limites. En effet, la détection exclusive des surfaces brûlées par les satellites possède des biais. De plus, le mode de production même des surfaces brûlées par un processus automatisé induit une marge d'erreur. De même, la procédure de contrôle des incendies détectés par Sentinel 2 a nécessité des prises de décisions qui possèdent leurs limites. Enfin, les données utilisées pour caractériser l'impact des incendies possèdent elles aussi des facteurs intrinsèques qui peuvent limiter leur utilisation.

Dans l'intérêt de tendre vers davantage de précisions et de présenter des résultats optimaux, la méthode concernant le mode de production des surfaces brûlée va évoluer en 2020. En effet, une base d'apprentissage de meilleure qualité sera prise en compte et une caractérisation plus fine des cuirasses ferrallitiques sera adoptée afin d'améliorer la qualité des données.

L'OEIL et les producteurs de données utilisées pour caractériser l'impact des incendies sur le territoire déclinent toute responsabilité quant à l'usage qui pourra être fait de ces données. Il n'est reconnu aucune valeur juridique au contenu des données présentées.

5.1.1. Limites liées à la détection des surfaces brûlées

⁷¹ Koristekova K., Miklos M., Janco M., Valkova M. (2018), *Quantification of greenhouse gas emissions from forest fire in the area of the Slovak Paradise National Park*, Department of Natural Environment Technical University in Zvolen, <http://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2018/01/40.pdf>

- **Pour les surfaces brûlées issues de Sentinel 2A et 2B :**

Les surfaces brûlées sont détectées par des satellites dont la qualité et l'exploitabilité des images dépendent des conditions météorologiques. La présence de nuages et des ombres portées leur étant associées, a des conséquences sur les détections de surfaces brûlées. En effet, il a été constaté, que le processus d'analyse des images peut produire des surfaces brûlées erronées quand des masses nuageuses sont présentes sur les images analysées.

Au-delà de la création d'aberrations, les nuages peuvent également avoir comme conséquence de masquer des surfaces brûlées, qui de fait ne seront nullement détectées par la chaîne de traitement. En effet, même sans que la globalité de l'image ne soit couverte par une masse nuageuse, les conditions atmosphériques en Nouvelle-Calédonie impliquent qu'il est très rare de disposer d'une image où aucun nuage n'est présent. La partie Sud du territoire est très impactée par ce phénomène. Il est donc important de noter la possibilité que des incendies déclarés en fin d'année 2018 puissent être observés seulement en 2019. Pour limiter ce biais les polygones de 2018 et ceux de janvier et février 2019 ont été pris en compte dans l'élaboration du présent bilan environnemental de l'impact des incendies.

Certaines aberrations de détection concernaient aussi des parcelles récemment labourées ou des sols particulièrement humides. Il convient de préciser que le contrôle de la base de données brute a permis d'éliminer 175 polygones aberrants. Le regroupement automatique en événements incendies ainsi que la vérification par photo-interprétation et le croisement avec données exogènes ont alors permis d'arriver à 493 surfaces brûlées contre 8259 en entrée de processus.

En termes d'exhaustivité, si un incendie est caché par les nuages pendant plusieurs semaines consécutives, la végétation pourrait avoir repoussé, et de fait, une fois que la zone sera dégagée, la trace de l'incendie pourrait ne plus être visible par les satellites. C'est notamment le cas pour les incendies se déclarant sur les substrats de type volcano-sédimentaire.

Ainsi, ces problématiques de détection induisent une certaine sous-détection par rapport à l'emprise réelle de l'incendie. Le grand nombre de détections constituant la base de données empêche cependant qu'une vérification sur le terrain ne soit effectuée de manière systématique. La sensibilité de la détection peut aussi être affectée par des zones où la végétation est peu dense et par des substrats de type ferralitique amenant à une sous-évaluation des surfaces réelles.

À noter également que si un incendie possède une taille inférieure à 1 hectare, il ne sera pas détecté par la chaîne de traitement des images satellitaires. Ce choix a été réalisé afin de ne pas introduire trop d'artefacts dans la base de données.

- **Les données issues du VIIRS et de MODIS :**

Certaines situations impliquent que les capteurs des satellites ne vont pas détecter les anomalies thermiques. En effet, un incendie d'une faible dimension ou d'une trop faible intensité ne sera pas relevé par les capteurs. L'extinction de l'incendie avant le passage du satellite peut également induire qu'il ne sera pas détecté malgré le fait qu'il ait bien eu lieu. La détection des points d'anomalies thermiques est également freinée par la présence de nuages lors du passage du satellite. De même, la fumée générée par l'incendie peut également

contraindre la détection. La présence d'une végétation possédant des feuillages épais pourrait avoir pour effet de cacher un incendie s'il est de faible intensité.

Enfin, les deux méthodes de détection des surfaces brûlées reposent sur des capteurs embarqués sur les satellites qui peuvent subir des problèmes techniques susceptibles d'affecter le dispositif de détection.

5.1.2. Limites liées au contrôle des données

- Les données issues de Sentinel 2A et 2B :

La procédure de contrôle mise en place pour vérifier les détections de surfaces brûlées issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2A et 2B possède ses limites. Les choix effectués en termes de validation peuvent être discutables. Les limites associées à ce processus de contrôle sont détaillées dans le rapport de contrôle des données.

De même, le choix des critères d'agrégation spatio-temporelle utilisés pour réunir les multiples détections, repose sur des choix pouvant être discutés.

- Les données issues du VIIRS et de MODIS :

Ces données ne font pas l'objet d'une procédure de contrôle de la part de l'OEIL mais de nombreuses validations ont été opérées par le producteur de cette donnée. L'observatoire a mis en place une procédure permettant de supprimer les points chauds liés aux complexes industriels présents sur le territoire. La méthode de création des surfaces à partir des points chauds maximise leurs superficies, en lien avec la faible résolution spatiale des données.

5.1.3. Limites liées à la caractérisation des impacts environnementaux

La caractérisation de l'impact des incendies sur l'environnement calédonien a nécessité le croisement avec des données extérieures. Ces données ont été fournies par des partenaires de l'OEIL, sans lesquels cette étude n'aurait pas pu traiter autant d'informations. Ainsi, les données disponibles pour l'étude ont été exploitées au maximum du détail qu'elles offraient. Les limites de chaque donnée exploitée ont été indiquées au niveau de la présentation des résultats.

Le manque de données disponibles pour caractériser certains impacts est également limitant dans la réalisation d'un bilan se voulant complet sur la caractérisation de l'impact des incendies sur l'environnement calédonien. En effet, il n'existe pas de cartographie présentant une typologie fine des différents types de formations végétales calédoniennes.

La confidentialité, l'imprécision géographique, la mise à jour incomplète ou encore l'ancienneté de certaines données impliquent que la précision des informations a du parfois être dégradée. Ainsi, les résultats concernant les espèces sensibles et les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées sont notamment à considérer avec précaution. En effet, ces périmètres d'alertes représentent des atteintes potentielles aux espèces concernées par les incendies, et non des preuves de disparition. De plus, la révision incomplète de la base de données des espèces sensibles a aussi engendré des omissions de classement concernant les niveaux d'enjeux. Les espèces concernées n'ont donc pu être intégrées dans l'analyse. Enfin, le manque d'exhaustivité de la prospection à l'échelle du territoire, implique que l'impact sur

les périmètres d'alertes des espèces menacées ou des espèces sensibles est très largement minoré.

L'utilisation de données datées d'un certain nombre d'années, comme c'est le cas pour les strates de végétation, peut aussi avoir des répercussions car la dynamique de la matière organique est amenée à évoluer régulièrement dépendant des différentes pressions qu'elle subit. Les activités minières ou encore les incendies génèrent une modification profonde du type de végétation pouvant nécessiter une mise à jour régulière des données sur les strates de végétation.

Enfin, il est à noter que plusieurs données utilisées dans ce présent rapport peuvent se recouper. Par exemple, les zones clés de biodiversité représentent des « sous-ensembles qui se superposent à des aires protégées existantes ou potentielles »⁷². Ceci peut donc générer de la redondance dans les résultats.

5.2 Détails sur les modalités de croisement et d'analyse de données appliquées

Il est important de revenir sur certaines modalités de croisement des données afin que l'interprétation des données chiffrées illustrées dans ce rapport puissent être comprises.

5.2.1. Précisions d'ordre général

L'ensemble des résultats présentés dans ce rapport a nécessité des traitements SIG effectués à l'aide de la version 10.6.1 du logiciel ArcGIS. Les traitements de croisement entre les incendies et les autres sources d'information se sont appuyés sur un outil développé en interne par l'OEIL.

Les limites administratives utilisées pour rendre compte des résultats à différents échelons, sont les limites officielles des provinces et des communes en dehors des surfaces marines, issues des couches du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie au 1/50 000ème.

5.2.2. Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour compter les incendies

Concernant les critères d'intersection entre les incendies et les territoires administratifs, un double compte a été appliqué. Si un incendie se trouve sur la limite administrative entre deux communes, il sera comptabilisé comme un incendie dans chaque commune. Pour comptabiliser le nombre d'entités d'une couche environnementale impacté par les incendies par commune, l'incendie a été considéré comme prioritaire lors de l'intersection.

La figure ci-dessous met en avant deux des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies.

⁷² Langhammer Penny F., Mohamed I. Bakarr, Leon A. Bennun, Thomas M. Brooks, Rob P. Clay, Will Darwall, Naamal De Silva, Graham J. Edgar, Güven Eken, Lincoln D.C. Fishpool, Gustavo A.B. da Fonseca, Matthew N. Foster, David H. Knox, Paul Matiku, Elizabeth A. Radford, Ana S.L. Rodrigues, Paul Salaman, Wes Sechrest et Andrew W. Tordoff. (2011). *Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité : Cibles pour des systèmes complets des aires protégées*. Gland, Suisse : UICN. xiii + 128pp.

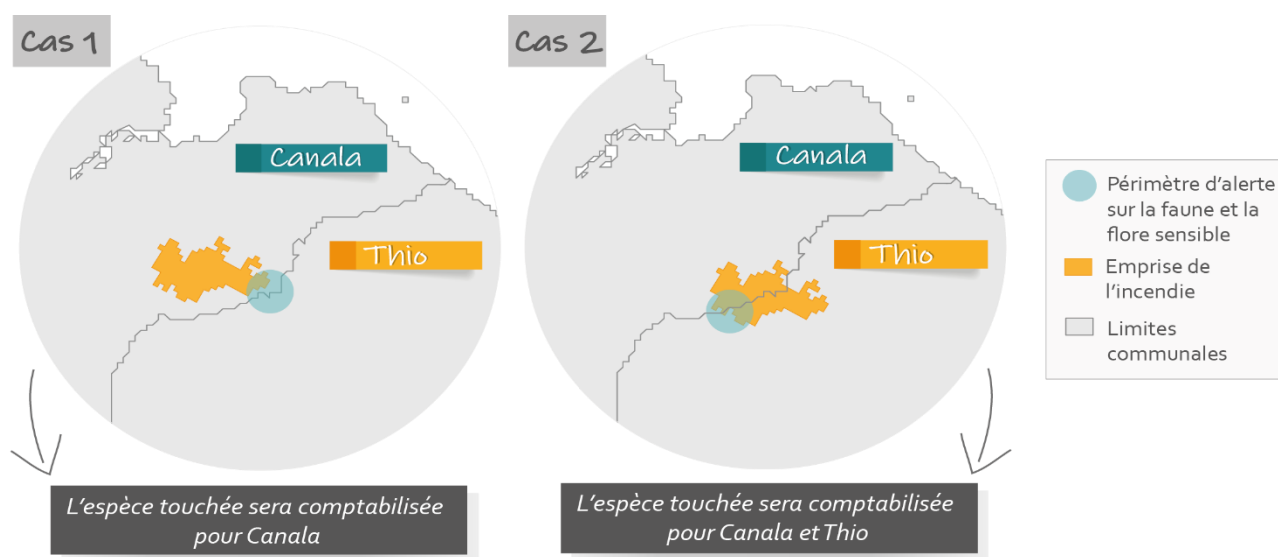


Figure 50 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies

Par exemple, si un périmètre d'alerte sur la faune et la flore est situé sur la limite administrative entre Thio et Canala, mais que l'incendie qui intersecte la zone tampon du périmètre d'alerte est situé sur Canala, alors cette espèce sera comptabilisée comme impactée par les incendies pour la commune de Canala (cas 1). Par ailleurs, si un incendie est localisé sur la limite administrative entre deux communes, et que la zone tampon du périmètre d'alerte est également située sur la frontière communale, alors l'impact sur l'espèce sera comptabilisé pour les deux communes (cas 2).

5.2.3. Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour estimer les superficies incendiées

Concernant l'estimation des surfaces incendiées par périmètre administratif, l'intersection a pour conséquence de découper les incendies en fonction de la couche qui est croisée. Par exemple si le périmètre d'un incendie se trouve sur deux communes, alors l'intersection aura pour effet de séparer en deux l'incendie et de comptabiliser l'étendue brûlée réelle comprise dans chaque commune. Cette méthode d'intersection a été utilisée pour l'ensemble des traitements effectués pour quantifier la surface incendiée sur les couches environnementales.

5.2.4. Précisions des pré-traitements effectués sur les couches utilisées

À noter que des recherches de doublons ont été effectuées pour les couches des bases de données concernant les espèces sensibles, et les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées. Pour ces deux couches, les critères utilisés pour identifier les doublons reposent sur le nom de l'espèce et les coordonnées géographiques de chaque entité. Il est tenu de préciser que les données considérées comme des doublons ne le sont pas réellement, mais qu'il a été délibérément choisi de les écarter. En effet, les bases de données contiennent des enregistrements qui représentent des occurrences d'espèces, or l'objectif est de savoir

combien d'espèces ont été impactées par les incendies, et non de savoir combien d'individus de la même espèce observée exactement au même endroit ont été touchés par les incendies.

Concernant la couche des périmètres de protection des eaux, une superposition des périmètres de protection est observée. Ces superpositions ne sont pas pour autant des erreurs. En effet, la couche contient tous les périmètres de protection des eaux ayant fait l'objet d'un arrêté, d'où le fait que des nouveaux périmètres puissent être superposés à des anciens périmètres. La DAVAR a indiqué que l'objectif était avant tout de posséder une donnée qui référençait tous les périmètres de protection des eaux, en se focalisant sur l'ajout des nouveaux périmètres de protection des eaux, au détriment de la suppression des périmètres abrogés.

Enfin, la couche concernant les bassins-versants producteurs d'eau potable contenait des incohérences géométriques. Des petits morceaux de bassins versants étant détachés alors même que leur numéro de captage était identique. Ainsi, une fusion en fonction du champ contenant les numéros de captage a été effectuée.

5.2.5. Précisions sur les méthodes de discrétisation

Pour pouvoir interpréter visuellement la répartition spatiale d'une quantité importante de données, il est essentiel d'envisager une forme de simplification, de généralisation notamment au moyen de la classification. Ainsi, pour produire une carte lisible, utile et faciliter l'interprétation de phénomènes complexes, la discrétisation apparaît comme un processus intéressant. Elle permet de réduire le nombre de valeurs présentes dans une distribution en les regroupant dans des classes afin de favoriser la lisibilité sur la carte. Elle transforme ainsi la distribution d'une variable continue en une distribution discrète constituée de groupes ou classes de valeurs voisines les unes des autres.

Plusieurs méthodes de discrétisation existent. Il n'existe pas de critère unique et universel permettant de déterminer la méthode la plus adéquate. Ainsi, il est nécessaire de considérer de multiples critères simultanément et d'effectuer plusieurs essais pour tendre vers un résultat intéressant. Parmi ces critères, plusieurs se rapportent aux caractéristiques de la distribution statistique des valeurs de la variable. D'autres concernent le public auquel la carte est destinée ainsi que des fonctions de cette dernière. Toutefois, le critère concernant la forme de la distribution de fréquence des valeurs de la variable est l'un des plus importants à prendre en compte pour un choix approprié. Le Tableau 61 revient sur les différentes méthodes de discrétisation à utiliser selon la forme de la distribution observée.

Tableau 61: Détails sur le choix des méthodes de discrétisation (Source : « La classification des données statistiques ou discrétisation », Cartographie assistée par ordinateur, Yves Brousseau, Université Laval)

Méthode de discrétisation (équivalent dans ArcGIS)	Forme de la distribution			
	Uniforme	Symétrique (normale)	Dissymétrique	Plurimodale
Amplitude égale en valeur (Intervalle égal ou Intervalle défini)	✓	✓		✓
Fréquence égale (Quantile) (même nombre d'observations par classe)	✓	✓		✓
Moyennes emboîtées (à partir de la moyenne, recalcul de la moyenne des séries inférieurs et supérieurs)	✓	✓	✓	✓
Écarts-types (Écart type) (détermine les limites des classes en nombre d'écarts-types de part et d'autre de la moyenne)		✓		
Classes équiprobables (écarts-type avec fréquence égale par classe)	✓	✓		✓
Progression arithmétique, progression géométrique (Intervalle géométrique) et progression réciproque (comporte des intervalles d'amplitude croissante ou décroissante)			✓	
Empirique (seuil naturel ou discontinuités) (Seuils naturels (Jenks)) (seuils des classes aux discontinuités)	✓ ¹	✓ ¹	✓ ¹	✓ ²

✓ Méthode très appropriée
 ✓ Méthode relativement appropriée (selon les caractéristiques de la distribution et les objectifs de la discrétisation)

1: S'applique bien aux distributions comportant un petit nombre d'observations (moins de 50)
 2: L'observation des discontinuités peut aider également au choix du nombre de classes

D'après Dumolard, 1982 et Evans, 1977; modifié

Pour les diverses cartes thématiques présentées dans ce rapport, la discrétisation des classes s'est majoritairement appuyée sur la méthode des seuils naturels. Sachant que l'objectif était de pouvoir comparer les communes entre elles, on disposait d'un petit nombre d'observations (33). De ce fait, la meilleure méthode à utiliser est une méthode empirique comme nous le montre le Tableau 61.

5.2.6. Précision sur la méthode utilisée pour la production des cartes de densité.

Au point 3.2.3. relatif à l'étude de la répartition des incendies, une partie est consacrée à la production de cartes de densité afin de mettre en avant les secteurs présentant soit le plus grand nombre d'incendies soit les incendies de plus grandes superficies. Pour faciliter l'interprétation de ces différentes cartes une discrétisation des données a dû être réalisée. Pour cela, une méthodologie spécifique a été mise en place dans l'optique de produire des cartes comparables et représentatives de la disparité des données.

Que ce soit pour les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies ou pour les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, le même raisonnement a été adopté. Ainsi, pour les cartes concernant l'historique des données VIIRS 2012-2017, une discrétisation selon les seuils naturels a été choisie car elle semblait la plus adaptée considérant l'objectif de discrétisation souhaité. Pour les cartes de densité représentant uniquement les données VIIRS pour l'année 2018, une discrétisation manuelle a été établie.

L'intérêt étant ici de pouvoir comparer l'année 2018 avec l'historique 2012-2017, il était nécessaire que les seuils soient similaires. Pour les cartes relatives à la différence à la normale 2012-2017 des incendies 2018, la discrétisation selon une méthode manuelle a été sélectionnée. La valeur des bornes a été déterminée en comparant la carte de densité 2017 avec celle de l'historique 2012-2016; l'année 2017 ayant été caractérisée par un nombre important de feux (1238). De ce fait, il était plus pertinent de sélectionner les bornes sur ce jeu de données afin de pouvoir appliquer la même discrétisation à travers le temps. Enfin, concernant les cartes de densité des données Sentinel pour l'année 2018, une discrétisation selon les seuils naturels a été privilégiée. Malgré une distribution dissymétrique, la méthode des seuils naturels paraissait plus appropriée pour les objectifs de discrétisation souhaités.

Concernant l'utilisation de l'outil « Densité de noyau », utilisé dans la production des rasters de densité, les paramètres « Taille de cellule en sortie » et « Rayon de recherche » sont présents afin d'affiner le visuel et la précision de l'analyse. Ainsi pour l'étude concernant la densité du nombre d'incendies un rayon de recherche de 8000 mètres a été retenu à la suite de plusieurs essais faits avec différentes valeurs. Ce rayon de recherche permettant d'obtenir une précision suffisante sans pour autant altérer l'aspect visuel de la carte. Pour le paramètre « Taille de cellule en sortie », la valeur 100 a été appliquée afin d'adoucir la pixellisation de la carte. Pour l'étude concernant la densité des incendies pondérés par leur superficie, le rayon de recherche choisi est de 9000 mètres et la valeur 100 pour le paramètre « Taille de cellule en sortie » a été gardé.

4. Conclusion

4.1. Bilan de l'étude

La mise en place d'une chaîne de traitements de détection des surfaces brûlées basée sur l'analyse d'images optiques, a permis de disposer de données précises afin de mieux caractériser l'impact des incendies sur l'environnement. Ce travail représente la deuxième quantification des incendies issus d'images haute résolution sur le territoire calédonien et constitue la suite du travail effectué en 2017. Il a pour vocation d'être reconduit annuellement afin d'inscrire la caractérisation des incendies de manière pérenne dans le suivi des impacts liés aux pressions environnementales.

Globalement, l'impact des incendies 2018 sur les différents enjeux environnementaux apparaît bien moindre qu'en 2017. Le Tableau 62 permet d'avoir un bref aperçu de l'impact des incendies en Nouvelle-Calédonie sur les années 2017 et 2018.

Tableau 62: Tableau récapitulatif des impacts incendies sur différents enjeux environnementaux

	2017	2018
Nombre d'hectares partis en fumée sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie	24 145 (soit 1,3 % de la surface totale)	6763 (soit 0,4% de la surface totale)
Emissions de GES induites par les feux	390 819,2 teqCO ₂	110 609,6 teqCO ₂
Province la plus impactée par les incendies	Province Nord (regroupe 79% du nombre total d'incendies)	Province Nord (regroupe 87 % du nombre total d'incendies)

Commune la plus impactée par les incendies	Ouégoa (avec 4395 ha incendiés)	Ouégoa (avec 1579 ha incendiés)
Pourcentage des incendies se situant à moins de 0,5km d'au moins une habitation	70%	59%
Pourcentage des incendies se situant à moins de 0,5km d'au moins une voie d'accès*	70%	91%
Pourcentage d'incendies dépassant 100 ha incendiés	4% (mais à l'origine de 50% de la superficie totale brûlée)	2% (mais à l'origine de 50% de la superficie totale brûlée)
Nombre d'hectares brûlés selon la strate considérée*	• 15 729 pour la strate herbacée • 5425 pour la strate arbustive • 876 pour la strate arborée	• 2903 pour la strate herbacée • 3272 pour la strate arbustive • 290 pour la strate arborée
Nombre d'hectares de zone de vigilance de forêt sèche incendiés	73	38
Nombre d'hectares de connectivité moyenne distance incendiés	146	92
Nombre d'hectares de bassins versants producteurs d'eau potable incendiés	985	197
Nombre d'hectares incendiés d'aires protégées provinciales terrestres	52	105
Nombre d'espèces considérées comme « En danger critique » touchées par les incendies	11	4
Nombre d'espèces considérées comme « En danger » touchées par les incendies	51	16
Nombre d'espèces considérées comme « Vulnérables » touchées par les incendies	Indéterminé	0

*Changement dû à une modification importante de la couche d'information (MOS 2014 pour l'ensemble de la NC, mise à jour importante concernant les voies d'accès la BDTPO)

La consolidation annuelle de la base de données sur la localisation des incendies possédant une résolution spatiale moyenne de 10 mètres pourra servir à alimenter de nombreux outils et modèles de prédiction des incendies sur le territoire calédonien. La précision géographique de cette donnée représente un réel atout supplémentaire pour caractériser le phénomène incendie.

Par ailleurs, l'application de techniques comme le deep-learning à la télédétection représente une perspective d'évolution et d'amélioration conséquente pour la détection des incendies par le biais d'images satellitaires. Cette technologie robuste permettrait de réduire la marge d'erreur liée à la détection des incendies. De plus, La production des données de surfaces incendiées pourra être améliorée grâce à l'approfondissement du choix des critères de fusion spatio-temporelle appliquée aux multiples détections. La particularité d'utiliser l'information relative au type de substrat sur lequel se trouve l'incendie dans le processus de contrôle des surfaces brûlées, pourra être précisée en intégrant une stratification par type de végétation. En effet, le type de couvert végétal a un impact sur le processus de revégétalisation et ainsi sur la persistance du signal de l'incendie. La prise en compte de ce paramètre permettrait d'affiner les seuils calculés.

L'existence d'une typologie fine des différentes formations végétales présentes en Nouvelle-Calédonie permettrait d'affiner l'estimation de l'impact des incendies sur les espèces sensibles qui peuplent le territoire.

4.2. Perspectives d'analyses croisées supplémentaires

La présente étude s'est appuyée sur les données transmises par les organismes ayant accepté de fournir des informations géolocalisées concernant leur thématique d'étude à l'OEIL. Pour autant, certaines problématiques n'ont pas pu être abordées, tel que l'impact des incendies sur les surfaces agricoles. D'autres seulement ont été abordées de manière partielle, certaines données concernant des thématiques porteuses d'enjeux n'étant pas accessibles, voire inexistantes.

L'impact des incendies sur le ruissellement et sur la morphologie des cours d'eau est actuellement peu connu. Il serait intéressant d'étudier ces phénomènes sur le territoire calédonien, en mettant en place des suivis de l'évolution du profil des cours d'eau, ainsi que de l'évolution du coefficient de ruissellement. De même, la qualité de la ressource en eau est un enjeu primordial. Il serait souhaitable d'identifier l'impact des incendies sur la qualité de l'eau et de mettre en avant les conséquences sur les bassins-versants calédoniens afin de vérifier si les approvisionnements en eau potable ont été impactés. De même, un réseau de suivi permettrait d'identifier le temps de résidence du surplus de sédiments liés à l'érosion des sols consécutive aux incendies dans les cours d'eau.

La connaissance de l'impact des incendies sur la flore et les groupements précis de végétaux reste encore marginale. Peu d'études récentes ont été produites concernant l'influence des feux sur la végétation et notamment sur le processus de reconstitution. Ces informations sont pourtant fondamentales pour quantifier les effets de la perturbation sur la richesse et la composition floristique, pour comprendre le processus de reconstitution des forêts et autres formations végétales et pour mieux appréhender l'évolution de la végétation. Il serait donc pertinent d'étudier ces thématiques afin d'avoir une compréhension holistique de l'impact des incendies sur l'environnement qui nous entoure. De plus ces études pourraient

avoir une place prépondérante dans la détermination de la quantité de CO₂ émise par les incendies. Concernant la couche d'information des strates de végétation utilisée dans le présent rapport, il serait aussi nécessaire d'obtenir des mises à jour annuelle afin d'intégrer les changements dus aux pressions induites sur la biomasse végétale (feux, activités minières, ...).

De plus, le croisement avec les connectivités courte distance des forêts sèches permettrait d'avoir un regard plus précis de l'impact des incendies sur les zones à très fort potentiel de reconstitution.

Les données météorologiques pourraient également être utiles pour chercher une corrélation spatiale entre la localisation des secteurs fortement impactés par les incendies et les zones ayant subi un déficit annuel en précipitation. De même, les données concernant l'indice standardisé de précipitation (Standardized Precipitation Index) pourraient apporter des informations complémentaires lors de la recherche de corrélation spatiale entre les deux phénomènes en 2018.

Le croisement tripartite entre les incendies, les constructions anthropiques et la végétation serait intéressant pour comprendre les modes de gestions les plus adaptés. Ceci permettrait de déterminer quel type de feux (petite ou grande surface) est situé près des infrastructures humaines et quelle strate est la plus touchée.

Le croisement des surfaces incendiées avec les centres de service de sécurité incendie pourrait aussi être pertinent. Cela permettrait de voir s'il existe une corrélation entre le nombre d'hectares incendiés et la présence de services de sécurité.

L'étude statistique de la persistance du signal de la trace d'incendie en fonction du type de substrat, effectuée lors de la phase de contrôle des détections, est une procédure novatrice. Réaliser une modélisation de la capacité de persistance du signal de la trace d'incendie sur le territoire calédonien pourrait permettre de mieux encadrer le contrôle des détections issues de la chaîne de traitement des images satellitaires. Le type de végétation, le degré de pente du terrain, l'altitude, la saisonnalité ou encore la pluviométrie sont des facteurs qui pourraient être intégrés à la modélisation.

La localisation précise des surfaces brûlées sur le territoire ainsi que leur quantification surfacique et temporelle, ouvrent des possibilités pour la caractérisation du risque de feux de forêts sur le territoire calédonien. Une modélisation du risque d'éclosion d'incendie suivant un modèle semi-probabiliste pourrait être effectuée en attribuant des poids aux facteurs environnementaux qui influent sur les incendies comme le type de végétation, la topographie, les données climatiques comme la pluviométrie, mais aussi l'activité humaine.

Enfin, une mise à jour des communes ayant été faite en janvier 2020, il sera primordial d'utiliser cette nouvelle source d'information pour effectuer les prochaines analyses spatiales de l'impact environnemental des incendies.

Références

Webographie :

Ecoconso (2018), *Qu'est-ce qu'une tonne de CO2 ?*. [En ligne]. [Page consultée le 2/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.ecoconso.be/fr/Qu-est-ce-qu-une-tonne-de-CO2>

Géoportail de l'Observatoire de l'Environnement, Vulcain. [En ligne]. Disponibilité et accès : <https://geoportail.oeil.nc/AlerteIncendies/>

Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Forum incendies ; Lutte contre les incendies : Vers une amélioration des dispositifs existants*. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/page/forum-incendies>

Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Alerte incendies-A propos*. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/AlerteIncendies/APropos>

Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Baromètre de l'OEIL ; Incendies*. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://barometre-biodiversite.oeil.nc/#/incendies?view=popup>

Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Articles relatifs aux incendies*. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : https://www.oeil.nc/fr/landing-page/recherche?as_q=incendies&option=refinement_articles&submit=Rechercher

Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Les incendies*. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/causes/les-incendies>

Site de l'European Space Agency. *Sentinel-2 Operations*. [En ligne]. [Page consultée le 09/11/2018]. Disponibilité et accès : https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Sentinel-2_operations

Site de la National Aeronautics and Space Administration. *Fire Information for resource Management System (FIRMS)*. [En ligne]. [Page consultée le 09/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>

Site de la province Sud. *Environnement – Aires protégées*. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.province-sud.nc/element-thematique/aires-protegees>

Site de la province Nord. *Environnement – Protections*. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.province-nord.nc/environnement/protection>

Site du Géoportail de l'OEIL. *Catalogue des métadonnées*. [En ligne]. [Page consultée en 11/2018]. Disponibilité et accès : <http://geoportail.oeil.nc/geoportal/catalog/main/home.page>

Site de l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. *Alertes Incendies – Pression incendies*. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.oeil.nc/fr/AlerteIncendies/PressionIncendies>

Site du Géoportail du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. *Géorep – Portail de l'information géographique de la Nouvelle-Calédonie*. [En ligne]. [Page consultée en 11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.geoportal.gouv.nc/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B6198224B-3548-4BE6-B4AA-FE69BC947FDA%7D>

Site du CEN. *Forêt sèche – Explorateur cartographique*. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/foret-seche/explorateur-cartographique>

Site internet de l'ONF. *Interreg Caraïbes. Les zones humides littorales – Les écosystèmes - La mangrove*. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.onf.fr/interreg-mangroves/sommaire/zhl/ecosystemes/ecosystemes/20101130-110910-92235/@@index.html>

Site internet de l'IFRECOR. *Les milieux coralliens de Nouvelle-Calédonie – Mangrove*. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.ifrecor.nc/spip.php?article70>

Site internet de la Convention Ramsar. *A propos - La Convention de Ramsar et sa mission*. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.ramsar.org/fr/a-propos/la-convention-de-ramsar-et-sa-mission>

Site de la Communauté du Pacifique. Nouvelle-Calédonie : La maison brûle, et on ne regarde plus ailleurs. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.spc.int/fr/actualite/actus-web/2018/10/nouvelle-caledonie-la-maison-brule-et-on-ne-regarde-plus-ailleurs>

Rapport :

Anses (2012), Effets sanitaire liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre, Rapport d'expertise collective, 208p

Boyeau Y-E (2005), Analyse spatiale de l'impact des feux par type de milieux naturels en Province Sud. ARBORESCENCE. [En ligne] Nouméa : DENV. 47p. [Page consultée le 12/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/213>

Brousseau Y. (2018), La classification des données statistiques ou discrétisation, Cartographie assistée par ordinateur, Université Laval.

Buisson D., DTSI/SGT (2011), Le bulletin de la géomatique en Nouvelle-Calédonie. Bulletin n°24 - 1er trimestre 2011. DTSI. [En ligne]. Nouméa : DTSI, 4p. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : ftp://ftp.gouv.nc/SIG/PUBLIC/bulletin_geomatique/bulletin24.pdf

Capo S, Jaen A (2018), Rapport méthodologique Intermédiaire : Chaîne de traitement, détection de surfaces brûlées. Nouméa, TELESPIAZIO a Leonardo and THALES company, INSIGHT, Imagerie et Geo-Solutions by LECUBE. Dernière modification : 8/11/2018. 38p.
<http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29565>

Cherrier J.F (1981), Le Niaouli en Nouvelle-Calédonie (Melaleuca quinquenervia S.T. Blake), Nouméa, Nouvelle-Calédonie, https://www.doc-developpement-durable.org/file/Plantes-Medicinales-Aromatiques/FICHES_PLANTES/niaouli/Niaouli_en_Nouvelle_Caledonie.pdf

Direction des Technologies et des Services de l'Information (DTSI) (2009), Classification de l'occupation du sol de la Nouvelle-Calédonie par approche objet V1.0-2008, DTSI. [En ligne]. Nouméa : DTSI, 8p. [Page consultée le 12/11/2018] Disponibilité et accès : <http://sig-public.gouv.nc/Notice-Occupationdusol2008-SPOT5-approcheobjet.pdf>

Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds) (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Published: IGES, Japan, Volume 4, Chapitre 2

Gomez C., Mangeas M., Curt T., Ibanez T., Munzinger J., et al. (2015), Wildfire risk for main vegetation units in a biodiversity hotspot: modeling approach in New Caledonia, South Pacific. Ecology and Evolution. Wiley Open Access, 5 (2), pp.377-390. [En ligne]. [Page consultée le 17/01/2019]. Disponibilité et accès : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01250688/document>

Hély (2019), CNRS - EPHE, communication personnelle

Ibanez T. (2012), Dynamiques des forêts denses humides et des savanes en réponse aux incendies en Nouvelle-Calédonie. Thèse en Science de l'environnement. Université Aix-Marseille, 325p. [En ligne]. [Page consultée le 17/01/2019]. Disponibilité et accès : https://www.researchgate.net/publication/278638456_Rainforest_and_savanna_dynamics_in_response_to_fires_in_New_Caledonia

Ichoku C., Giglio L., Wooster M., Remer L. (2008), Global characterization of biomass-burning patterns using satellite measurements of fire radiative energy

IRD, Unité de recherche UMR AMAP, Botanique et modélisation de l'architecture des plantes et des végétations (2019), Les sols ultramafiques, <https://nouvelle-caledonie.ird.fr/recherche-et->

missions/unites-de-recherche-en-nc/umr-123-ecologie-et-diversite-des-plantes-et-des-communautes-vegetales-gestion-de-l-herbier-nou-amap/les-sols-ultramafiques

Jaffré T., Veillon J.M, Pintaud J.C (1997), *Comparaison de la diversité floristique des forêts denses humides sur roches ultramafiques et sur substrats différents en Nouvelle-Calédonie*

Jaffré T., Rigault F., Dagostini G., Tinel-Flambart J., A.Wulf A., and J.Munzinger J. (2009), *Input of the different vegetation units to the richness and endemism of New-Caledonia*. Proceedings Pacific International Science Congress, Tahiti

Jaffré T., Veillon J.M, Rigault F., Dagostini G. (1997), *Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de Nouvelle Calédonie*. Rapport Cordet. ORSTOM, Nouméa. [En ligne]. [Page consultée le 17/01/2019]. Disponibilité et accès : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-01/010011057.pdf

Koristekova K., Miklos M., Janco M., Valkova M. (2018), *Quantification of greenhouse gas emissions from forest fire in the area of the Slovak Paradise National Park*, Department of Natural Environment Technical University in Zvolen, <http://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2018/01/40.pdf>

Lataste. A, Vama. A, Eudanla (2019), *Les incendies : notre environnement en danger !* ; Plaquette d'information, OEIL

Lataste. A, Vama. A, Eudanla (2019), *Impact environnemental des incendies 2017* ; Plaquette d'information, OEIL

Laurance WF., Lovejoy TE., Vasconcelos HL., Bruna EM, Didham RK, Stouffer PC., Gascon C., Bierregaard RO., Laurance SG., Sampaio E. (2002), *Ecosystem decay of Amazonian forest fragments : A 22-year investigation*. In Conservation Biology, 16: 605–618.

Laurance WF, Ferreira LV, Rankin-de Merona JM and Laurance SG. (1998), *Rain forest fragmentation and the dynamics of Amazonian tree communities*. In Ecology, 79: 2032-2040.

Lü, A., H. Tian, M. Liu, J. Liu, and J. M. Melillo (2006), *Spatial and temporal patterns of carbon emissions from forest fires in China from 1950 to 2000*, J. Geophys. Res., 111, D05313, doi:10.1029/2005JD006198.

Luçon S., Marion F., Niel J-F., Pelletier B. (1997), *Réhabilitation des sites miniers sur roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie*

LUIS A-N. (2018), *Protocole de contrôle des détections de surfaces brûlées potentielles issues d'une chaîne de traitements d'images satellitaires haute résolution sur la Nouvelle-Calédonie*, OEIL. [En ligne]. Nouméa : OEIL, 86 p
<http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29566>

Lifei Yin , Pin Du , Minsi Zhang , Mingxu Liu , Tingting Xu , and Yu Song (2019), *Estimation of emissions from biomass burning in China (2003–2017) based on MODIS fire radiative energy data*, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control and National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC).

Maison de la Nouvelle-Calédonie (2016), *La biodiversité de la Nouvelle-Calédonie*, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, http://www.mncparis.fr/uploads/biodiversite_MNC.pdf

M.Berman (2013). *Impacts of anthropogenic fires and invasive ants on native ant diversity in New Caledonia: from genes to communities*. PhD Thesis, Université Montpellier 2 & Charles Darwin University, 232p

M.Cheyran, K.Jacquet. (2008), *Synthèse des connaissances sur l'impact du feu en région méditerranéenne*, Direction régionale de l'environnement Provence Alpes Côte d'Azur, 79p.

Munzinger J., Morat Ph., Jaffré T., Gâteblé G., Pillon Y., Rouhan G., Bruy, D., Veillon J.-M., & M. Chalopin. [continuously updated]. *FLORICAL: Checklist of the vascular indigenous flora of New Caledonia*. (<http://publish.plantnet-project.org/project/florical>)

Myers N., A. Mittermeier R., G. Mittermeier C., A.B. da Fonseca G. and Kent J. (2000), *Biodiversity hotspots for conservation priorities*, in Nature 403, pp. 853-858.

Pala Dalik : l'écho du récif (2017). *Le patrimoine mondial en Nouvelle-Calédonie parlons-en ! Animation pour les scolaires du secondaire de Nouvelle-Calédonie*. [En ligne]. Koné : CEN, 56p. [Page consultée le 15/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/documents/22209/76084/Livret+d%27animation+p%C3%A9dagogique+Pala+Dalik/e99d52ea-8dea-4422-b386-6b639c17869f?version=1.1>

Palumbo I. (2007), *The Emissions of Greenhouse Gases from Forest Fires in the Mediterranean Region*, Commission européenne, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC37666>

Quanti P., Bourdon E. et Becquer T. (1997), *Minéralogie et contraintes édaphiques des sols « ferritique » dérivés de roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie : relations entre constituants minéraux et disponibilité en certains éléments (Al,Fe,Si, Mg,Mn,Ni,Co,Cr,Cu,Zn et Mo) facilement solubles*.

Raveneau J. (1998) Cartographie assistée par ordinateur (CARTAO), Notes de cours numéro 9, 5e édition, Département de géographie, Université Laval, 214 p.

Rolland K., Crépin A., Kenner C., Afro P. (2016), *Production de données d'occupation du sol de 2010 à 2014 en Province Sud – Rapport de production*. SIRS. [En ligne]. Nouméa : OEIL. 93p. [Page consultée le 12/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27689>

Rota T (2016), *Cartographie des connectivités des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie*. Rapport de stage réalisé au Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie. Master 2 – Biodiversité – Écologie – Evolution Gestion de l'Environnement. Université Grenoble Alpes - UFR de Chimie et Biologie, 100p. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/documents/22209/82590/Cartographie+des+connectivit%C3%A9s+des+for%C3%AAts+s%C3%A8ches+de+Nouvelle-Cal%C3%A9donie/f9076755-1b75-436a-b664-7146d12d3f23?version=1.0>

Spaggiari J., Ichter J. et Lefeuvre J-F (2010). *Mise au point d'une méthode d'identification des continuités écologiques dans le Grand Sud de la Nouvelle-Calédonie. Synthèse bibliographique et proposition d'une démarche*. Convention cadre pluriannuelle d'études n° C.347-10. [En ligne]. Nouméa : Conservation Internationale, Province Sud, 94p. [Page consultée le 13/11/2018]. Disponibilité et accès : https://www.conservation.org/publications/Documents/CI_Continuit%C3%A9s_Ecologiques_identification_Grand-Sud_New-Caledonia.pdf

Stoof C.R., Vervoort R.W., Iwema J., van den Elsen E., A. J. D. Ferreira, and C. J. Ritsema. (2012), *Hydrological response of a small catchment burned by experimental fire*, Hydrol. Earth Syst. Sci., 16, 267–285, 19p.

Suprin B. (2008), *Plantes du littoral en Nouvelle-Calédonie*, Editions Photosynthèse

Wooster M.J., Sergeevich Zhukov B., Oertel D., (2003) *Fire Radiative Energy for Quantitative Study of Biomass Burning: Derivation from the BIRD Experimental Satellite and Comparison to MODIS Fire Products*

WULFF A. (2012), *Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre Scaevola*. Thèse en Physiologie et Biologie des Organismes – Populations – Interactions. Université de la Nouvelle-Calédonie Ecole Doctorale du Pacifique (ED 469) Laboratoire Insulaire du Vivant et de l'Environnement. 223p. [En ligne]. [Page consultée le 12/11/2018]. Disponibilité et accès : http://portail-documentaire.univ-nc.nc/files/public/bu/theses_unc/TheseAdrienWulff2012.pdf

Table des Figures

Figure 1: Emprise des détections effectuées par le capteur MODIS pour l'incendie de Poum en novembre 2018 (Source : OEIL).....	10
Figure 2 : Emprise des détections effectuées par le capteur VIIRS pour l'incendie de Poum en novembre 2018 (Source : OEIL).....	11
Figure 3 : Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel. [L'ordre présenté n'est pas obligatoirement celui qui a été suivi de manière chronologique]. (Source : OEIL)...	14
Figure 4 : Emprise non fusionnée et fusionnée des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour l'incendie de Poum en novembre 2018 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL)	16
Figure 5: Comparaison du cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2018 et du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2018 pour la Nouvelle-Calédonie.	24
Figure 6: Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS et de SUOMI NPP en 2018 et évaluation moyenne des surfaces brûlées correspondantes selon VIIRS sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie (Source OEIL)	26
Figure 7 : Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS entre 2001 et 2018 et de SUOMI NPP entre 2012 et 2018 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et évaluation moyenne du nombre d'hectares brûlés selon le VIIRS	27
Figure 8 : Box plots du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour la période 2012-2018.	29
Figure 9: Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par SUOMI NPP pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : OEIL)	30
Figure 10 : Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 et 2018 (Source : OEIL)	30
Figure 11 : Carte de la part des surfaces incendiées par commune (Source : OEIL)	35
Figure 12: Comparaison 2017-2018 des superficies incendiées par aire coutumière.....	37
Figure 13: Carte de la répartition des incendies 2018 par carré du carroyage DFCI 20 kilomètres (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)	39
Figure 14 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018	42
Figure 15 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018.....	42
Figure 16 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2018	43
Figure 17: Carte de la densité moyenne du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS sur la période 2012-2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL).....	45
Figure 18: Carte de la densité du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	46
Figure 19: Carte de la différence à la normale 2012-2017 de la densité du nombre d'incendie en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	47
Figure 20 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	48
Figure 21: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS durant la période 2012-2017(Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL).....	50
Figure 22: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	51
Figure 23: Carte de la différence à la normale 2012-2017 de la densité d'incendie pondéré par leur superficie en 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	52
Figure 24 : Carte de la densité d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL).....	53

<i>Figure 25 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2018</i>	54
Figure 26: Pourcentage cumulé croissant d'incendies en 2018 par distance en kilomètres à une habitation.	55
Figure 27 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2018	56
Figure 28 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une voie d'accès en 2018 .	57
Figure 29: Carte de l'impact des incendies 2018 sur les Zones Clés de Biodiversité (Source : OEIL)	73
Figure 30: Carte de l'impact des incendies 2018 sur les mangroves (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, Programme Zonéco)	74
<i>Figure 31: Carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 (Source : OEIL)</i>	76
Figure 32: Carte des strates de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 (Source : OEIL).....	77
Figure 33: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2017 (Source : OEIL)	78
Figure 34: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2018 (Source : OEIL)	78
Figure 35: Carte de la superficie incendiée de la strate arborée par commune (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)	82
Figure 36: Carte de la superficie incendiée de la strate arbustive (ha) par commune en 2018 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie).....	85
Figure 37: Carte de la superficie incendiée de la strate herbacée (ha) par commune (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie).....	88
Figure 38: Comparaison 2017/2018 de la répartition de la végétation par strate pour 100 ha incendiés.....	89
Figure 39: Comparaison 2017/2018 de l'impact des incendies sur chaque strate (Source : OEIL)	89
Figure 40: Carte de la part des superficies incendiées en 2018 par commune selon le type de strate (Source : OEIL).....	90
Figure 41: Carte de la répartition des incendies 2018 selon le type de substrat (Source : OEIL)	93
Figure 42: Carte de l'impact incendies 2018 sur les connectivités moyenne distance des forêts sèches avec emphase sur les communes où les connectivités moyennes ont été le plus touchées. (Source : OEIL)	98
Figure 43: Carte des zones tampons UNESCO impactées par les incendies 2018 (Source : OEIL)	102
Figure 44: Carte des impacts incendies 2018 sur les aires protégées avec emphase sur les aires protégées les plus touchées. (Source : OEIL)	104
Figure 45: Impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable avec emphase sur les bassins versants « Narai C1 » et « Noh »	110
Figure 46: Impact des incendies 2018 sur les périmètres de protection des eaux (Source : OEIL).....	112
Figure 47: Carte du nombre de périmètre de protection des eaux touché selon le type de périmètre de protection (%) (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)	115
Figure 48: Carte des surfaces des périmètres de protection éloignés touchées (ha) par les incendies 2018 (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)	116
Figure 49: Attribution des types des végétations proposés par le GIEC aux strates arborée, arbustive et herbacée correspondantes	121
<i>Figure 50 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies</i>	127
Figure 51 : Tableau explicatif du calcul du coût de restauration (Source : Province Sud, OCMC)	147
Figure 52: Figure d'aide à la décision pour identifier la méthode appropriée afin d'estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant d'un incendie (Source : 2006 IPCC 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres).....	148

Table des Tableaux

<i>Tableau 1 : Présentation des sources d'information utilisées pour réaliser le bilan de l'impact des incendies</i>	19
<i>Tableau 2 : Statistiques descriptives du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018.</i>	29
<i>Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	32
<i>Tableau 4 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	32
<i>Tableau 5 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	32
<i>Tableau 6: Comparaison statistique 2017/2018 des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie</i>	33
<i>Tableau 7: Répartition par commune des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	33
<i>Tableau 8 : Comparaison 2017-2018 de l'impact incendies sur les communes.</i>	36
<i>Tableau 9 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	36
<i>Tableau 10 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	37
<i>Tableau 11 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2018.</i>	40
<i>Tableau 12: Comparaison statistique de l'impact incendies par type foncier 2017/2018</i>	41
<i>Tableau 13: Comparaison 2017-2018 sur la variation du nombre d'incendies en fonction des superficies</i>	43
<i>Tableau 14: Tableau descriptif des différentes classes de la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC</i>	56
<i>Tableau 15: Tableau de discrétisation des catégories CR, EN et VU (Source : UICN. (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni).</i>	59
<i>Tableau 16 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées</i>	61
<i>Tableau 17 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes affectés pour la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	62
<i>Tableau 18 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018 (PA = Périmètres d'alertes)</i>	62
<i>Tableau 19 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la faune menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018 (PA = Périmètres d'alertes)</i>	63
<i>Tableau 20: Comparaison 2017-2018 des communes avec le plus dégâts potentiels selon les considérations...</i>	64
<i>Tableau 21: Nom des espèces de plantes classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018.</i>	64
<i>Tableau 22 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018</i>	65
<i>Tableau 23 : Nom des espèces animales classées « en danger critique d'extinction » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2018.</i>	66
<i>Tableau 24 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones de fort micro-endémisme par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.</i>	68
<i>Tableau 25 : Comparaison 2017-2018 des communes les plus touchées par les incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal.</i>	68
<i>Tableau 26: Comparaison 2017-2018 de l'impact des incendies sur les espèces sensibles</i>	70
<i>Tableau 27 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	71
<i>Tableau 28: Tableau comparatif 2017-2018 de l'impact incendie sur les Zones Clés de biodiversité</i>	72

<i>Tableau 29 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	74
Tableau 30: Comparaison du nombre d'hectares de chaque strate (ha) entre le MOS 2008 et le MOS 2014 de la Province Nord.....	77
Tableau 31: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée	80
Tableau 32: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018.....	81
Tableau 33: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arborée.....	82
Tableau 34: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive	83
<i>Tableau 35 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	83
Tableau 36: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arbustive.....	85
Tableau 37: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée.....	86
<i>Tableau 38 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	87
Tableau 39: Comparaison 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate herbacée.....	88
Tableau 40: Statistique des incendies sur les différents types de substrats (Source : OEIL)	93
<i>Tableau 41: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2018</i>	95
<i>Tableau 42 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones de vigilance des forêts sèches par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	95
Tableau 43: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées par les incendies 2018 au niveau de leurs zones de vigilance des forêts sèches	95
Tableau 44: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivité moyenne distance en 2018.....	96
<i>Tableau 45 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les connectivités moyennes distances par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2018</i>	96
Tableau 46: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches.....	97
<i>Tableau 47 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux essentiels à la préservation de la biodiversité par commune en province Sud pour l'année 2018</i>	99
Tableau 48: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs milieux essentiels à la préservation de la biodiversité.....	100
<i>Tableau 49 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts importants pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2018</i>	100
Tableau 50: Tableau comparatif 2017/2018 des communes étant le plus impactées par les incendies au niveau de leurs milieux d'intérêts importants pour la conservation.	100
<i>Tableau 51 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampons terrestres de l'UNESCO pour l'année 2018</i>	101
<i>Tableau 52 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2018</i>	103
Tableau 53: Tableau comparatif 2017/2018 des aires protégées ayant été le plus touchées par les incendies	104
Tableau 54: Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable	107
<i>Tableau 55 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2018</i>	108
Tableau 56: Tableau comparatif 2017/2018 des communes ayant été le plus touchées au niveau de leurs bassins versants producteurs d'eau potable.....	109
Tableau 57: Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux	112
<i>Tableau 58 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2018</i>	113
Tableau 59: Tableau comparatif 2017/2018 des communes ayant été le plus impactées au niveau de leurs périmètres de protection des eaux.....	114

Tableau 60: Equivalences choisies entre les classes du MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l'OCMC (Source : OEIL)	118
Tableau 61: Détails sur le choix des méthodes de discrétisation (Source : « La classification des données statistiques ou discrétisation », Cartographie assistée par ordinateur, Yves Brousseau, Université Laval)	129
Tableau 62: Tableau récapitulatif des impacts incendies sur différents enjeux environnementaux.....	130
Tableau 63: Récapitulatif des étapes de travail de la chaîne de traitement	144
Tableau 64: Valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	149
Tableau 65: Suite valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	150
Tableau 66: Valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	151
Tableau 67: Suite valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	152
Tableau 68: Facteurs d'émissions pour différents types de brûlage (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	153
Tableau 69: Tableau récapitulatif des émissions de GES en Nouvelle-Calédonie sur la période de temps 2005-2018 (Source : Danois.J (2019)-DIMENC; Communication personnelle).....	153

ANNEXES

Tableau 63: Récapitulatif des étapes de travail de la chaîne de traitement

Etape de travail	Description		Partenaire
Acquisition des données Sentinel 2 qui représentent les images de base au processus d'analyse	Les deux satellites assurent la revisite d'une zone tous les 5 jours. A la suite d'un incendie, les surfaces brûlées dénudées sont observables en noires en infrarouge. Elles restent visualisables jusqu'à la reprise de la végétation verte. Une même zone peut donc être détectée plusieurs fois.		Copernic
Création et utilisation de la chaîne de traitement	Utilisation de l'algorithme Support Vector Machine (SVM) pour détecter les surfaces brûlées en fonction de leur réponse spectrale particulière. Leurs contours sont ainsi délimités et vectorisés afin d'être exploités par ArcGIS.		Telespazio et Insight
Processus de contrôle des données avec optimisation des méthodes de traitements	Contrôle global des données en entrée de la chaîne de traitement	Permet de contrôler la qualité des données récupérées en sortie de la chaîne de télédétection (contrôle quantitatif, de l'aspect sémantique, de la géométrie et de la topologie)	OEIL
	Elimination des polygones Sentinel 2 en double	Permet d'éliminer les polygones qui se superposent parfaitement. Création de l'outil « ControleDoublons »	OEIL
	Elimination des polygones Sentinel 2 croisant les classes aberrantes du MOS	Mise à jour du MOS composite. Création de l'outil « FusionCroisAberration » qui permet de lister les classes aberrantes qui recoupent chaque polygone. Création de l'outil « FusionCroisAb » qui permet d'interagir facilement avec l'outil précédent notamment en	OEIL

		choisissant les champs que l'on souhaite définir comme aberrant	
Regroupement des polygones Sentinel 2 en évènements incendies	Consolidation de la méthode existante qui utilise plusieurs critères pour valider et regrouper les surfaces détectées par Sentinel-2 (intersection avec un polygone de données de référence externe, seuils de persistance de détection d'une surface brûlées, distance entre les polygones Sentinel 2 et différence temporelle entre deux polygones Sentinel 2 qui s'intersectent)	<u>Intersection avec un polygone de données de référence externe :</u> Utilisation des données VIIRS et DSCGR <u>Seuil de persistance de détection :</u> Un script python a été développé afin de calculer et enregistrer les différences de dates entre polygones Sentinel 2 et ceux de références associées. Tests de comparaison et statistiques descriptives effectués afin de déterminer si le paramètre temporel peut-être affiné en fonction des caractéristiques territoriales (type de substrat, MOS-type de végétation brûlée, présence de cuirasse) Développement du script python « TestsStatistiques » <u>Distance entre les polygones Sentinel 2 :</u> Script python « DistanceS2 » développé afin de déterminer quelle distance doit être appliquée en tampon autour des polygones Sentinel 2 pour qu'ils soient regroupés en un évènement incendie identique. <u>Différence temporelle entre les polygones Sentinel 2 :</u>	OEIL

		Un test statistique a été fait afin de déterminer le seuil temporel permettant de distinguer deux incendies différents.	
Production d'un protocole automatique de validation et d'agrégation des polygones Sentinel 2	Association des polygones Sentinel 2 aux polygones de références (DSCGR, VIIRS, polygones S2 de l'année précédente) et développement du script Python « ValidationParReferences » Variation et analyse des critères décrit précédemment pour déterminer les seuils fixes. Seuils fixes intégrés au protocole pour valider et réunir automatiquement les polygones Sentinel 2 d'une année		OEIL
Optimisation du processus de photo-interprétation	Développement de tables permettant de savoir si le polygone visualisé correspond bien à une surface brûlée Développement du script « FusionGroupePi » afin de joindre les informations de la table Excel à la table attributaire S2, de séparer les surfaces brûlées des faux positifs et des doutes, puis de fusionner les polygones S2 appartenant à un même évènement		OEIL
Optimisation de la production de données pour le bilan environnemental	Développement de scripts permettant d'effectuer l'analyse spatiale automatiquement		OEIL

	Ha impactés	m² impactés	Fourchette de ratio OCMC	Ratio final	Superficie totale à compenser (ha)	Type de compensation cible 1 (67%)	Superficie correspondante (ha)	Coût monétaire indicatif (Fcfp)	Type de compensation cible 2 (33%)	Superficie correspondante (ha)	Coût monétaire indicatif (Fcfp)	Coût monétaire indicatif total (Fcfp)
Forêt sur sol ultramafique (type forêt humide)	56	562 676	0 - 10	4	225	Enrichissement forêt humide	151	1 130 978 760	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	74	74 273 232	1 205 251 992
Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)	97	966 143	0 - 10	3,4	328	Enrichissement forêt humide	220	1 650 655 316	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	108	108 401 245	1 759 056 560
Maquis para forestier	286	2 855 986	0 - 5	1,8	514	Récréation de maquis	344	2 583 239 337	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	170	169 645 568	2 752 884 905
Maquis ligno-herbacé	371	3 712 978	0 - 2	0,5	186	Récréation de maquis	124	932 885 723	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	61	61 264 137	994 149 860
Forêt sèche état moyen	38	384 300	0 - 10	3,5	135	Récréation de forêt sèche	90	675 887 625	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	44	44 386 650	720 274 275
Savane à Niaoulis	4 874	48 738 544	0 - 1	0,1	487	Récréation de maquis	327	2 449 111 836	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	161	160 837 195	2 609 949 031
Formations herbacées	231	2 312 061	0 - 1	0,03	7	Récréation de maquis	5	34 854 320	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	2	2 288 940	37 143 260
	92								Coût de la restauration écologique compensatoire =			10 078 709 883,17
Technique de restauration écologique						Coût indicatif à l'hectare (Fcfp)						
Coût indicatif plantation classique						7 500 000						
Coût indicatif de plantation sylvicole "haute qualité écologique"						1 000 000						
Coût indicatif de semis hydraulique						4 100 000						
Coût indicatif de semis à sec						5 800 000						
Enrichissement de forêt humide						> assimilé plantation classique (mais coûte probablement plus cher en réalité)						
Recréation de végétation rivulaire						> assimilé plantation classique (coût probablement équivalent, très dépendant de la configuration du site)						
Lutte contre l'érosion						> très dépendant de la configuration de chaque site, difficile de systématiser						
Source de l'estimation des coûts monétaires associés à la technique de restauration écoloaque : Province Sud												

Figure 51 : Tableau explicatif du calcul du coût de restauration (Source : Province Sud, OCMC)

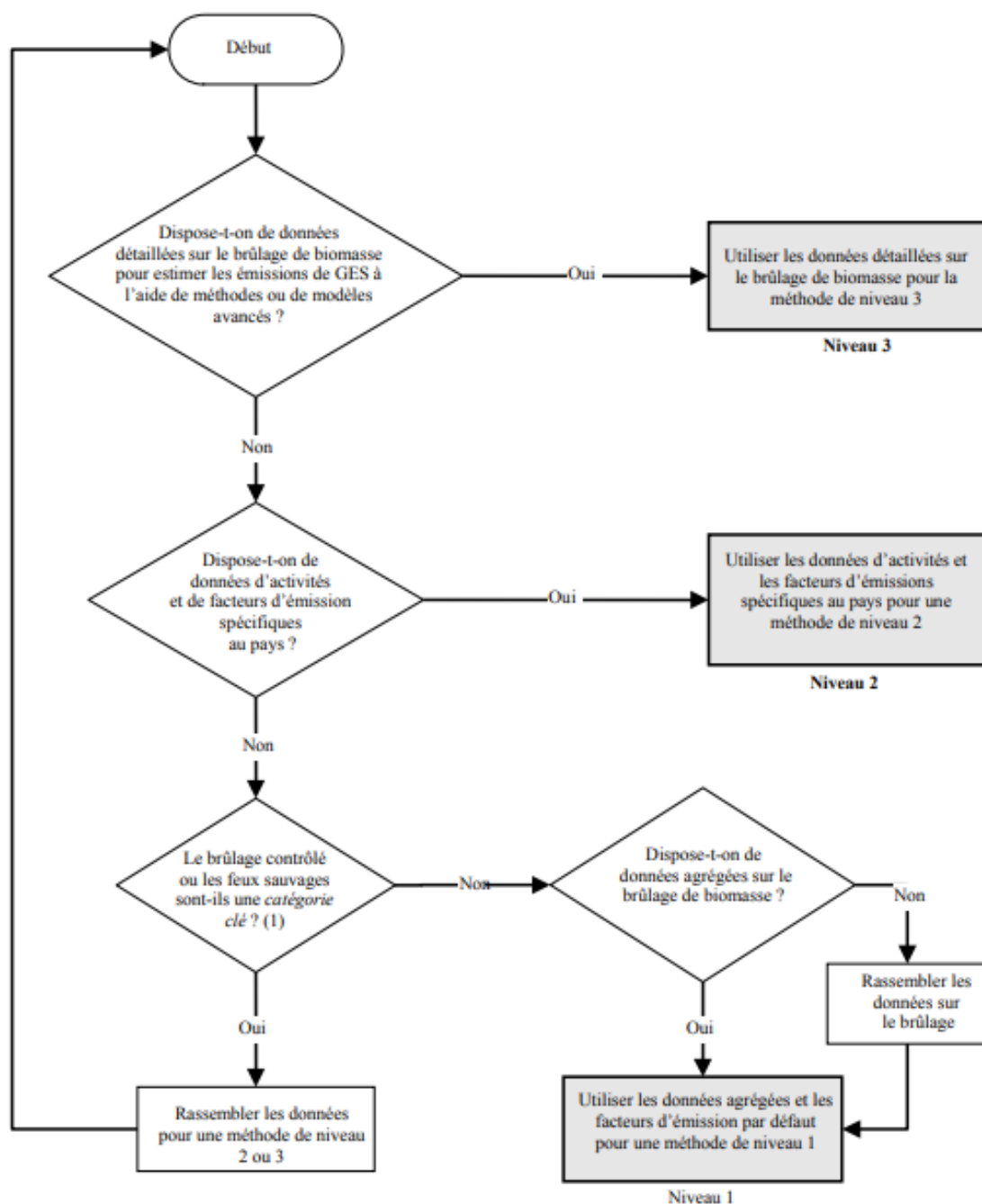


Figure 52: Figure d'aide à la décision pour identifier la méthode appropriée afin d'estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant d'un incendie (Source : 2006 IPCC 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

Tableau 64: Valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.4 VALEURS DE CONSOMMATION DE LA BIOMASSE (MATIERE ORGANIQUE MORTE PLUS BIOMASSE VIVANTE) (TONNES MATIERE SECHE HA⁻¹) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (À utiliser à l'équation 2.27, pour estimer le produit des quantités ' M_B • C_F', soit une quantité absolue)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SE	Références
Forêt primaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt primaire tropicale	83,9	25,8	7, 15, 66, 3, 16, 17, 45
	Forêt primaire tropicale ouverte	163,6	52,1	21,
	Forêt primaire tropicale humide	160,4	11,8	37, 73
	Forêt primaire tropicale sèche	-	-	66
Tous types de forêts tropicales primaires		119,6	50,7	
Forêt secondaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt secondaire jeune (3-5 ans)	8,1	-	61
	Forêt secondaire intermédiaire (6-10 ans)	41,1	27,4	61, 35
	Forêt tropicale secondaire avancée (14-17 ans)	46,4	8,0	61, 73
Tous types de forêts tropicales secondaires		42,2	23,6	66, 30
Tous types de forêts tropicales tertiaires		54,1	-	66, 30
Forêt boréale	Feux sauvages (généraux)	52,8	48,4	2, 33, 66
	Feux de cimes	25,1	7,9	11, 43, 66, 41, 63, 64
	Feux de surface	21,6	25,1	43, 69, 66, 63, 64, 1
	Rémanents et brûlis post-abattage	69,6	44,8	49, 40, 66, 18
	Feux de défrichage des terres	87,5	35,0	10, 67
Tous types de forêts boréales		41,0	36,5	43, 45, 69, 47
Forêts d'eucalyptus	Feux sauvages	53,0	53,6	66, 32, 9
	Feux contrôlés (surface)	16,0	13,7	66, 72, 54, 60, 9
	Rémanents et brûlis post abattage	168,4	168,8	25, 58, 46
	Bois abattu, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	132,6	-	62, 9
Tous types de forêts d'eucalyptus		69,4	100,8	
Autres forêts tempérées	Feux sauvages	19,8	6,3	32, 66
	Rémanents et brûlis post abattage	77,5	65,0	55, 19, 14, 27, 66
	Bois abattu, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	48,4	62,7	53, 24, 71
Tous « autres » types de forêts tempérées		50,4	53,7	43, 56

Tableau 65: Suite valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.4 (SUITE) VALEURS DE CONSOMMATION DE LA BIOMASSE (MATIERE ORGANIQUE MORTE PLUS BIOMASSE VIVANTE) (TONNES MATIERE SECHE HA⁻¹) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (À utiliser à l'équation 2.27, pour estimer le produit des quantités ' M_B • C_f ', soit une quantité absolue)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SE	Références
Terres arbustives	Terres arbustives (générales)	26,7	4,2	43
	Lande <i>Calluna</i>	11,5	4,3	26, 39
	Armoise	5,7	3,8	66
	Fynbos	12,9	0,1	70, 66
Toutes les terres arbustives		14,3	9,0	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée	2,5	-	28
	Savane-prairie	2,7	-	57
Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)		2,6	0,1	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée	3,3	-	57
	Savane-prairie	4,0	1,1	57, 6, 51
	Savane tropicale	6	1,8	52, 73
	Autres savanes arborées	5,3	1,7	59, 57, 31
Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		4,6	1,5	
Savanes-prairies/Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	2,1	-	28
	Prairies	-	-	48
Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)*		2,1	-	
Savanes-prairies/Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	5,2	1,7	9, 73, 12, 57
	Prairies	4,1	3,1	43, 9
	Pâturage tropical ¹	23,7	11,8	4, 23, 38, 66
	Savane	7,0	2,7	42, 50, 6, 45, 13, 65
Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		10,0	10,1	
Autres types de végétation	Tourbières	41	1,4	68, 33
	Toundra	10	-	33
Résidus agricoles (brûlis de champs après récoltes)	Résidus de blé	4,0		Voir note b
	Résidus de maïs	10,0		Voir note b
	Résidus de riz	5,5		Voir note b
	Cane à sucre ²	6,5		Voir note b

Tableau 66: Valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation
(Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.6 VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU ET CONSUMMEE) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (Les valeurs de la colonne « moyenne » sont utilisées pour la quantité C_f de l'équation 2.27)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	Références
Forêt primaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt primaire tropicale	0,32	0,12	7, 8, 15, 56, 66, 3, 16, 53, 17, 45,
	Forêt primaire tropicale claire	0,45	0,09	21
	Forêt primaire tropicale humide	0,50	0,03	37, 73
	Forêt primaire tropicale sèche	-	-	66
Toutes les forêts primaires tropicales		0,36	0,13	
Forêt secondaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt secondaire tropicale jeune (3-5 ans)	0,46	-	61
	Forêt secondaire tropicale intermédiaire (6-10 ans)	0,67	0,21	61, 35
	Forêt secondaire tropicale mature (14-17 ans)	0,50	0,10	61, 73
Toutes les forêts secondaires tropicales		0,55	0,06	56, 66, 34, 30
Toutes les forêts tertiaires tropicales		0,59	-	66, 30
Forêt boréale	Feux sauvage (général)	0,40	0,06	33
	Feux de cimes	0,43	0,21	66, 41, 64, 63
	Feux de surface	0,15	0,08	64, 63
	Brûlis post-abattage	0,33	0,13	49, 40, 18
	Feux de défrichage	0,59	-	67
Toutes les forêts boréales		0,34	0,17	45, 47
Forêts d'eucalyptus	Feux sauvages	-	-	
	Feux contrôlés – (surface)	0,61	0,11	72, 54, 60, 9
	Brûlis post-abattage	0,68	0,14	25, 58, 46
	Bois abattus, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	0,49	-	62
Toutes les forêts d'eucalyptus		0,63	0,13	
Autres forêts tempérées	Brûlis post-abattage	0,62	0,12	55, 19, 27, 14
	Bois abattus, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	0,51	-	53, 24, 71
Toutes les « autres » forêts tempérées		0,45	0,16	53, 56

Tableau 67: Suite valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.6 (SUITE) VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU ET CONSUMMEE) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (Les valeurs de la colonne « moyenne » sont utilisées pour la quantité C_f de l'équation 2.27)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	Références
Terres arbustives	Terres arbustives (générales)	0.95	-	44
	Lande <i>Calluna</i>	0.71	0.30	26, 56, 39
	Fynbos	0.61	0.16	70, 44
→ Toutes les terres arbustives		0.72	0.25	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée	0.22	-	28
	Savane-prairie	0.73	-	57
	Autres savanes arborées	0.37	0.19	22, 29
Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)		0.40	0.22	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée	0.72	-	66, 57
	Savane-prairie	0.82	0.07	57, 6, 51
	Savane tropicale	0.73	0.04	52, 73, 66, 12
	Autres savanes arborées	0.68	0.19	22, 29, 44, 31, 57
Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0.74	0.14	
Savanes-prairies/ Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	0.74	-	28
	Prairies	-	-	48
Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)*		0.74	-	
Savanes-prairies/ Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	0.92	0.11	44, 73, 66, 12, 57
	Pâturage tropical	0.35	0.21	4, 23, 38, 66
	Savane	0.86	0.12	53, 5, 56, 42, 50, 6, 45, 13, 44, 65, 66
→ Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0.77	0.26	
Autres types de végétation	Tourbière	0.50	-	20, 44
	Terres humides tropicales	0.70	-	44
Résidus agricoles (brûlis de champs après récoltes)	Résidus de blé	0.90	-	see Note b
	Résidus de maïs	0.80	-	see Note b
	Résidus de riz	0.80	-	see Note b
	Cane à sucre ^a	0.80	-	see Note b

Tableau 68: Facteurs d'émissions pour différents types de brûlage (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.5 FACTEURS D'ÉMISSIONS (g kg⁻¹ MATIÈRE SECHÉ BRÛLÉE) POUR DIFFÉRENTS TYPES DE BRÛLAGE. LES VALEURS SONT DES MOYENNES DE ± SD BASEES SUR L'ÉTUDE EXHAUSTIVE MENÉE PAR ANDREAE ET MERLET (2001) (À utiliser comme quantité 'G_{ef}' à l'équation 2.27)					
Catégorie	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
Savanes et prairies	1613 ± 95	65 ± 20	2,3 ± 0,9	0,21 ± 0,10	3,9 ± 2,4
Résidus agricoles	1515 ± 177	92 ± 84	2,7	0,07	2,5 ± 1,0
Forêt tropicale	1580 ± 90	104 ± 20	6,8 ± 2,0	0,20	1,6 ± 0,7
Forêt extra tropicale	1569 ± 131	107 ± 37	4,7 ± 1,9	0,26 ± 0,07	3,0 ± 1,4
Brûlage de biocombustible	1550 ± 95	78 ± 31	6,1 ± 2,2	0,06	1,1 ± 0,6
Note : La catégorie « forêt extra tropicale » comprend tous les autres types de forêts. Note : Pour la combustion de biomasse non ligneuse dans les prairies et les terres cultivées, les émissions de CO ₂ ne doivent pas nécessairement être estimées et notifiées, parce qu'on suppose que les absorptions annuelles (par la croissance) et les émissions (soit par la décomposition soit par le feu) de CO ₂ par la biomasse sont à l'équilibre (lire ci-dessus les explications sur la synchronie, à la section 2.4).					

Explication du chiffre des estimation totale de GES en Nouvelle-Calédonie.

Tableau 69: Tableau récapitulatif des émissions de GES en Nouvelle-Calédonie sur la période de temps 2005-2018 (Source : Danois.J (2019)-DIMENC; Communication personnelle)

	Inventaire CITEPA										Estimation DIMENC	
	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
TOTAL estimation NC (base māj inv 2016)	4475672	4565989	4700956	5591744	5913354	5984316	6231376	7258976	7192906	7717981	7779859	8058964

Ainsi, en 2017 la DIMENC estimait les émissions globales de GES à 7 779 859 teqCO₂ et à 8 058 964 teqCO₂ en 2018. Or, ces chiffres comprennent les émissions liées à l'utilisation des Terres, Changements d'affectation des terres et la Forêt (UTCATF) estimé par le CITEPA incluant de façon intrinsèque la part des émissions induites par les feux. Cette part estimée selon une méthodologie propre au CITEPA, est considérée constante au cours du temps faute d'acquisition de données récente et s'élève à 293 957 tCO₂. Ainsi, il a été choisi de retrancher cette valeur au total des émissions de GES indiqué dans le tableau ci-dessus. Ceci permet d'obtenir la part que représente les émissions induites par les feux sur l'ensemble des émissions de GES de Nouvelle-Calédonie.

A noter que la méthodologie utilisée par le CITEPA n'a pas été choisie dans le présent rapport pour déterminer les émissions induites par les feux car le manque de données ne permettait pas de mettre à jour les paramètres d'entrée. De ce fait, il a été choisi d'utiliser la méthodologie prescrite par le GIEC.