



©OEIL

©Kartomatik

Rapport version 5

Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017 sur la Nouvelle-Calédonie

Auteurs : A-S. LUIS (Kartomatik), F. ALBOUY (OEIL), J-F. N'GUYEN VAN SOC (OEIL)
Editeur : OEIL

Avril 2019

KARTOMATIK



Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie

tel : 23 69 69
www.oeil.nc

Remerciements

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 difficultés rencontrées. Un remerciement particulier au pôle Systèmes d'Information de l'OEIL pour avoir permis l'utilisation de leur outil, leurs conseils et la richesse de nos échanges.

Un grand merci à l'ensemble des contributeurs de cette étude, sans qui la richesse du bilan de l'impact environnemental des incendies en Nouvelle-Calédonie en 2017 n'aurait pas été possible. Merci à tous les organismes qui ont accepté de partager des données géolocalisées avec l'OEIL.

Plus particulièrement, merci à Endemia, porté par Shankar Meyer et Dominique Fleurot, pour avoir fourni des données, pour leur participation à diverses étapes de l'étude et pour la diversité de nos discussions. Merci au WWF, et plus particulièrement à Hubert Géraux et Emma Do Khac pour la transmission de données, leur suivi global de l'étude et nos échanges. Un remerciement particulier à la province Sud, au Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie et aux différents services qui ont collaboré en fournissant des données à l'OEIL, et notamment à Nicolas Rinck pour avoir partagé les mécanismes de l'OCCM, et à Alex Ferrand pour les données transmises et le temps consacré aux échanges. Enfin, un remerciement au pôle Forêt Sèche du CEN pour la transmission de leurs données.



Sommaire

REMERCIEMENTS	2
SOMMAIRE	3
RESUME EXECUTIF	5
1. INTRODUCTION	7
1.1. Contexte	7
1.2. Délimitation de la zone d'étude	8
1.3. Objectif de l'étude	8
2. DONNEES SOURCES.....	9
2.1. Les anomalies thermiques issues des satellites.....	9
2.1.1. <i>L'instrument MODIS des satellites Aqua et Terra.....</i>	9
2.1.2. <i>Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP.....</i>	9
2.2. Les données de surfaces brûlées de Sentinel 2.....	10
2.2.1. <i>Principe de la méthode.....</i>	10
2.2.2. <i>Les images des satellites Sentinel 2.....</i>	11
2.2.3. <i>Le contrôle des surfaces brûlées</i>	11
2.3. L'utilisation des données satellites en fonction de leur résolution spatiale.....	14
2.4. Les données environnementales exploitées pour caractériser l'impact des incendies.....	15
3. CARACTERISATION STATISTIQUES GENERALES SUR LES INCENDIES.....	18
3.1. Analyse temporelle.....	18
3.1.1. <i>Variabilité interannuelle des départs de feux</i>	18
3.1.2. <i>Saisonnalité des surfaces brûlées.....</i>	20
3.2. Analyse spatiale des incendies de 2017.....	22
3.2.1. <i>Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par unité territoriale en 2017.</i>	22
3.2.2. <i>Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par type de foncier.....</i>	27
3.2.3. <i>Etude de la répartition des incendies</i>	28
3.2.4. <i>Étude de la proximité des incendies</i>	33
4. ANALYSE SPATIALE DE L'IMPACT DES INCENDIES EN 2017	36
4.1. Impact sur l'environnement.....	36
4.1.1. <i>Impact sur la faune et la flore.....</i>	36
4.1.2. <i>Impact sur les périmètres protégés réglementairement ou labellisés.....</i>	66
4.1.3. <i>Impact sur la ressource en eau</i>	69
4.1.4. <i>Estimation des implications financières liées à la réparation du préjudice environnemental des incendies</i>	76
5. ELEMENTS DE DISCUSSION	78
5.1. Limites de l'étude	78
5.1.1. <i>Limites liées à la détection des surfaces brûlées.....</i>	78
5.1.2. <i>Limites liées au contrôle des données</i>	79
5.1.3. <i>Limites liées à la caractérisation des impacts environnementaux</i>	80
5.2. Détails des modalités de croisement appliquées.....	80

5.2.1.	<i>Précisions d'ordre général</i>	81
5.2.2.	<i>Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour compter les incendies</i>	81
5.2.3.	<i>Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour estimer les superficies incendiées.</i>	82
5.2.4.	<i>Précisions des pré-traitements effectués sur les couches utilisées</i>	82
6.	CONCLUSION	82
6.1.	Bilan de l'étude	82
6.2.	Prospectives d'analyses croisées supplémentaires	83
	REFERENCES	85
	TABLE DES FIGURES	88
	TABLE DES TABLEAUX	90
	ANNEXE : MODALITE DE CALCUL DE L'ESTIMATION DES IMPLICATIONS FINANCIERES LIEES A LA REPARATION DU PREJUDICE ENVIRONNEMENTAL DES INCENDIES	92

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2017 sur la Nouvelle-Calédonie		
Auteurs	A-S LUIS (Kartomatik), F ALBOUY (OEIL), JF N'GUYEN VAN SOC (OEIL)		
Collaborateurs			
Editeurs	OEIL		
Année d'édition du rapport	2019	Année des données	2017

Objectif	L'objectif de cette étude est de caractériser les incendies de l'année 2017 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, est composée 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 10.4.1 du logiciel ArcGIS. Les traitements de croisement entre les incendies et les autres sources d'information se sont appuyés sur un outil développé par l'OEIL.

Résultats et conclusions	<p>Ce travail représente la première quantification des incendies issus d'images hautes résolutions sur le territoire calédonien, 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.</p> <p>Voici un extrait des résultats obtenus : l'étendue des surfaces brûlées en 2017 est de 24 145 hectares, ce qui représente 1,3 % de la surface totale de la Nouvelle-Calédonie. La province Nord a été fortement impactée par les incendies, elle regroupe à elle seule 79 % du nombre total d'incendies et 78,8 % de la superficie totale d'hectares consumés par les flammes, contre 21 % pour la province Sud et 0,2 % pour la province des Iles. C'est la commune de Ouégoa qui a subi le plus de dommages liés aux incendies, 4 395 hectares sont partis en fumée, ce qui représente presque 7 % de sa superficie communale.</p> <p>L'étude de la proximité des incendies aux infrastructures humaines a démontré que 70% des incendies se situeraient à moins de 0,5 kilomètre d'au moins une habitation. Également, 70 % des incendies seraient localisés à moins de 0,5 kilomètre d'au moins une voie d'accès. L'étude de la densité du nombre d'incendies indique que les axes routiers transversaux comme la Koné-Tiwaka et l'axe de Thio-Canala semblent 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 4 % de tous les incendies, mais sont à l'origine de 50 % de la superficie totale brûlée.</p>
---------------------------------	--

	<p>L'analyse de l'impact des incendies sur les enjeux environnementaux a montré que 15 729 hectares de la strate herbacée ont été incendiés, contre 5 425 hectares de la strate arbustive et 876 hectares de la strate arborée. La forêt sèche, écosystème exceptionnel et particulièrement fragile a été incendiée sur 73 hectares et les zones de connectivités situées autour de cet écosystème ont été touchées sur 146 hectares. Certaines espèces menacées d'extinction ont été concernées par les incendies ; 11 espèces considérées comme « En danger critique » d'extinction, et 51 considérées comme « En danger » d'extinction. Les bassins versants producteurs d'eau potable ont subi 160 incendies pour une surface impactée de 985 hectares. Certains périmètres d'intérêt ayant une reconnaissance internationale ou un statut de protection ont aussi été impactés par les incendies. Des calculs effectués avec l'Outil de Calcul des Mesures Compensatoires (OCMC) ont permis d'estimer à environ 30 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 2017 en Nouvelle-Calédonie.</p>		
Limites de l'étude	<p>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, certains impacts (émissions atmosphériques, etc.) n'ont pas pu être quantifiés.</p>		
Evolutions	Version 5	Date de la version	02/04/2019

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 lutttes 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 EEC. Ce service permet de recevoir une alerte par courriel à chaque nouvelle détection et est

¹ Projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche, coordonné par Christelle Hély-Alleaume 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](#)

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 le milieu néo-calédonien en 2017.

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, l'observatoire a souhaité que la détection des incendies soit réalisée sur l'ensemble du territoire afin que les conséquences environnementales des feux puissent être identifiables et quantifiables à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

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 2017, à partir des données d'enjeux environnementaux produites par les partenaires de l'OEIL en Nouvelle-Calédonie.

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

2. Données sources

2.1. Les anomalies thermiques issues des satellites

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. Depuis octobre 2018, les données du satellite Himawari de la Japan Meteorological Agency (JMA) sont également utilisées.

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 31 mars 2018 pour cette étude, soit 1 698 polygones.

La faible résolution spatiale des produits MODIS 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.

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. Pour cette étude, nous possédons l'ensemble de la chronique de données s'étendant du 21 janvier 2012 au 23 mars 2018, soit 2 546 polygones. La [Figure 1](#) met en avant les détections effectuées par le VIIRS concernant l'incendie de Bangou la Tontouta daté d'octobre 2017.

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

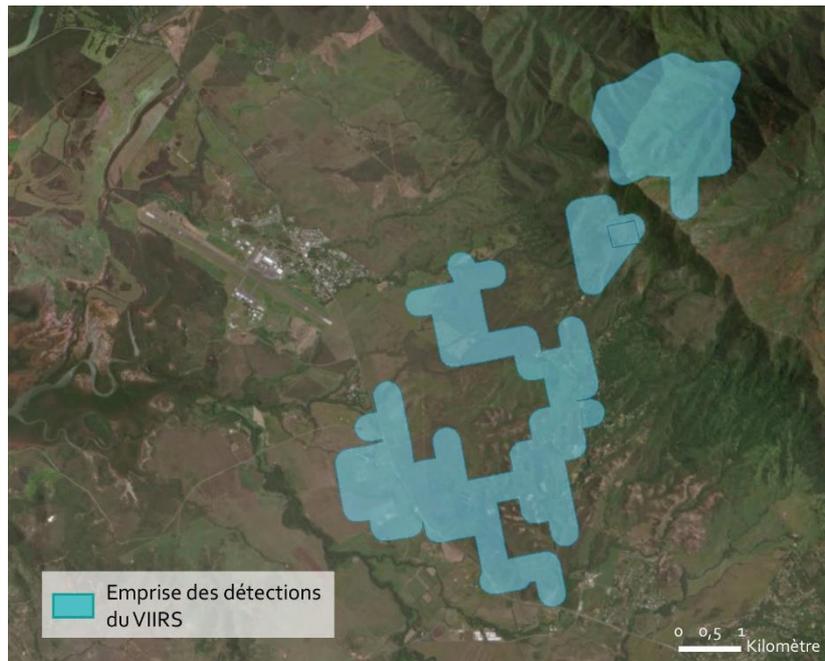


Figure 1 : Emprise des détections effectuées par le capteur VIIRS pour l'incendie de Bangou - la Tontouta en octobre 2017 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik)

Ces surfaces brûlées seront utilisées pour l'analyse spatiale de la répartition des incendies à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Cf. Partie 3.2.1.1.).

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 mise 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

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>

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 20 425 surfaces brûlées pour l'année 2017.



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 20 425 surfaces brûlées détectées sur les images satellitaires de 2017 ne correspondent en aucun cas à un nombre d'incendie réel aussi conséquent.

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

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

être en partie erronées. Ainsi, un protocole de vérification des détections a été réalisé. Les étapes qui le constituent sont présentées dans la Figure 2 ci-dessous⁸.

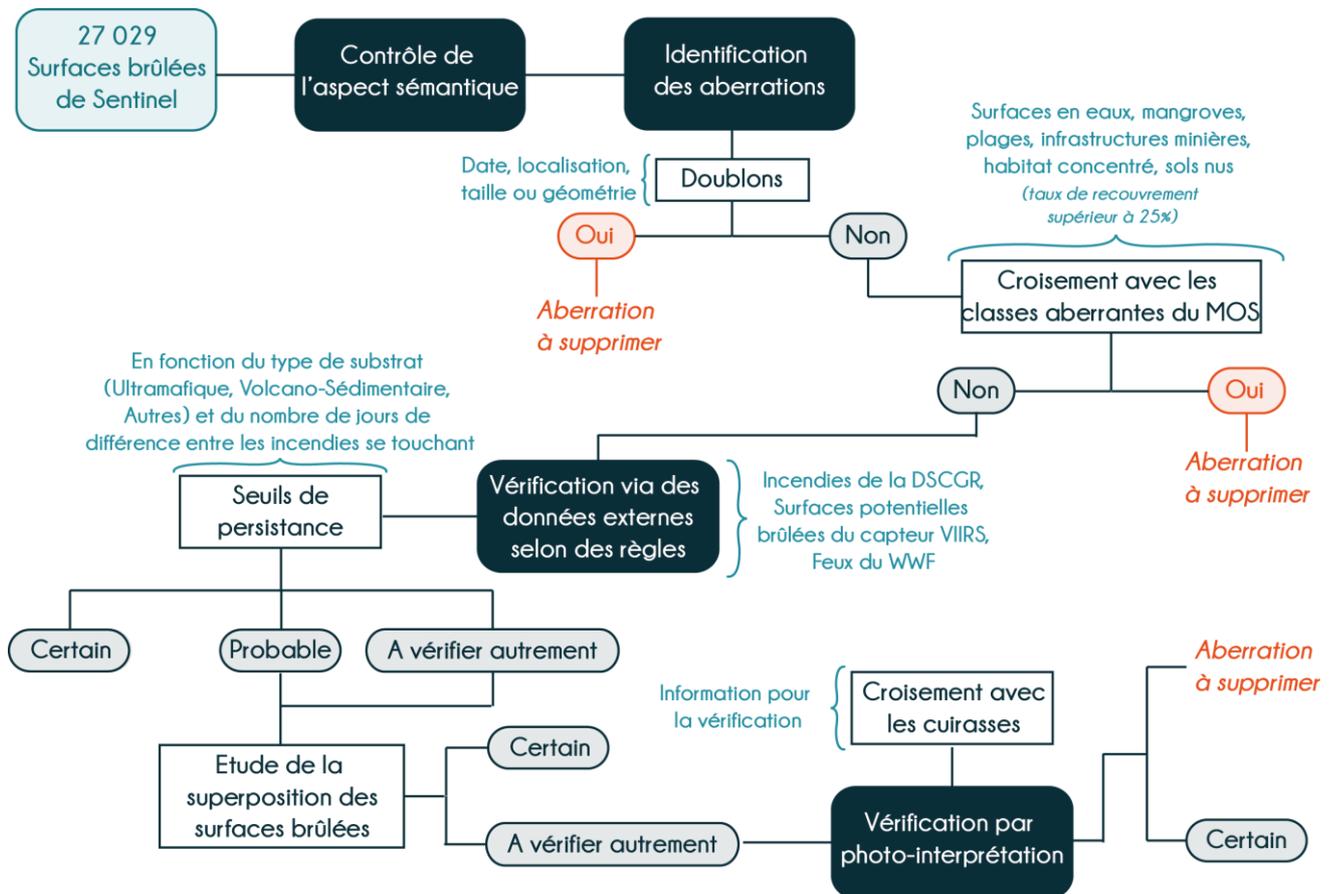


Figure 2 : Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel, pour la période allant du 13 novembre 2015 au 31 mars 2018 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. [L'ordre présenté n'est pas obligatoirement celui qui a été suivi de manière chronologique]. (Source : 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 ravagé le territoire. Le rassemblement des détections repose sur des critères de proximité et de temporalité. Deux étapes d'agrégation spatio-temporelle ont été déployées. La Figure 3 montre un exemple de réunion des détections des satellites

⁸ 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>

Sentinel 2A et 2B pour l'incendie de Bangou la Tontouta détectées entre octobre et novembre 2017.

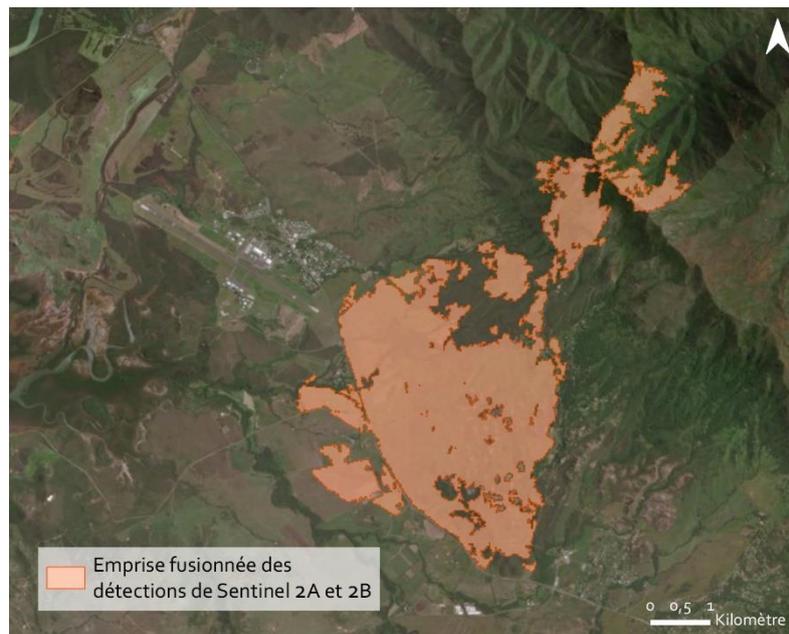


Figure 3 : Emprise fusionnée des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour l'incendie de Bangou - la Tontouta en octobre et novembre 2017 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik)



A Retenir

La méthode automatisée d'analyse des images satellitaires de Sentinel 2 a permis de détecter 20 425 surfaces brûlées potentielles en 2017. Après des traitements de vérification et d'agrégation spatio-temporelle, le nombre d'incendie est estimé à 1 238 en 2017, ce qui représenterait environ 24 145 hectares brûlés sur le territoire calédonien. Pour rappel, les incendies détectés par cette méthode possèdent une superficie supérieure à 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. Il convient de préciser que la base de données brute comprenant des détections de novembre 2015 à mars 2018 possédait environ 6,6 % de fausses détections, ces dernières ont été exclues afin de rendre compte uniquement des détections ayant été identifiées comme des incendies par la méthode de contrôle des données. L'ensemble des données restantes ont été vérifiées par des croisements géomatiques avec des données extérieures à l'OEIL, et par photo-interprétation.

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. De fait, 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 décimétrique 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 satellite MODIS** : 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 2017.
- **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 2017.
- **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 2017. Les échelles territoriales, provinciales, communales, mais aussi les aires coutumières et le carroyage DFCI de 20 kilomètres seront étudiés. Elles seront également mobilisées pour chiffrer l'impact des incendies sur les enjeux présents en Nouvelle-Calédonie.

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

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 2017. 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
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 produites 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 <i>Scaevola</i> "
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 », et EN : « En danger »)	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Endemia
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	Province Sud
Mangroves	Mangrove Grand Nouméa	Données représentant la localisation des mangroves	La Foa (baie de Téremba et baie sans Eau), Moindou (Baie de Moindou), Païta, Dumbéa, Nouméa, Mont-Dore
	Mangrove programme ZoNéCo		Ensemble de la Nouvelle-Calédonie
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
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
Connectivités moyenne distance des forêts sèches	Localisation des liaisons entre les zones de vigilance de forêt sèche avec une seuil de distance minimal de 200 mètres	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie

Milieu d'intérêt important pour la conservation	Localisation des milieux d'intérêt important pour la conservation	Province Sud	DENV, Province Sud
Milieu essentiel à la préservation de la biodiversité	Localisation des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	Province Sud	DENV, Province Sud
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
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
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)
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	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Province Sud
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
Bassins versants producteurs d'eau potable	Localisation des bassins versants producteurs d'eau potable basée sur les captages superficiels 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

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 construite uniquement à l'aide des données des satellites MODIS. En effet, ils disposent de la chronique de données la plus importante, à savoir de 2001 à 2017. L'amplitude temporelle de ces données permet d'avoir une vision diachronique des incendies sur le territoire calédonien.

3.1.1. Variabilité interannuelle des départs de feux



De manière générale, l'éclosion des incendies est influencée 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 pente du terrain et de l'exposition aux vents, influencera la propagation de l'incendie. Le climat, quant à lui, 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 développé, 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. On peut tout de même souligner qu'une année particulièrement sèche aura pour conséquence d'accroître le risque d'incendie.

La [Figure 4](#) met en avant le nombre total de surfaces brûlées en Nouvelle-Calédonie par année depuis 2001. Les données représentées sont issues de la chronique temporelle sur les incendies du satellite MODIS entre 2001 et 2017.

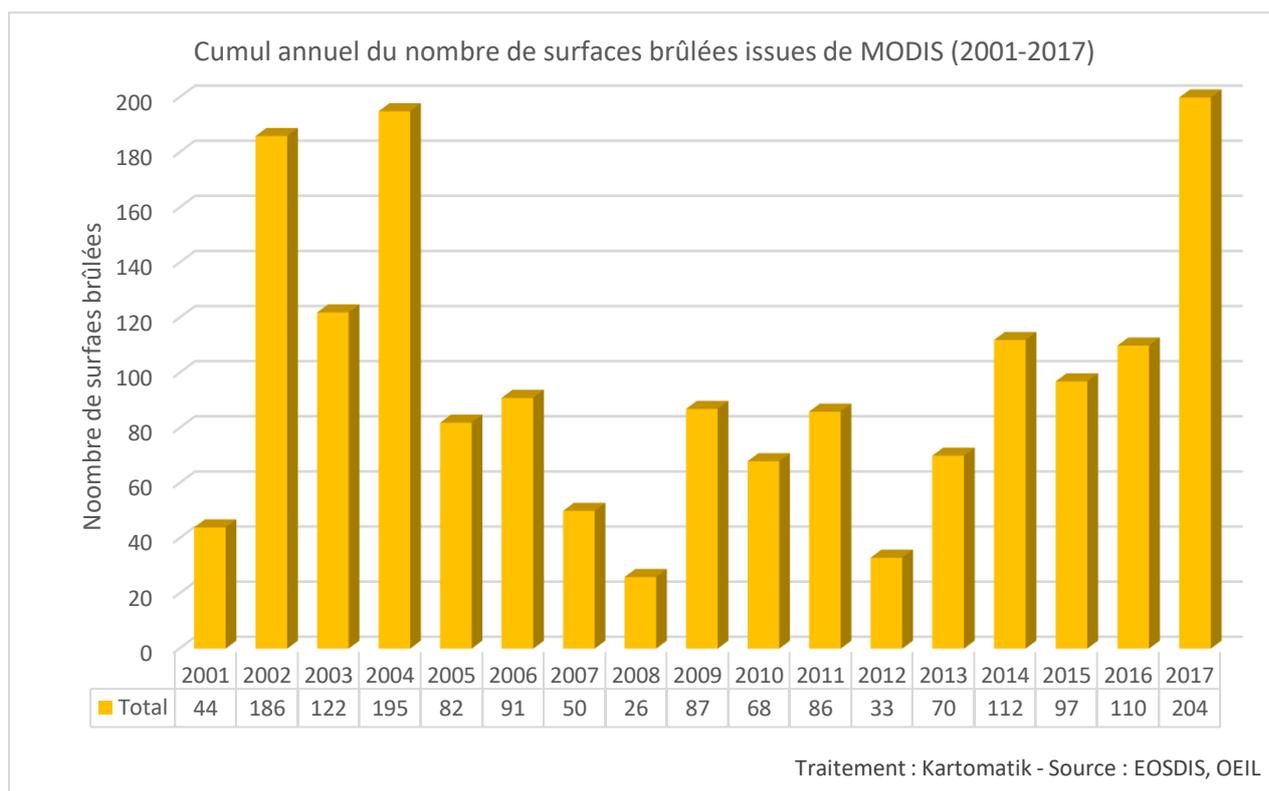


Figure 4 : Cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2017 pour la Nouvelle-Calédonie.



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 brûlé sur le territoire. L'année 2017 étant celle où le plus d'incendies ont été détectés, avec 204 surfaces brûlées captées par MODIS.

En effet, 2017 a été enregistrée comme la cinquième année la plus chaude depuis 1970, avec une hausse moyenne des températures de + 0,5°C. Les précipitations ont été inférieures de 32 % à la moyenne calculée entre 1981 et 2010. La combinaison de ces facteurs a participé au développement d'une période de sécheresse intense qui a touché la Nouvelle-Calédonie entre mai et novembre 2017⁹. Pour rappel, les caractéristiques des capteurs de MODIS font qu'ils détectent peu d'incendies, ainsi ces données sont à considérer avec précaution, et le graphique est à lire en valeur relative. On peut souligner la très forte variabilité du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS depuis 2001.

⁹ Le bilan climatique annuelle de l'année 2017 peut être téléchargé sur le lien [suivant](#)

3.1.2. Saisonnalité des surfaces brûlées

Informations

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 Niño¹⁰. Ce dernier provoque une réduction de la pluviométrie impliquant un état de sécheresse accru, augmentant notablement le risque d'inflammabilité du couvert végétal.

La **Figure 5** représente les cumuls mensuels du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS entre 2001 et 2017 en Nouvelle-Calédonie.

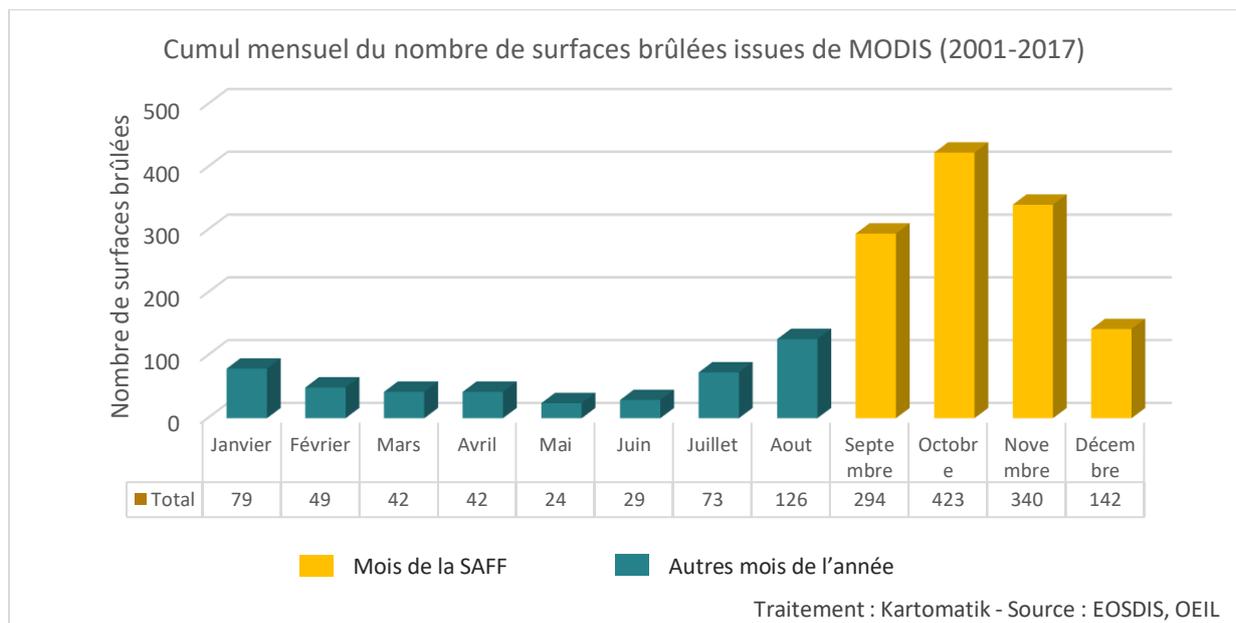


Figure 5 : Cumul mensuel du nombre de surfaces brûlées issues de MODIS entre 2001 et 2017 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie

A Retenir

On remarque que la période où le plus grand nombre d'incendie est détectée, se situe en fin d'année, entre septembre et décembre. Ces mois représentent la période de l'année à

¹⁰ Des informations sur le phénomène El Niño sont disponibles en cliquant sur le lien suivant : [El Niño](#)

laquelle la végétation est la plus sèche. Ces quatre mois regroupent 72% des surfaces brûlées détectées par MODIS.

Ainsi, 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.

La **Figure 6** *Erreur ! Source du renvoi introuvable.* détaille les cumuls mensuels des surfaces brûlées détectées pendant la SAFF pour les quatre années regroupant le plus d'incendies sur le territoire.

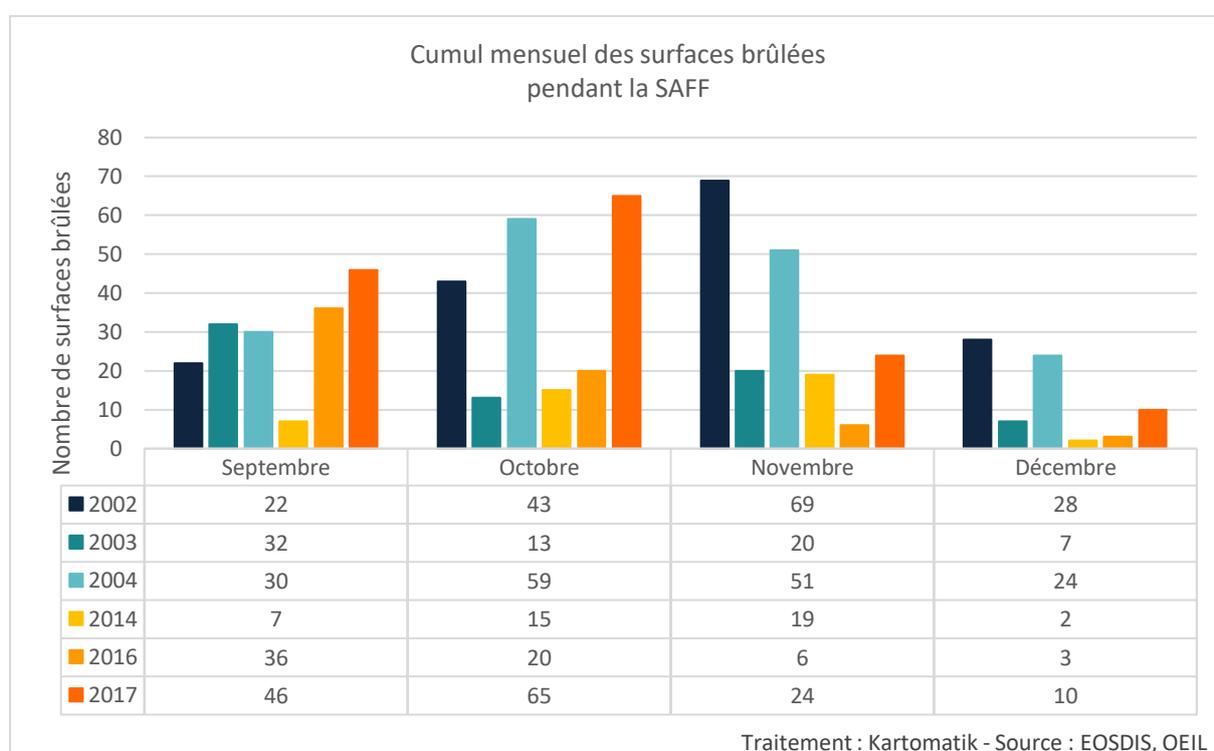


Figure 6 : Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2002, 2003, 2004, 2014, 2016 et 2017

A Retenir

En 2017, septembre et d'octobre représentent les mois où le plus grand nombre d'incendies a été détecté durant la SAFF, à l'image des incendies de Koumac, à proximité de l'aéroport de Nouméa La Tontouta, ou encore Kaala-Gomen qui s'étaient déclarés en octobre 2017. On observe également une tendance d'augmentation du nombre d'incendies qui atteint son pic en octobre ou novembre pour finalement diminuer en décembre. L'augmentation croissante du nombre d'incendies correspondant à la période de l'année où la végétation brûle facilement du fait de sa sécheresse.

3.2. Analyse spatiale des incendies de 2017

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 2017 en Nouvelle-Calédonie sont répertoriées 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'identifier si un lien entre incendies et infrastructures humaines existe.

3.2.1. Quantification du nombre d'incendies et des superficies incendiées par unité territoriale en 2017

Sont présentés dans cette partie, le nombre d'incendies et la superficie en hectare incendiée 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 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 mêmes¹¹.

¹¹ Pour plus de détails, se référer à la partie 2 : Données sources

Tableau 2 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

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	1 238	24 145	1,3

Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

VIIRS				
Périmètre administratif	Superficie (ha)	Nb d'incendies	Superficie Incendiée (ha)	Part de la surface incendiée du territoire (%)
Nouvelle-Calédonie	1 838 615	728	32 561	1,8

A Retenir

1238 incendies ont touché la Nouvelle-Calédonie en 2017 selon les données détectées par les satellites Sentinel 2, ce qui représente environ 24 145 hectares, contre 32 561 hectares et 728 incendies pour le capteur VIIRS.

La suite des résultats ne seront présentés que pour les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2.

3.2.1.2. Province

Tableau 4 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Nom de la province	Superficie (ha)	Nb d'incendie	Part du nombre total d'incendie (%)	Superficie Incendiée (ha)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part de la surface incendiée par province (%)
Province Nord	941 213	979	79	19 016	78,8	2,02
Province Sud	698 131	243	19,6	5 056	21	0,72
Province des Iles	194 774	17	1,4	51	0,2	0,03

A Retenir

La province Nord a été largement plus touchée que ses deux voisines, avec près de 79% du nombre d'incendies total répertoriés par les satellites Sentinel 2.

3.2.1.3. Commune

Tableau 5 : Répartition par communes des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Nom de la commune	Superficie (ha)	Nombre d'incendies	Part du nb total d'incendie (%)	Superficie Incendiée (ha)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part de la surface incendiée par commune (%)
Ouégoa	64 960	70	5,54	4 395	18,2	6,77
Kaala-Gomen	70 915	92	7,28	1 938	8,03	2,73
Païta	69 371	28	2,22	1 906	7,9	2,75
Koné	38 048	75	5,94	1 759	7,29	4,62
Hienghène	99 221	134	10,61	1 515	6,27	1,53
Thio	98 664	67	5,30	1 408	5,83	1,43
Poya	84 335	67	5,30	1 318	5,46	1,56
Canala	43 194	97	7,68	1 294	5,36	3,00
Pouébo	20 026	54	4,28	1 138	4,72	5,68
Koumac	55 199	23	1,82	1 061	4,39	1,92
Touho	27 792	60	4,75	828	3,43	2,98
Pouembout	67 531	58	4,59	698	2,89	1,03
Poum	46 801	27	2,14	687	2,84	1,47
Houaïlou	93 672	69	5,46	573	2,37	0,61
Kouaoua	38 277	42	3,33	546	2,26	1,43
Voh	79 788	28	2,22	521	2,16	0,65
Poindimié	66 633	57	4,51	490	2,03	0,74
La Foa	46 061	28	2,22	424	1,76	0,92
Bourail	79 749	38	3,01	307	1,27	0,38
Mont-Dore	63 585	12	0,95	284	1,17	0,45
Bouloupari	86 598	32	2,53	266	1,1	0,31
Ponérihouen	69 855	45	3,56	232	0,96	0,33
Yaté	133 310	12	0,95	126	0,52	0,09
Moindou	31 899	9	0,71	116	0,48	0,37
Dumbéa	25 330	5	0,40	114	0,47	0,45
Ile des Pins	15 840	8	0,63	78	0,32	0,49
Lifou	115 081	10	0,79	35	0,14	0,03
Belep	6 476	3	0,24	23	0,09	0,35
Maré	65 811	3	0,24	10	0,04	0,01
Sarraméa	10 576	3	0,24	8	0,03	0,07
Nouméa	4 778	3	0,24	8	0,03	0,16
Ouvéa	14 443	4	0,32	7	0,03	0,05
Farino	4 796	0	0,00	0	0	0,00

A Retenir

D'après les satellites Sentinel 2, la commune de **Ouégoa** a vu partir en fumée 4 395 hectares, ce qui la place au premier rang des communes dévastées par les incendies. Cependant, c'est la commune de **Hienghène** qui a été touchée par le plus grand nombre d'incendies, avec 134 événements. Les incendies de Ouégoa étaient de plus grande ampleur que les incendies de Hienghène qui représentent 1 515 hectares de surfaces incendiées. On note que la commune de **Farino** aucun incendie de plus de 1 hectare n'a été détecté en 2017. Les communes de Maré, Sarraméa, Nouméa et Ouvéa ont quant à elles subi moins de 10 hectares de pertes.

3.2.1.4. Aires coutumières

Tableau 6 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Sentinel 2A et 2B					
Nom de l'aire coutumière	Nombre d'incendies	Part du nombre total d'incendie (%)	Superficie Incendiée (ha)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part de la surface incendiée par aire coutumière (%)
HOOT MA WHAAP	420	33,82	11 278	46,77	2,54
PAICI-CAMUKI	290	23,35	4 006	16,62	1,48
XARACUU	266	21,42	3 946	16,36	1,20
DJUBEA-KAPONE	68	5,48	2 516	10,43	0,81
AJIE-ARO	181	14,57	2 315	9,6	0,80
DREHU	10	0,81	35	0,14	0,03
NENGONE	3	0,24	10	0,04	0,01
IAII	4	0,32	7	0,03	0,05

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 2017. En effet, on estime environ à 11 300 le nombre d'hectares parti en fumée.

3.2.1.5. Carroyage DFCI

Tableau 7 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Code du carroyage DFCI 20 km	Nombre d'incendies	Part du nombre total d'incendies (%)	Superficie Incendiée (ha)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part de la surface incendiée par carré DFCI (%)
BD 02	48	3,66	3612,05	14,97	9,03
DB 04	12	0,92	1742,85	7,22	4,36
CB 88	63	4,81	1376,69	5,70	3,44

BC 66	47	3,59	1257,86	5,21	3,14
BD 20	48	3,66	1211,54	5,02	3,03
BC 08	35	2,67	914,32	3,79	2,29
CC 60	80	6,11	874,96	3,63	2,19
BC 28	35	2,67	851,12	3,53	2,13
BD 00	27	2,06	804,84	3,34	2,01
BD 22	44	3,36	761,47	3,16	1,90
BC 68	50	3,82	687,01	2,85	1,72
CC 02	39	2,98	669,26	2,77	1,67
BC 64	61	4,66	621,41	2,58	1,55
BC 82	26	1,98	604,61	2,51	1,51
BC 88	47	3,59	543,35	2,25	1,36
CB 68	37	2,82	493,69	2,05	1,23
CC 22	44	3,36	468,30	1,94	1,17
CC 06	45	3,44	461,48	1,91	1,15
AD 64	10	0,76	425,97	1,77	1,06
CC 40	35	2,67	416,53	1,73	1,04
AD 80	4	0,31	403,18	1,67	1,01
BD 40	41	3,13	386,82	1,60	0,97
BC 46	14	1,07	353,24	1,46	0,88
BC 48	40	3,05	330,88	1,37	0,83
CC 80	24	1,83	325,81	1,35	0,81
CC 20	24	1,83	296,11	1,23	0,74
DB 22	14	1,07	286,84	1,19	0,72
BC 84	16	1,22	264,92	1,10	0,66
BC 62	13	0,99	211,71	0,88	0,53
CB 86	24	1,83	187,03	0,78	0,47
CC 04	37	2,82	172,94	0,72	0,43
AD 82	8	0,61	161,01	0,67	0,40
AD 84	9	0,69	138,00	0,57	0,35
BD 04	5	0,38	135,46	0,56	0,34
BC 44	6	0,46	133,22	0,55	0,33
CB 48	10	0,76	116,54	0,48	0,29
CB 66	9	0,69	115,01	0,48	0,29
DB 02	18	1,37	114,84	0,48	0,29
DB 42	2	0,15	114,40	0,47	0,29
BD 60	5	0,38	113,34	0,47	0,28
CC 24	15	1,15	102,58	0,43	0,26
DB 62	5	0,38	101,29	0,42	0,25
BC 86	24	1,83	85,80	0,36	0,21
CC 42	11	0,84	82,12	0,34	0,21
EA 28	8	0,61	78,15	0,32	0,20
CB 84	4	0,31	75,90	0,31	0,19
BC 26	7	0,53	70,98	0,29	0,18
CB 64	3	0,23	60,22	0,25	0,15

BD 42	9	0,69	57,86	0,24	0,14
DB 08	7	0,53	39,12	0,16	0,10
CC 08	6	0,46	28,26	0,12	0,07
DB 64	5	0,38	22,95	0,10	0,06
AE 20	3	0,23	22,66	0,09	0,06
CC 00	8	0,61	21,73	0,09	0,05
FD 44	4	0,31	17,27	0,07	0,04
AD 66	1	0,08	16,27	0,07	0,04
CB 28	7	0,53	15,61	0,06	0,04
AD 46	3	0,23	14,21	0,06	0,04
FD 46	4	0,31	10,55	0,04	0,03
FC 22	3	0,23	9,78	0,04	0,02
FD 42	2	0,15	6,91	0,03	0,02
DB 26	2	0,15	6,88	0,03	0,02
CC 62	2	0,15	5,64	0,02	0,01
DB 40	3	0,23	5,56	0,02	0,01
FE 84	2	0,15	4,48	0,02	0,01
CB 46	2	0,15	4,12	0,02	0,01
FE 82	2	0,15	2,36	0,01	0,01
DB 82	1	0,08	1,16	0,005	0,003
DB 60	1	0,08	1,04	0,004	0,003

A Retenir

D'après les détections de Sentinel 2, le carré du carroyage DFCI qui a été le plus impacté par les incendies en 2017 est le BD 02, situé en province Nord, sur les communes de Ouégoa, Pouébo, Koumac et Poum. En effet, on estime environ à 3 612 le nombre d'hectares parti en fumée, notamment en raison des incendies survenu à Ouégoa en juillet 2017 qui avaient brûlés 2 380 hectares.

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 hectare 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 « Terre coutumières ».

Partenaires

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

A Retenir

Le type de foncier touché par le plus grand nombre d'incendies en 2017 correspond à celui relatif aux terres coutumières. Le Tableau 8 présente des détails sur l'impact des incendies, dont notamment la superficie incendiée, et la part qu'elle représente par rapport au total incendié.

Tableau 8 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2017

Type de foncier	Surface (ha)	Superficie incendiée (ha)	Part du nb d'incendies par rapport au total du nb 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 coutumière	505 501	10 553	39,4	2,1	43,8
Collectivité	1 007 534	7 779	27,5	0,8	32,3
Privé	298 619	5 616	19,2	1,9	23,3
Non renseigné	14 055	120	13,9	0,9	0,5

A Retenir

Le type de foncier le plus impacté par les incendies survenus en 2017 est représenté par les terres coutumières, avec près de 10 553 hectares incendiés, soit 43,8 % de la superficie totale brûlée.

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 évènements.

La Figure 7 et la Figure 8 présentent les classes de superficies et le nombre d'incendies qui leurs sont rattachés. La Figure 9 présente quant à elle le pourcentage cumulé croissant de la superficie incendiée par classe de nombre d'hectare 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.

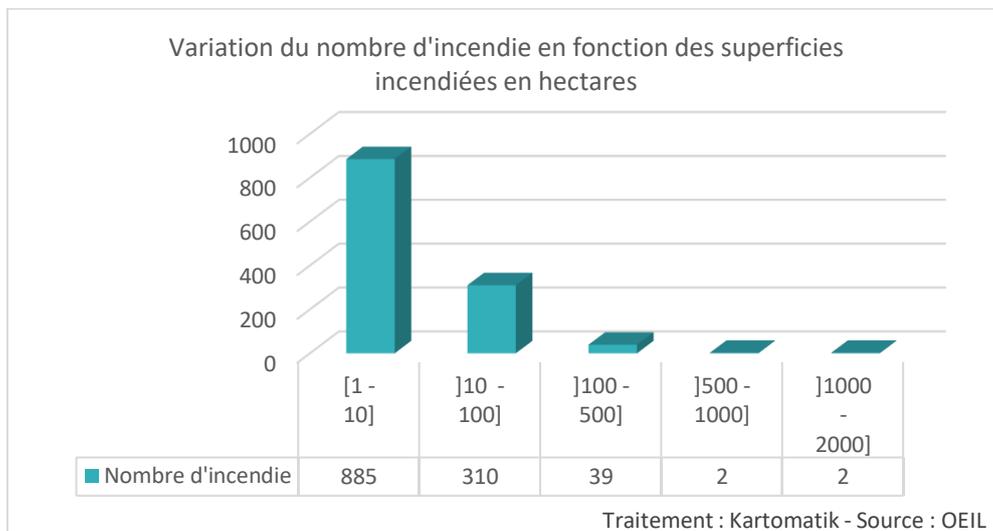


Figure 7 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

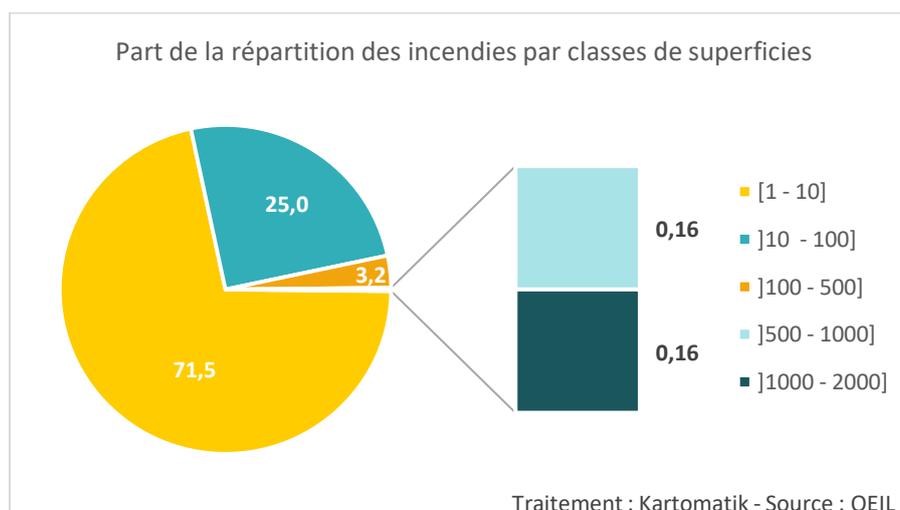


Figure 8 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2017

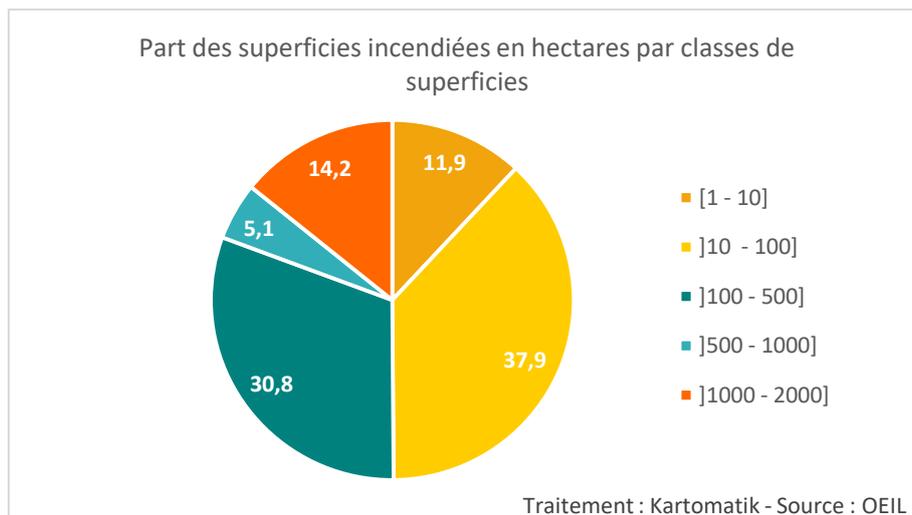


Figure 9 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2017

A Retenir

Cette étude met avant qu'environ 70 % des incendies ne dépassent pas 10 hectares. On remarque aussi que parmi les 1 238 incendies qui se sont déclarés en 2017, il y a seulement 4 événements supérieurs à 500 hectares incendiés. Cette constatation permet d'affirmer que malgré l'important nombre d'incendies survenu en 2017, la majorité de ces derniers restent des incendies de taille modérée, ceux de grande ampleur étant des événements rares. En effet, près de 96 % 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 seulement 4 % de tous les incendies, mais sont à l'origine de 50 % de la superficie totale brûlée.

3.2.3.2. Secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies

Informations

Afin de mettre en avant les secteurs où le plus grand nombre d'incendies ont eu lieu, le centroïde des surfaces brûlées a été calculé. Pour déterminer la densité du nombre d'incendies, la méthode de calcul de densité de point¹² a été utilisée, puis une discrétisation selon les seuils naturels a été appliquée.

¹² Outil de traitement utilisé avec la version 10.4.1 d'ArcGIS, cliquer sur le lien [suivant](#) pour avoir des informations sur l'outil de densité de point

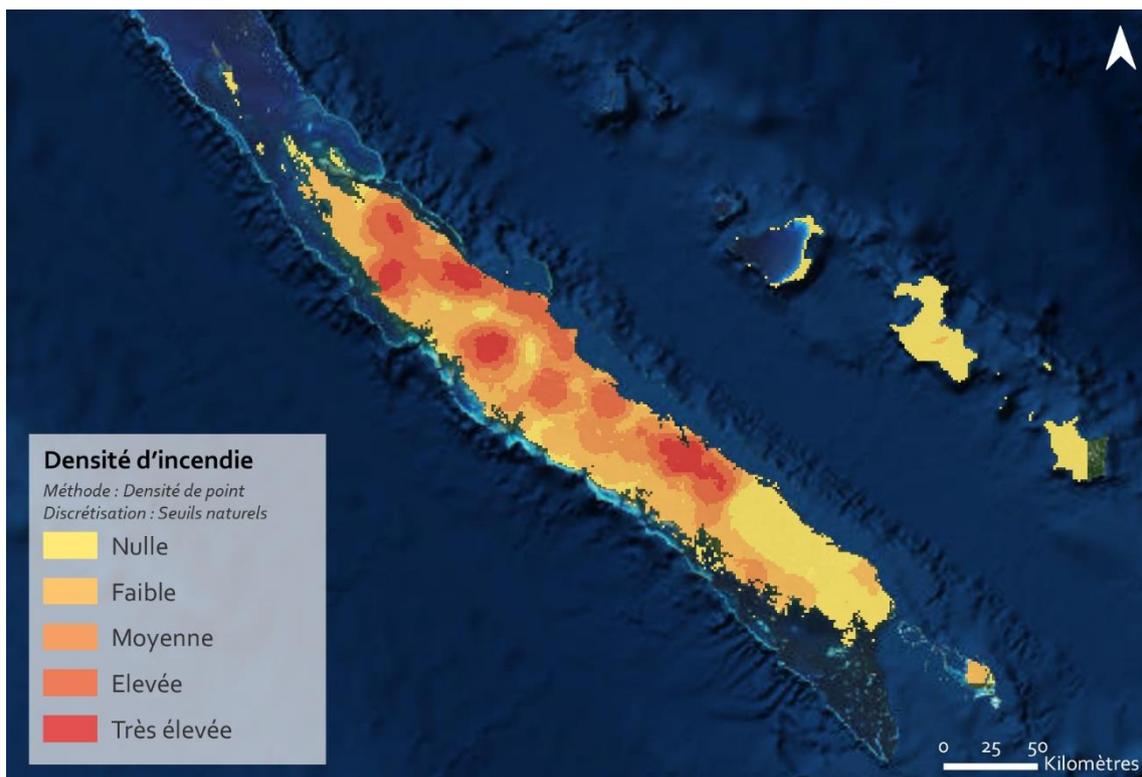


Figure 10 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik)



A Retenir

En conséquence de l'intense sécheresse qui a sévi entre juin et octobre 2017 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et du déficit pluviométrique y étant associé, des incendies se sont déclenchés sur une grande partie du territoire. Le nord de la Grande-Terre apparaît sensiblement plus touchée par les incendies que la province Sud, comme la partie 3.2.1.2 l'avait mis en avant. De plus, la côte Est semble avoir été plus ravagée par les incendies que la côte Ouest. En effet, on observe des densités d'incendies d'ordre « moyenne » présentes presque en continues sur le linéaire côtier.

Des densités « très élevées » se trouvent à proximité de Koumac, Ouégoa, entre Canala et Thio et également entre Pouébo et Hienghène. Les axes routiers transversaux comme la Koné-Tiwaka et celui de Thio/Boulouparis semblent se dessiner.

3.2.3.3. Secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées

Informations

Pour estimer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, le choix s'est porté sur l'outil de densité de noyau¹³ qui utilise la méthode de Kernel. Les centroïdes des surfaces brûlées ont été utilisés. Le « champ population » a été rempli afin de pondérer les résultats en fonction de la superficie des incendies. Puis une discrétisation selon les seuils naturels a été appliquée.

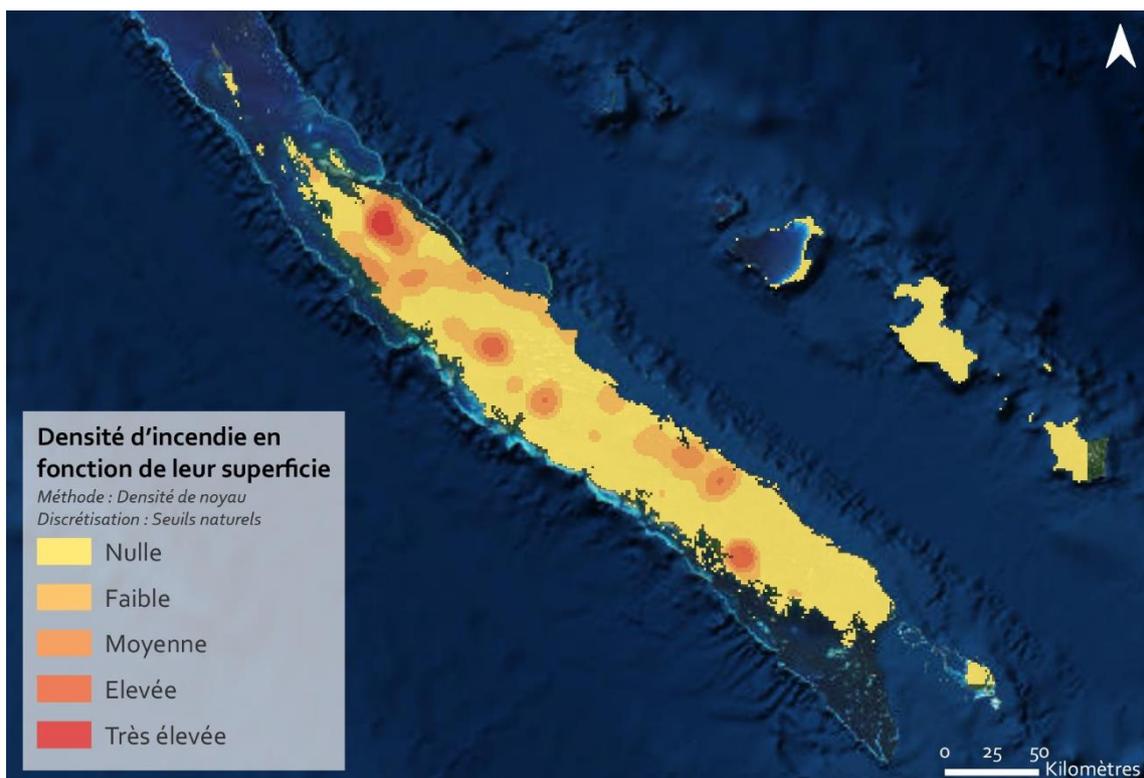


Figure 11 : Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik)

A Retenir

On observe des densités « très élevée » à Ouégoa, en lien avec les deux incendies majeurs survenus dans cette zone. Des densités « élevée » et « moyenne » se localisent entre Canala et Thio. Enfin on remarque la présence de densités « élevée » à proximité de l'aéroport de Nouméa la Tontouta, faisant référence à l'important incendie qui s'était déclaré en 2017.

¹³ Outil de traitement utilisé avec la version 10.4.1. d'ArcGIS, cliquer sur le lien [suivant](#) pour avoir des informations sur l'outil densité de noyau

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.

3.2.4.1. Vis-à-vis des constructions



Pour calculer la proximité entre les incendies et les habitations, l'outil proche¹⁴ a été utilisé, il calcule la distance la plus proche, en ligne droite, entre les surfaces brûlées et les habitations. Les résultats sont classés par tranche de 0,5 kilomètre. L'ensemble des bâtiments de la couche EDI_CONSTRUCTION_S de la BDTOPO ont été utilisés.

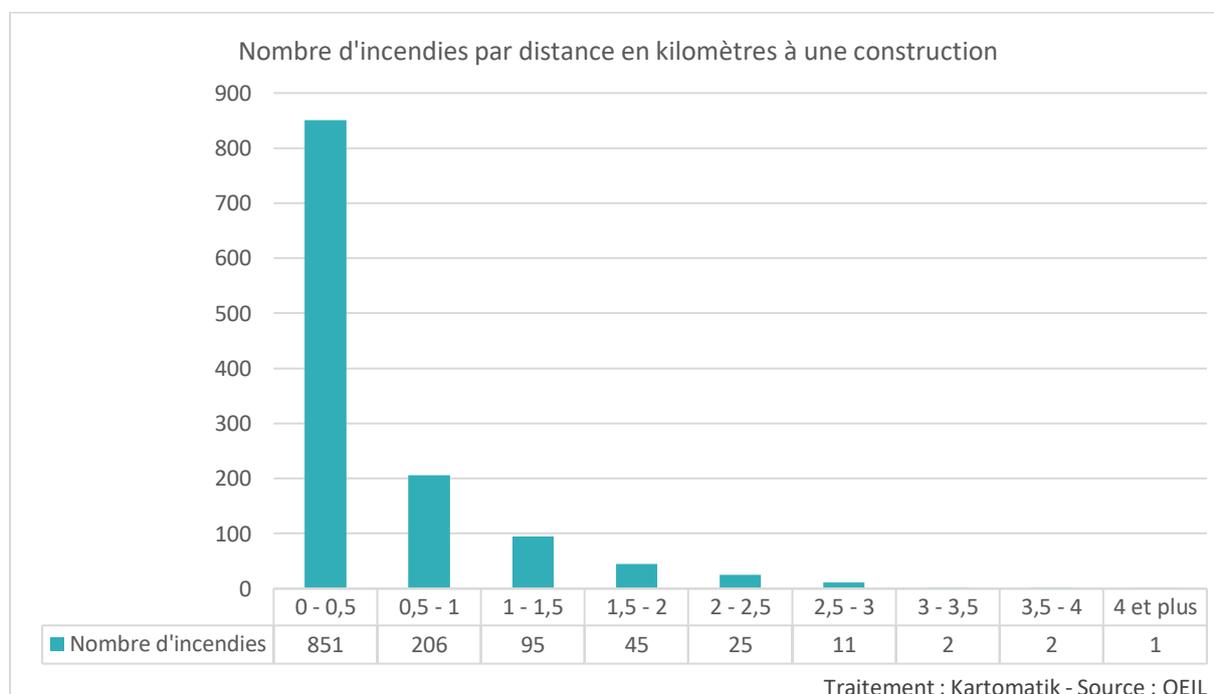


Figure 12 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2017

¹⁴ Outil de traitement utilisé avec ArcGIS 10.4.1

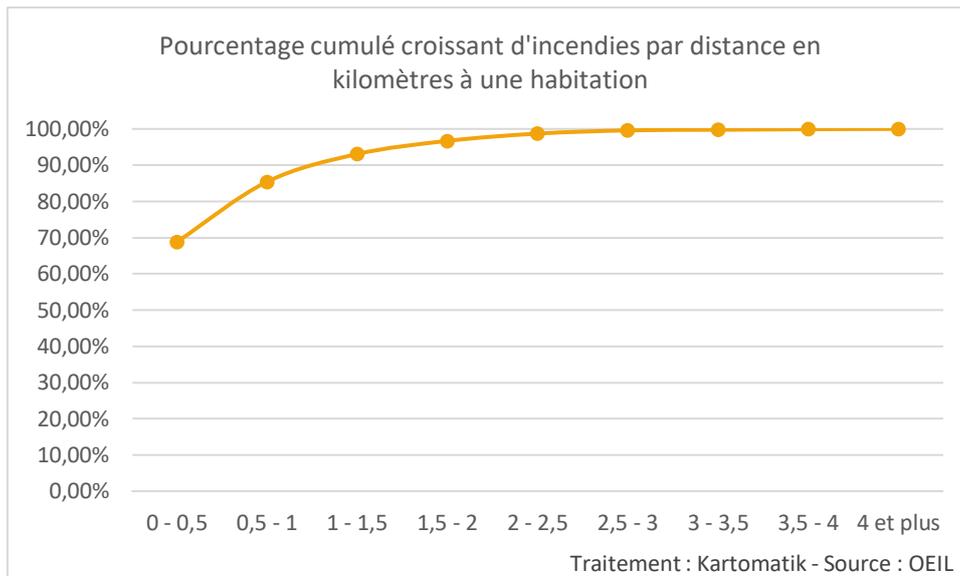


Figure 13: Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une habitation

A Retenir

On observe que 70% des incendies sont situés à moins de 0,5 kilomètre d'une construction, et 100% sont localisés à un maximum de 4 kilomètres. A noter que la distance maximale est de 4 075 mètres. On remarque que plus on s'éloigne des infrastructures humaines et moins il y a d'incendies répertoriés. En effet, à partir d'une distance de 0,5 kilomètre à une construction, le nombre d'incendie décroît de manière linéaire.

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

Informations

Pour calculer la proximité entre les incendies et les voies, l'outil proche¹⁵ 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, une sélection a été effectuée sur la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO, seul les classes 'AXREV' et 'AXNREV' ont été conservées. La classe 'AXREV' correspond aux voies revêtues où les véhicules peuvent rouler, la classe 'AXNREV' représente, quant à elle, les voies non revêtues où les véhicules peuvent circuler. Les classes 'AXEPISTE' et 'SENTIER' n'ont pas été retenues dans l'analyse, dans la mesure où l'intérêt s'est porté sur les principaux axes routiers empruntés. La classe 'AXEPISTE' représente les voies étroites utilisables par les véhicules tout terrain, et la classe 'SENTIER', les allées non aménagées exclusivement reversées aux piétons.

¹⁵ Outil de traitement utilisé avec ArcGis 10.4.1

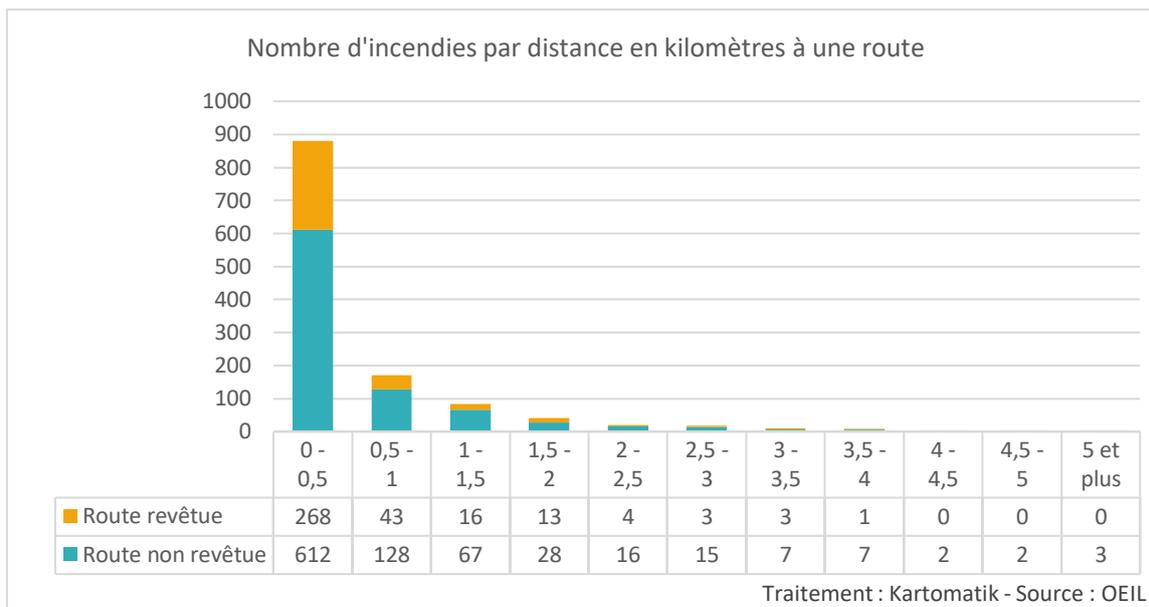


Figure 14 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2017

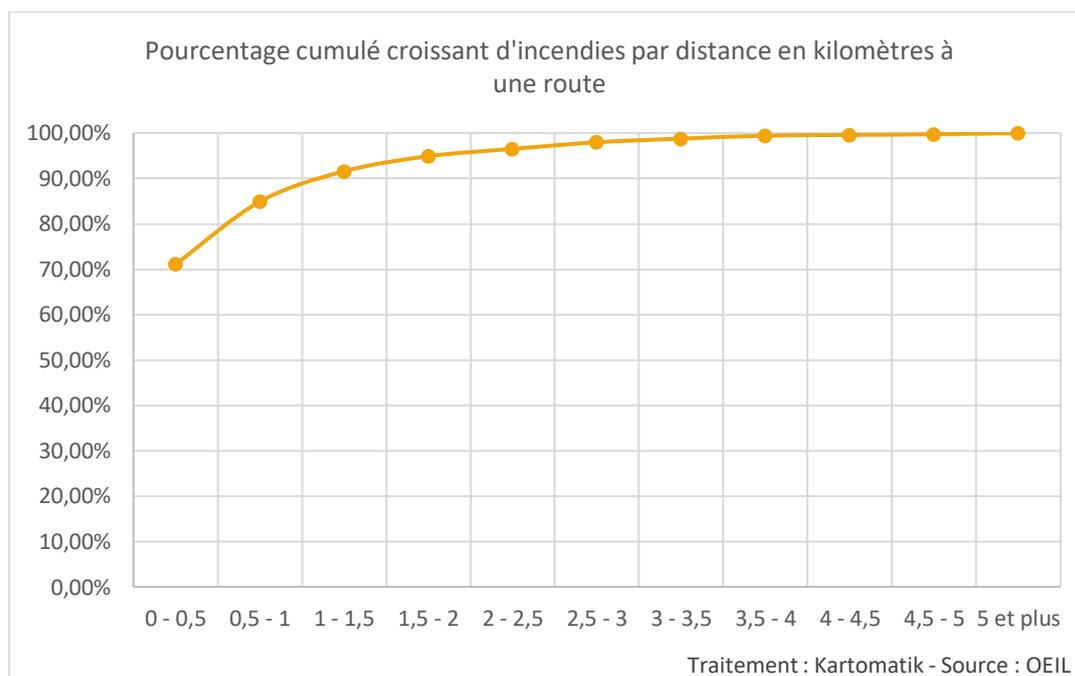


Figure 15 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une route

A Retenir

On observe que 70% des incendies sont situés à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès, et 100% sont localisés à un maximum d'environ 5 kilomètres. Plus on s'éloigne des routes et plus le nombre d'incendie diminue. En effet, on observe une décroissance du nombre d'incendie presque linéaire. On note également la part prépondérante des incendies situés à proximité des routes non revêtues. À noter que la prise en compte des pistes et des sentiers

auraient probablement augmenté de manière conséquente la part des incendies situés à proximité de tout axe non revêtu.

4. Analyse spatiale de l'impact des incendies en 2017

Dans cette partie du rapport, seront présentés 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 indirectes. 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. Une multitude de sources d'information ont été utilisées afin d'être à même de caractériser au mieux les conséquences des incendies de l'année 2017 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.

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'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) et chargé d'évaluer les espèces de plantes de Nouvelle-Calédonie dans la liste rouge mondiale des espèces menacées¹⁶. Fin 2017, Endemia jusqu'alors focalisée sur l'évaluation de la flore, 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'expert. Sont considérés des critères comme 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). Dans le cadre du présent travail, seules les occurrences des espèces classées CR et EN ont été étudiées.

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 recouvrements 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 3400 espèces de plantes vasculaires de NC ont été examinées jusqu'ici. Fin 2018, près de 1600 espèces avaient été évaluées, dont 1100 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.

¹⁶ Pour plus d'informations sur la liste rouge, se référer au lien [suivant](#)

Pour les lézards, la totalité de la centaine d'espèces présentes sur le territoire a été évaluée, mais au 1^{er} janvier 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'IUCN, 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, 2256 affichent au moins une donnée d'occurrence, soit environ 40%.

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 245, la moyenne ne se situe qu'à 12,5 données d'occurrences par maille, et près de la moitié d'entre elles possèdent 5 données ou moins. La prospection peut donc également s'avérer incomplète sur les mailles prospectées.

Partenaires

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

A Retenir

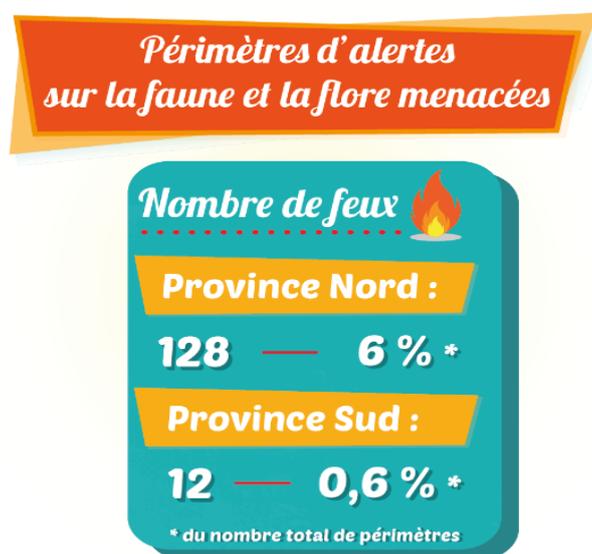


Figure 16 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées

La province Nord ayant subi plus d'incendies que la province Sud en 2017, les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées ont été plus impactés dans cette localité. Pour autant, cet impact représente 6 % du nombre total de périmètres présents en province Nord. Comme souligné plus haut, ce pourcentage est à considérer avec précaution dans la

mesure où l'effort de prospection dépend de l'intérêt du milieu naturel en question. On peut notamment faire référence aux incendies qui ont touché Poum et Ouégoa où peu de données ont été récoltés dans la mesure où la végétation est principalement composée de savanes et de formations secondaires qui ont tendance à souvent être incendiées, et de fait ne possèdent pas une grande richesse en espèces.

Le Tableau 9 présente le détail de l'impact des zones incendiées où des espèces menacées ont été observées à l'échelle communale. Le Tableau 10 présente l'impact des incendies sur les espèces floristiques répertoriées en précisant le statut UICN concerné. Le Tableau 11 présente l'impact des incendies sur les lézards identifiés dans la base de données des espèces menacées, ainsi que leur statut IUCN.

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 9 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Nb de périmètre d'alertes sur la faune et la flore menacée	Nb de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacée touchés par les incendies	Part des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacée touchés par les incendies (%)
Canala	57	12	21,1
Poya	257	25	19,7
Bélep	116	9	12,9
Kouaoua	40	4	10
Pouébo	52	5	9,6
Touho	13	1	7,7
Kaala-Gomen	197	14	7,1
Nouméa	29	2	6,9
Houaïlou	135	6	4,4
Pouembout	256	9	3,5
Ponérihouen	87	3	3,4
Koné	62	2	3,2
Poum	73	2	2,7
Thio	121	3	2,5
Hienghène	346	7	2
Koumac	305	6	2
Poindimié	62	1	1,6
Ouégoa	76	1	1,3
Mont-Dore	329	2	0,6
Yaté	489	1	0,2

Tableau 10 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nb de périmètres d'alertes sur la FLORE menacée	Nb de PA FLORE menacée touchés par les incendies	Nb de PA FLORE menacée touchés par les incendies classés CR	Nb de PA FLORE menacée touchés par les incendies classés EN
Poya	250	22	7	15
Kaala-Gomen	181	14	0	14
Canala	53	12	0	12
Pouembout	214	9	1	8
Koumac	241	6	0	6
Hienghène	304	6	1	5
Pouébo	52	5	0	5
Kouaoua	36	4	0	4
Houaïlou	122	4	3	1
Ponérihouen	71	3	1	2
Thio	98	3	0	3
Koné	47	2	0	2
Touho	12	1	1	0
Nouméa	28	1	1	0
Poum	52	1	0	1
Ouégoa	70	1	0	1
Mont-Dore	314	1	0	1
Yaté	465	1	0	1
Bélep	85	1	1	0
Poindimié	55	0	0	0

Tableau 11 : 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 2017 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nb de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée	Nb de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée touchés par les incendies	Nb de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée classés CR touchés	Nb de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée classés EN touchés
Bélep	8	8	2	6
Poya	7	3	0	3
Houaïlou	13	2	0	2
Hienghène	42	1	0	1
Mont-Dore	15	1	0	1
Poum	21	1	0	1
Nouméa	1	1	0	1
Poindimié	7	1	0	1



A Retenir

C'est la commune de Poya qui a subi le plus de dégâts potentiels sur les populations de plantes menacées, avec 25 périmètres d'alertes touchés. Les communes qui ont subi le plus de dégâts potentiels sur les espèces de lézards classées « en danger » sont Bélep, Poya et Houaïlou.

Au total, les incendies ont concerné la localisation de 11 espèces considérées comme « En danger critique » d'extinction, et de 51 considérées comme « En danger » d'extinction.

Le Tableau 12 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN CR, touchées par les incendies de 2017. 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 12 : Nom des espèces de plantes classées « en danger critique d'extinction » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Pouembout	<i>Pittosporum gatopense</i>
Hienghène	<i>Weinmannia ouaiemense</i>
Poya	<i>Syzygium pendulinum</i>
	<i>Soulamea rigaultii</i>
	<i>Pittosporum sp.nov.ined "veilloniana"</i>
	<i>Pittosporum gatopense</i>
Nouméa	<i>Psychotria lycioides</i>
Houaïlou	<i>Psychotria comptonii</i>
	<i>Planchonella rheophytopsis</i>
Touho	<i>Syzygium filiflorum</i>
Ponérihouen	<i>Marsdenia weberlingiana</i>

Le Tableau 13 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN EN, impactées par les incendies de 2017. 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 13 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Bélep	<i>Cleidion artense</i>
Canala	<i>Phyllanthus kouaouaensis</i>
	<i>Phyllanthus petchikaraensis</i>
	<i>Diospyros balansae</i>
	<i>Araucaria scopulorum</i>
	<i>Serianthes margaretae</i>
	<i>Araucaria rulei</i>
	<i>Cleidion marginatum</i>
Hienghène	<i>Tectaria kouniensis</i>
	<i>Cleidion veillonii</i>
	<i>Bocquillonia codonostylis</i>
	<i>Hymenophyllum subobtusum</i>
Houaïlou	<i>Baloghia anisomera</i>
Kaala-Gomen	<i>Casearia kaalaensis</i>
	<i>Cleidion velutinum</i>
	<i>Deltaria brachyblastophora</i>
	<i>Olax hypoleuca var. microphylla</i>
	<i>Myricanthe discolor</i>
	<i>Oxera brevicalyx</i>
Koné	<i>Acropogon jaffrei</i>
	<i>Thiollierea lenormandii</i>
Kouaoua	<i>Homalium rubiginosum</i>
	<i>Phyllanthus kouaouaensis</i>
Koumac	<i>Oxera brevicalyx</i>
	<i>Cleidion velutinum</i>
	<i>Deltaria brachyblastophora</i>
	<i>Myricanthe discolor</i>
	<i>Planchonella pinifolia</i>
	<i>Syzygium sarmentosum</i>

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Mont-Dore	<i>Acianthus aegeridantennatus</i>
Ouégoa	<i>Psychotria rosmarinifolia</i>
Ponérihouen	<i>Phyllanthus mangelotii</i>
Pouébo	<i>Psychotria rosmarinifolia</i>
	<i>Cleidion veillonii</i>
	<i>Bocquillonia codonostylis</i>
	<i>Austrobuxus mandjelicus</i>
Pouembout	<i>Oxera brevicalyx</i>
	<i>Syzygium pennellii</i>
	<i>Callitris pancheri</i>
	<i>Codia triverticillata</i>
	<i>Gea boulindaensis</i>
	<i>Bocquillonia aff. Brachypoda</i>
Poum	<i>Acropogon moratianus</i>
	<i>Araucaria scopulorum</i>
Poya	<i>Plerandra</i> sp. nov. "calcicola"
	<i>Diospyros cherrieri</i>
	<i>Davallia pectinata</i>
	<i>Acropogon jaffrei</i>
	<i>Neoschmidia calycina</i>
	<i>Psychotria brachylaena</i> (Baill.)
	<i>Pittosporum aliferum</i>
<i>Plerandra</i> sp. nov. "longistyla"	
Thio	<i>Araucaria scopulorum</i>
	<i>Polyscias microbotrys</i>
	<i>Syzygium pterocalyx</i>
Yaté	<i>Pycnandra elliptica</i>

Enfin, le Tableau 14 revient en détail sur les espèces de lézards possédant un statut UICN EN, impactées par les incendies de 2017. 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 14 : Nom des espèces animales classées « en danger » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Bélep	<i>Kanakysaurus viviparus</i>
	<i>Dierogekko insularis</i>
	<i>Mniarogekko jalu</i>
Hienghène	<i>Celatiscincus similis</i>
Houaïlou	<i>Caledoniscincus renevieri</i>
Mont-Dore	<i>Bavayia sauvagii</i>
Nouméa	<i>Bavayia sauvagii</i>
Poindimié	<i>Nannoscincus greeri</i>
Poum	<i>Dierogekko insularis</i>
Poya	<i>Caledoniscincus renevieri</i>

Tableau 15 : Nom des espèces animales classées « en danger critique d'extinction » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Bélep	<i>Correlophus belepensis</i>

ZOOM SUR : Quelques espèces micro-endémiques touchées par les incendies en 2017

Soulamea rigaultii, espèce micro-endémique évaluée en danger critique d'extinction et protégée par le Code de l'environnement de la province Nord, aurait perdu la moitié de son aire d'occupation lors de l'incendie de la mine de Saint-Louis à Poya en décembre 2017.

Pittosporum veilloniana sp. nov., une espèce nouvellement découverte, et vue uniquement à Poya et Pouembout à ce jour, a également été touchée par l'incendie de la mine de Saint-Louis, qui avait ravagé plus de 200 ha de maquis et de forêt dans une zone abritant plusieurs espèces micro-endémiques.

Callerya neocaledonica est une liane micro-endémique de Nakutakoin, qui a vu son habitat connu touché par l'incendie du Pic aux Chèvres de novembre 2017, qui s'était étendu sur presque 100 ha.

Dierogekko insularis est un petit gecko rayé des îles dont l'habitat de forêt et de maquis est restreint à Bélep et l'îlot Yandé.

4.1.1.2. Zone de fort micro-endémisme végétal



Informations

Les zones de micro-endémisme végétal ont été déterminé à l'aide de travaux de modélisation et repose 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 des 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 à 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.



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*"¹⁷.

Le Tableau 16 présente les communes pour lesquelles des zones de fort micro-endémisme ont été impactées par les incendies.

Tableau 16 : 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 2017

Commune	Nb de zone de fort micro-endémisme	Nb de zone de fort micro-endémisme touchée par les incendies	Part du nombre de zone de fort micro-endémisme touchée (%)
Bourail	6	1	16,67
Païta	26	4	15,38
Pouembout	17	2	11,76
Poya	27	3	11,11
Ponérihouen	19	2	10,53

¹⁷ 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.

A Retenir

Peu de zones de fort micro-endémisme ont été touchées par les incendies, on retient tout de même que ce sont celles présentes en province Sud qui ont été les plus impactées, avec plus de 15% des zones de fort micro-endémisme à Bourail et Païta touchées par les incendies de 2017. 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.

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 collectes des informations relatives à la faune et à la flore sensible.

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. Le tableau qui présente le nom scientifique des espèces impactées ne fait apparaître qu'une seule fois le nom des espèces touchées par commune.

Partenaires

Ces données ont été fournies par la province Sud.

Le [Tableau 17](#) résume les impacts des incendies sur les espèces sensibles recensées par commune dans cette base de données.

Tableau 17 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les espèces sensibles par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Nb d'espèces sensibles	Nb d'espèces sensibles touchées par les incendies	Part des espèces sensibles touchées par les incendies (%)	Part des espèces sensibles de niveau d'enjeu 1 touchées (%)	Part des espèces sensibles de niveau d'enjeu 2 touchées (%)	Part des espèces sensibles de niveau d'enjeu 3 touchées (%)	Part des espèces sensibles de niveau d'enjeu 4 touchées (%)
Ouégoa	42	2	4,76	100	0	0	0
Poindimié	76	3	3,95	33	0	67	0
Koné	128	4	3,13	0	75	25	0
Païta	533	6	1,13	16,5	0	16,5	67

Le Tableau 18 présente le nom des espèces faunistiques impactées par les incendies de 2017. 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 18 : Nom des espèces de plantes touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies	Niveau d'enjeu de l'espèce
Ouégoa	<i>Tristaniopsis calobuxus</i>	1
	<i>Tristaniopsis glauca</i>	1
	<i>Garcinia amplexicaulis</i>	1
	<i>Euroschinus aoupiniensis</i>	3
Poindimié	<i>Basselinia porphyrea</i>	3
	<i>Oberonia titania</i>	2
	<i>Pholidota pallida</i>	2
	<i>Oberonia ensiformis</i>	2
	<i>Dendrobium munificum</i>	3
	<i>Syzygium multipetalum</i>	1
Koné	<i>Cupaniopsis megalocarpa</i>	3
	<i>Cupaniopsis tontoutensis</i>	4
Païta	<i>Scaevola coccinea</i>	4
	<i>Phyllanthus paucitepalus</i>	4
	<i>Sophora sp.</i>	4



A Retenir

Les communes de Ouégoa et Poindimié possèdent le plus d'espèces sensibles qui ont été impactées par les incendies. Cependant, Païta est la seule commune dont des espèces sensibles classées avec un niveau d'enjeu 4 ont été touchées. A noter que ces résultats représentent des dégâts potentiels sur les espèces sensibles et non des preuves de leur disparition.

4.1.1.4. Zones clés de biodiversité



Informations

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.¹⁸



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

¹⁸ 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](#)

Tableau 19 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Nom de la zone clé de biodiversité touchée (KBA)	Nb de feux par zone clé de biodiversité touchée	Superficie incendiée des zones clés de biodiversités touchées (ha)	Part de la superficie incendiée des zones clés de biodiversité touchées (%)
Mont Kaala	11	330	3,66
Taom	15	327	1,78
Mont Panié	97	941	1,53
Do Nyi	159	1 970	1,23
Ile Yandé	3	14	1,07
Bwa Bwi	44	873	1,04
Mont Mou	2	74	0,97
Thiebaghi	2	158	0,83
Boulinda	22	223	0,78
Kopeto	10	109	0,73
Goro Tane, Massif des Lèvres	73	471	0,6
Ile des Pins	8	78	0,49
Ile Art	3	23	0,44
Aoupinié Arago	21	133	0,39
Poum	1	5	0,17
Forêt Plate	2	18	0,13
Grand Sud	4	50	0,12
Pointe Maa	2	5	0,12
Mont Maoya	5	14	0,08
Rivière Bleue	4	31	0,06
Koniambo	4	7	0,05
Ouvéa	4	7	0,05
Lifou	10	35	0,03
Maré	3	10	0,01



A Retenir

La Zone Clé de Biodiversité du Mont Kaala, située sur les communes de Kaala-Gomen et Koumac, a été la plus touchée par les incendies au regard de sa superficie, avec 3.66% de sa superficie initiale incendiée. Si on considère la surface incendiée, c'est la Zone Clé de Biodiversité de Do Nyi qui a subi le plus grand nombre d'incendies, avec 159 événements qui ont consumé environ 1970 hectares. À noter que cette Zone Clé de Biodiversité possède la plus importante superficie sur le territoire et qu'elle est répartie du Nord au Sud sur les communes de Houailou, Bourail, Kouaoua, Moindou, Farino, Sarraméa, Canala, Thio et Bouloupari.

4.1.1.5. Mangroves

Informations

La mangrove est un écosystème spécifique des régions tropicales, majoritairement constitué de palétuviers. Elle se situe dans la zone de balancement des marées sur les bandes littorales.

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 20 présente la superficie par commune des mangroves impactées par les incendies.

Tableau 20 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Superficie incendiée des mangroves (ha)	Part de la superficie incendiée des mangroves (%)
Kouaoua	0,22	2,16
Canala	0,25	0,53
Kaala-Gomen	0,1	0,034
Koumac	0,026	0,031
Païta	0,057	0,02
Ouégoa	0,036	0,018
Poum	0,031	0,006
Pouembout	0,017	0,002

A Retenir

Les mangroves étant des milieux humides, elles ne brûlent que très rarement. On note que l'ensemble des résultats indiquent une superficie de mangrove incendiée inférieure à 0,25 hectares. Ces petites surfaces impactées correspondent aux extrémités des arrières mangroves arbustives, plus sèches, qui sont composées d'une végétation dense qui peut 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.



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'information relatives aux différents types de strates de végétation pour l'ensemble du territoire, les Mode d'Occupation du Sol (MOS) de 2014 de la province Sud et de la province des Iles ont prioritairement été utilisés. Dans la mesure où le mode d'occupation des sols de la province Nord n'a pas été actualisé en 2014, la présente étude a dû s'appuyer sur le MOS de 2008. Cette spécificité ajoute une importante part d'incertitude au calcul. En effet, l'évolution rapide des territoires sous-entend que les données de 2008 ne sont plus d'actualité. Faute de disposer d'une alternative, une harmonisation des classes de végétation a dû être effectuée afin de rendre compte a minima de chiffres pertinents. Afin de réaliser une approche comparative, des équivalences ont été appliquées entre les classes des MOS de 2014 et celles du MOS de 2008. Le Tableau 21 présente la mise en correspondance choisi.

Tableau 21 : Équivalence entre classes de végétation du MOS de 2014 et classes de végétation du MOS de 2008

Classe du MOS de 2014	Classes du MOS de 2008
Strate arborée	Forêt sur substrat volcano-sédimentaire
	Forêt sur substrat ultramafique
Strate arbustive	Maquis dense para forestier
	Végétation arbustive sur substrat volcano-sédimentaire
Strate herbacée	Savane
	Maquis ligno herbacé

Ces équivalences ont été choisies en l'état des connaissances, aidé d'une consultation auprès du gouvernement et validées par l'OEIL. Néanmoins, il convient de noter la grande part d'incertitude qui incombe de ces choix : degré d'ouverture de la savane et proportion d'arbustes du maquis ligno-herbacé inconnue.

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 al¹⁹ qui s'appuient sur les propos de Jaffré et al²⁰ 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 al²¹, 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 Berman²². Actuellement, on estime que 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 territoire²³.

D'après Jaffré et al²⁴, « 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 altitudes, 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 Ibanez²⁵, « 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

¹⁹ 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

²⁰ 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

²¹ *Ibid.*

²² 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.

²³ Sources des données : CNRS - UMR ESPACE-DEV - IRD - METEO FRANCE - INRA - WWF / financement: ANR

²⁴ 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.

²⁵ 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 de forêt 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, 2002²⁶). 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, 1998²⁷).

Partenaires

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

- 2008 (produit par le Gouvernement), couvre l'ensemble du territoire
- 2014 (produit par l'OEIL), couvre la province Sud
- 2014 (produit par le Gouvernement et la province des Iles sur la base de la couverture d'image de 2014), couvre la province des Iles

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.

²⁶ 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.

²⁷ 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.

Strate arborée

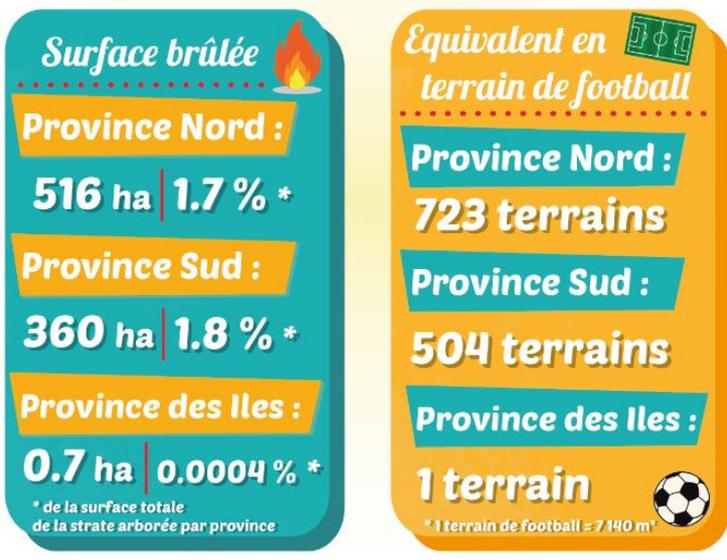


Figure 17 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée

La province Nord est celle qui a vu le plus de végétaux supérieurs à 5 mètres touchés avec 516 hectares brûlés, soit l'équivalent de 723 terrains de football de 7140 m².

Le Tableau 22 présente la superficie de strate arborée qui a brûlé au cours de l'année 2017 par commune.

Tableau 22 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Superficie de la strate arborée (ha)	Superficie incendiée de la strate arborée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arborée (%)
Païta	19 201	244	1,27
Touho	16 279	152	0,94
Mont-Dore	10 450	69	0,66
Koné	8 674	55	0,64
Canala	16 246	70	0,43
Poum	1578	5,8	0,37
Pouembout	10423	22	0,21
Dumbéa	9818	20	0,21
Kaala-Gomen	4022	6,6	0,16
Hienghène	55463	90	0,16
Nouméa	456	0,7	0,15
Pouébo	5845	7,6	0,13
Kouaoua	13843	17	0,12
Voh	19662	22	0,11
Belep	1324	1,3	0,1
Poindimié	36432	29	0,08
Ile des Pins	10658	5,9	0,06
Poya	19926	9,4	0,05
Houaïlou	43877	16	0,04
Thio	32148	11	0,03
Koumac	2148	0,5	0,02
Ouégoa	14560	3,2	0,02
Ponérihouen	38189	7,7	0,02
Bourail	16320	2,8	0,02
La Foa	13102	1,8	0,01
Bouloupari	20840	2,3	0,01
Yaté	44492	1,5	0,003
Ouvéa	9421	0,2	0,002
Moindou	10973	0,11	0,001
Lifou	97856	0,5	0,0005
Sarraméa	6029	0,0001	0,000001



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte par rapport à la superficie initiale de végétation supérieure à 5 mètres est Païta avec 1,27 % incendiés, c'est également celle qui a vu le plus d'hectares partir en fumée.

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.

A Retenir



Figure 18 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive

La province Nord a subi des pertes se chiffrant à 3594 hectares de strate arbustive, soit l'équivalent de 5034 terrains de football.

Le Tableau 23 Tableau 23 présente la superficie de strate arbustive qui a brûlé au cours d'année 2017 par commune.

Tableau 23 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Superficie incendiée de la strate arbustive (ha)	Superficie de la strate arbustive (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arbustive (%)
Touho	348	4565	7,62
Koné	536	8661	6,19
Pouébo	146	3211	4,53
Canala	486	11442	4,25
Païta	807	23921	3,37
Hienghene	473	22617	2,09
Kouaoua	201	9955	2,02
Poum	114	6023	1,89
Kaala-Gomen	237	13124	1,81
Poindimié	162	10613	1,53
Thio	409	32062	1,28
Nouméa	5	468	1,15
Pouembout	178	15731	1,13
Ouvéa	117	10575	1,1
Houailou	266	24094	1,1
La Foa	157	16819	0,93
Ile des Pins	25	2640	0,93
Belep	10	1575	0,66
Dumbéa	51	8060	0,63
Mont-Dore	161	27074	0,59
Poya	126	24125	0,52
Ponérihouen	73	15731	0,46
Voh	86	22689	0,38
Koumac	35	11943	0,29
Bourail	73	38426	0,19
Moindou	21	11344	0,19
Ouvéa	2	1397	0,16
Yaté	63	48563	0,13
Bouloupari	36	28340	0,13
Lifou	7	9910	0,07
Maré	9	16029	0,06
Sarraméa	1	3282	0,03



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte par rapport à la superficie initiale de végétation arbustive est Touho avec près de 8% d'hectares incendiés. Pour autant, la commune qui a vu le plus d'hectares brûlés est Païta avec 807 hectares.

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.

A Retenir



Figure 19 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée

En 2017, 4 % de la surface herbacée de la province Nord a brûlé, soit 13 849 hectares. Ce chiffre équivaut à 19 396 terrains de football.

Le Tableau 24 présente la superficie de strate herbacée qui a brûlé au cours de l'année 2017 par commune.

Tableau 24 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017

Commune	Superficie incendiée de la strate herbacée (ha)	Superficie de la strate herbacée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate herbacée (%)
Pouébo	818	5 837	14,01
Ouégoa	4 168	37 219	11,2
Canala	633	7 985	7,93
Koné	1 081	16 751	6,45
Touho	325	5 525	5,88
Hienghène	941	18 874	4,98
Kouaoua	298	8 391	3,55
Thio	876	25 718	3,41
Poya	1 064	32 519	3,27
Kaala-Gomen	1 648	50 439	3,27
Païta	390	12 060	3,23
Koumac	1 012	38 926	2,6
Ile des Pins	17	682	2,48
Poindimié	253	10 379	2,44
La Foa	148	6 181	2,4
Nouméa	1	31	2,37
Poum	560	33 396	1,68
Moindou	74	5 228	1,42
Houaïlou	200	14 339	1,39
Ponérihouen	95	7067	1,34
Sarraméa	7	556	1,22
Pouembout	417	34 044	1,22
Bourail	180	15 244	1,18
Voh	331	32 265	1,03
Dumbéa	28	2 938	0,95
Bouloupari	81	21 036	0,39
Mont-Dore	31	12 374	0,25
Belep	3	1 494	0,21
Yaté	44	23 056	0,19
Lifou	1	576	0,11
Ouvéa	1	848	0,06



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte par rapport à la superficie initiale de végétation inférieure à 1 mètre est Pouébo avec près de 14% d'hectares incendiés. Pour autant, la commune qui a vu le plus d'hectares brûlés est Ouégoa avec 4 168 hectares.

Répartition de la végétation par strate pour 100 ha incendiés

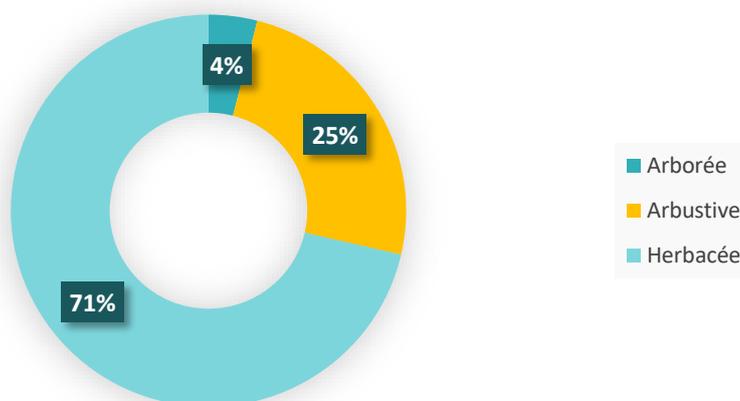


Figure 20 : Répartition de la végétation par strate pour 100 hectares incendiés en 2017

En conclusion, en 2017, c'est la strate herbacée qui a été la plus impactée par les incendies. Le caractère continu de cette strate et la faible hauteur facilite la progression rapide des incendies, les végétaux inférieurs à un mètre de hauteur étant un réservoir de combustible préférentiel pour les incendies. En effet, l'inflammabilité des strates herbacées est supérieure à celle des autres strates. La continuité de cette ouverture facilite aussi leur propagation. Il est tenu à nouveau de préciser que l'exactitude de ces résultats n'est pas certifiée dans la mesure où les limites de construction des couches de végétation sont importantes.

4.1.1.7. Forêts sèches et assimilées



La forêt sèche est aussi appelée forêt sclérophylle en référence aux feuilles coriaces qui ornent certaines espèces qui la composent. 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 qu'1%, soit 52 km², de son aire initiale qui était de 4 500 km². 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 al²⁸ 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 CEN²⁹ qui a fourni les données pour la présente étude.

4.1.1.7.1. Zones de vigilance des forêts sèches

A Retenir

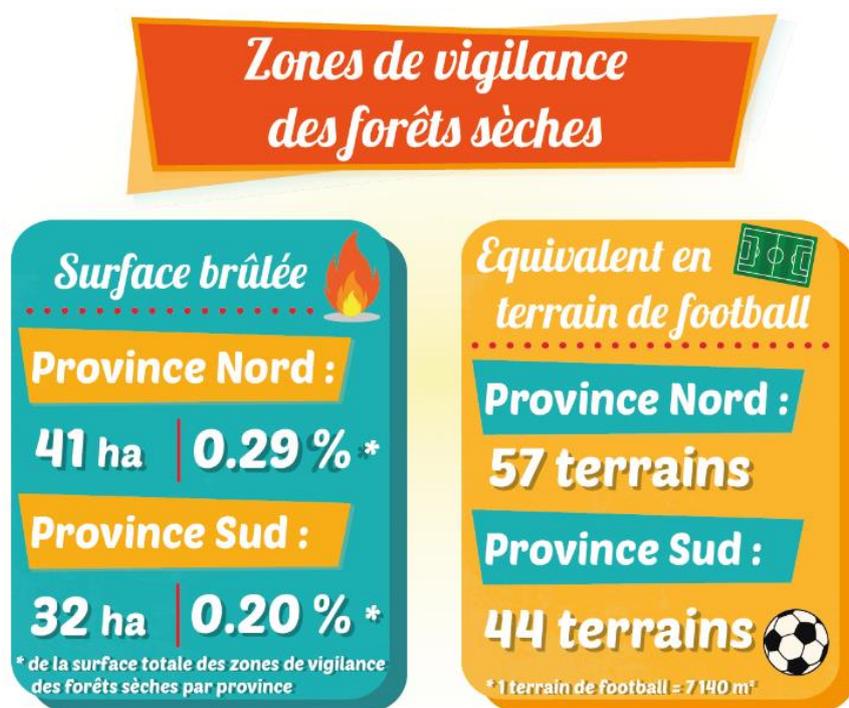


Figure 21 : Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches

En 2017, 41 hectares des zones de vigilance des forêts sèches ont brûlé en province Nord, soit l'équivalent de 57 terrains de football, contre 44 terrains en province Sud. Ces chiffres peuvent sembler peu significatifs, cependant, la richesse faunistique et floristique qui

²⁸ 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.

²⁹ Pour plus d'information, se référer au [rapport de ROTA.T](#), Cartographie des connectivités des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie, 2016

compose ces habitats est extrêmement fragile et des incendies de cette ampleur pourraient avoir des conséquences irréversibles sur ces milieux.

Le Tableau 25 présente la superficie des zones de vigilance des forêts sèches qui a brûlé par commune en 2017.

Tableau 25 : 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 2017

Commune	Superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (%)
Dumbéa	17,66	3,24
Poya	32,08	0,7
Koné	2,99	0,6
Païta	12,76	0,35
Pouembout	3,19	0,17
Kaala-Gomen	1,99	0,1
Nouméa	0,25	0,07
Poum	0,55	0,04
Koumac	1,19	0,03
Bourail	0,69	0,01



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte par rapport à la superficie totale des zones de vigilance des forêts sèches est Dumbéa avec 3,24 % d'hectares incendiés. Pour autant, c'est la commune de Poya qui a vu le plus d'hectares des zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée, avec près de 32 hectares. C'est la zone de vigilance de la forêt sèche du Nord-Ouest des falaises d'Adia qui a le plus été impacté sur cette commune.

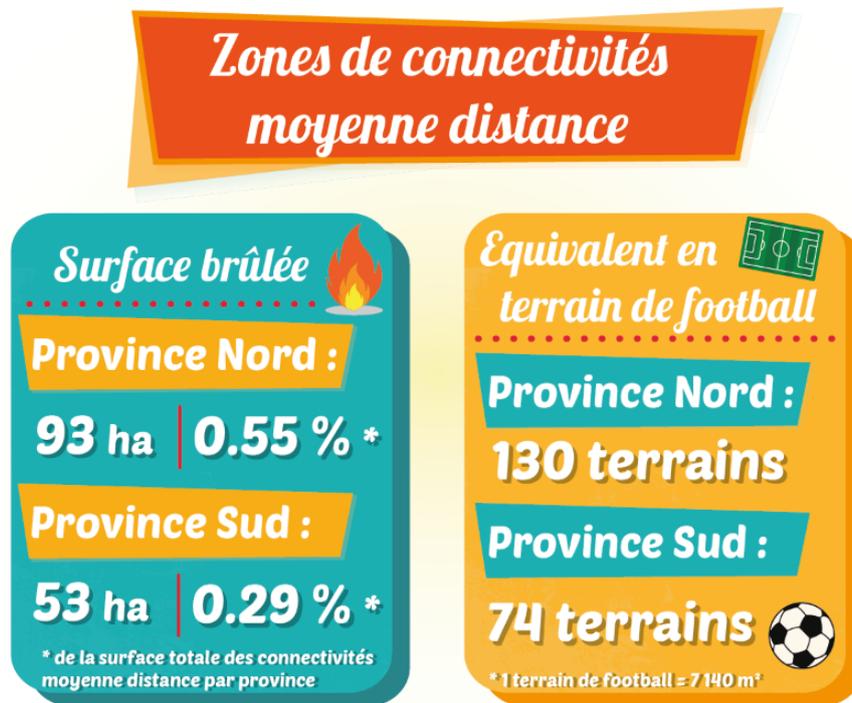

A Retenir


Figure 22 : Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivités moyenne distance

La province Nord a subi une perte de 93 hectares de connectivités moyenne distance en 2017, soit l'équivalent de 130 terrains de football. La combustion de ces hectares pourrait avoir un impact important sur la conservation et le développement des patches de forêts sèches. En effet, ces corridors représenteraient des zones favorables à la reconstitution des forêts sèches, leur impact pourraient ainsi avoir comme conséquence de réduire la probabilité d'extension des forêts sèches.

Le Tableau 26 présente la superficie des connectivités moyennes distances qui ont brûlé par commune en 2017.

Tableau 26 : 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 2017

Commune	Superficie incendiée de connectivités moyennes (ha)	Part de la superficie incendiée des connectivités moyennes distances (%)
Dumbéa	18,8	2,73
Poum	38,5	1,52
Bouloupari	4,6	1,12
Poya	36	0,7
Koné	7	0,7
Païta	20,4	0,49
Moïndou	7,9	0,48
Pouembout	3,6	0,15
Koumac	5,9	0,12
Kaala-Gomen	2,2	0,11
Nouméa	0,2	0,02
Bourail	1	0,01



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte au niveau de ses zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches est Dumbéa avec 2.73% d'hectares incendiés. À Dumbéa, ce sont les connectivités du Fort de Téréka, du Pic aux Chèvres, et de Tonghoué qui ont été les plus impactées. Pour autant ce sont les communes de Poum et Poya qui ont vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de connectivité moyenne distance, avec entre 36 et 39 hectares incendiés. A Poum, les connectivités reliant les patchs de Nehoué Rive Droite 5 et Plaine Cirey ; Nomac et Yegaawac 2,3 et 4 ; Plaine de Cirey 2 et Pweyan 3, ont été traversées par des incendies. A Poya, les connectivités reliant les patchs Adio Falaises Nord-Ouest, Adio piste, Adio falaises Nors-Est et Adio Falaises Est ; Adio falaises Nors-Est et Poya Nord ; Neoni Sud 3 et Nepou Sud ; Nepou Sud 2 et Forêt Français Sud 2, ont été traversées par des incendies. Ces ruptures de connectivités pourraient avoir des conséquences très néfastes sur le développement des forêts sèches sur les territoires touchés.

4.1.1.8. 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 4. 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 terrestre³⁰. 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 rare 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

Partenaires

La province Sud est l'éditeur de ce jeu de données.

4.1.1.8.1. Milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

Le Tableau 27 présente la superficie des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2017.

Tableau 27 : 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 2017

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 (%)
Païta	78	1,34
Ile des Pins	5	0,77
Thio	35	0,32
Bourail	10	0,24
Mont-Dore	5	0,18
Moindou	1	0,12
Yaté	2	0,02

A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte au niveau de ses milieux essentiels à la préservation de la biodiversité est Païta avec 1,34% d'hectares incendiés. 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 78 hectares incendiés.

³⁰ Se référer au [bulletin de la géomatique en Nouvelle-Calédonie n°24](#) du premier trimestre 2011 produit par le gouvernement, page 3

4.1.1.8.2. Milieux d'intérêt important pour la conservation

Le **Tableau 28** présente la superficie des milieux d'intérêts important pour la conservation qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2017.

Tableau 28 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts important pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2017

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 (%)
Thio	176	1,76
Païta	70	1,46
Ile des Pins	11	1,12
Moindou	13	0,95
Bourail	43	0,83
Mont-Dore	55	0,68
Yaté	10	0,09
La Foa	1	0,03
Bouloupari	1	0,01
Dumbéa	0,1	0,01



A Retenir

La commune qui a subi le plus de perte au niveau de ses milieux d'intérêts important pour la conservation de la biodiversité est Thio avec 1,76% d'hectares incendiés. Cette commune représente également la localité qui a vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de milieux d'intérêts important pour la conservation en province Sud, avec 176 hectares incendiés.

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 2017 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 mondiale 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.

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 29 présente l'impact des incendies pour chaque zone tampon terrestre de l'UNESCO en 2017.

Tableau 29 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampon terrestre de l'UNESCO pour l'année 2017

Nom de la zone tampon terrestre touchée	Nb d'incendie par zone tampon terrestre UNESCO	Superficie incendiée par zone tampon terrestre UNESCO (ha)	Part de la superficie de la zone tampon terrestre UNESCO incendié (%)
Zone Côtière Nord-Est	377	8 615	2,83
Zone Côtière Ouest	75	852	0,50
Grand Lagon Sud	8	78	0,40
Grand Lagon Nord	3	23	0,35
Atoll D'Ouvéa et Beautemps-Beaupré	4	7	0,05

A Retenir

La zone tampon terrestre labellisée UNESCO qui a subi le plus de dégâts est la zone côtière Nord-Est, avec 2.83% de sa superficie partie en fumée. En effet, il n'est pas sans rappeler que le Nord de la Nouvelle-Calédonie a fortement été impacté par les incendies, les 8 615 hectares brûlés en sont la représentation.

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.

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 30 présente l'impact des incendies pour chaque aire protégée provinciale touchée en 2017.

Tableau 30 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2017

Périmètre administratif	Nom de l'aire protégée provinciale touchée	Nb 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 (%)
Province Nord	Hyabé-Lé Jao	7	42	1,37
	Mont Panié	6	5	0,10
	Aoupinié	4	4	0,07
Province Sud	Rivière bleue	1	1	0,01

A Retenir

Trois 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 1,37% de sa superficie partie en fumée. Les autres aires protégées touchées en province Nord sont des réserves de nature sauvage, elles ont vu brûler respectivement environ 5 et 4 hectares de végétation, ce qui représente une part minimale de la superficie totale de ces dernières. Enfin, le parc provincial de la rivière bleue située en province Sud a connu un incendie d'un hectare en 2017.

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 ressources³¹. En Nouvelle-Calédonie, cette convention a été signée pour le périmètre de la zone des Lacs du Grand Sud.

³¹ Pour plus d'information sur la convention et ses missions, cliquez sur le lien suivant [RAMSAR](#)

Partenaires

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

Le Tableau 31 présente l'impact des incendies sur la zone humide Ramsar des Lacs du Grand Sud.

Tableau 31 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la zone humide Ramsar pour l'année 2017

Nb de feux sur la zone humide Ramsar	Superficie incendiée de la zone humide Ramsar (ha)	Part de la superficie incendiée de la zone humide Ramsar (%)
3	31	0,07

A Retenir

La zone humide Ramsar des Lacs du Grand Sud a subi trois incendies qui ont consommé une superficie de 31 hectares, ce qui représente une très faible proportion par rapport à la surface de cette zone humide.

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 travail³², la qualité de l'eau

³² 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.

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 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 d'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. Cheylan³³, 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 libérerait 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 dépourvu 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 al³⁴ 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 subit par les bassins versants après des incendies.

Enfin, à l'échelle du bassin versant, un excès de sédiment 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.

³³ 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.

³⁴ 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.

4.1.3.1. Les bassins versants producteurs d'eau potable

Informations

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

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 sous-terrain, elle a été produite par le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

A Retenir

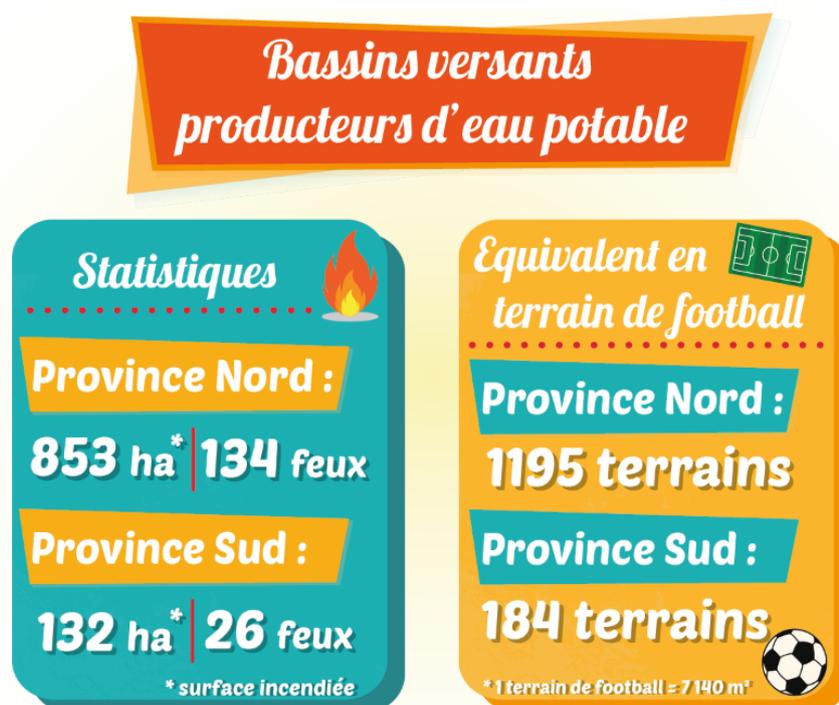


Figure 23 : Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable

En 2017, 134 incendies ont impacté les bassins versants producteurs d'eau potable en province Nord, ce qui représente une superficie incendiée de 853 hectares.

Le Tableau 32 présente l'impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable.

Tableau 32 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2017

Commune	Nb BV touchés	Nom du bassin versant touché	Nb de feux	Surface du bassin versant incendiée (ha)	Part de la superficie incendiée du bassin versant (%)
Thio	6	Saint-Pierre 1	1	1,4	99,00
Houaïlou	2	Bel Air C1	1	4,9	77,29
Thio	6	Saint-Michel	2	12,3	54,33
Canala	6	Menereme	1	5,9	35,70
Poindimié	13	Bayes ancien	1	20,8	30,75
Poindimié	13	Pambou C1	1	6,4	26,83
Pouébo	8	Pweoundj C1	2	30,3	22,18
Poindimié	13	Bayes C1	4	14,4	19,98
Poindimié	13	Bopope C2	1	1,2	14,98
Canala	6	Négropo	1	11,6	13,84
Hienghène	5	Tindo thirout	1	5,6	13,73
Hienghène	5	Wanaan C1	2	7,1	10,68
Poindimié	13	Nessapoue	1	1,3	10,62
Canala	6	Nigu	4	17,7	9,26
Hienghène	5	Paana C1	1	10,3	8,97
Thio	6	Nakale dit aussi Champion	2	30,8	8,50
Pouébo	8	Bwexite C1	3	16	8,16
Kouaoua	2	Koh Ancien C2	1	8,4	7,98
Poindimié	13	Napoemien C1	1	2	7,72
Kouaoua	2	Faniéré	1	2,6	6,27
Poindimié	13	Ouindo C1	2	3,8	6,11
Pouébo	8	Kounde C1	3	13,7	4,47
Ouégoa	4	Waredi	3	245	4,07
Poindimié	13	Tibarama C1	2	3,1	3,64
Kaala-Gomen	2	Oueholle C2 protestant	1	9,5	3,62
Poum	2	Narai C1	1	2,9	3,59
Thio	6	Saint-Pierre 2	1	1,6	3,38
Koné	3	Grand Atéou	1	0,4	2,97
Poya - Province Nord	3	Porenu TD1	26	235,3	2,92
Canala	6	Mehoue	8	22,7	2,85
Pouébo	8	Diahoue C1	1	5	2,83
Hienghène	5	Villacros	1	1,8	2,74
Yaté	2	Tara C1	1	0,2	2,67
Ouégoa	4	Ouamele	1	1,5	2,32
Kaala-Gomen	2	Ouemou	1	2	2,13

Poya - Province Nord	3	Mont Faoue TD1	10	25,4	2,01
Poindimié	13	Ouindo C2	1	1,3	1,96
Koné	3	Noelly C1	1	1,5	1,85
Poya - Province Nord	3	Gohapin Micro centrale	2	4,6	1,49
Ouégoa	4	Parari	1	4,9	1,45
Koné	3	Netchaot C1	1	7,6	1,43
Pouébo	8	Tchambouenne C1	1	4	1,34
Pouébo	8	Pwi Renec C1	3	8	1,33
Yaté	2	Wene	1	4,4	1,20
Mont-Dore	2	Thy TD1	1	10,8	1,18
Moindou	1	Arema TD	4	26,8	1,04
Dumbéa	1	Dumbea F1 bis TD	1	0,8	1,03
Houaïlou	2	Neaoua	1	6,7	0,99
Poindimié	13	Tipouendiep C1	1	1,4	0,85
Thio	6	Mouhe	1	1,4	0,55
Poum	2	Bouaro C1	1	0,3	0,52
Touho	1	Ponandou	2	4,3	0,49
Thio	6	Tribu de Kouaré	2	16,2	0,39
Canala	6	MiaKupe	1	1,9	0,33
Poindimié	13	Povila	1	1,2	0,26
Hienghène	5	Ciit C1	1	1,3	0,24
Ponérihouen	1	Goa TD1	18	55,8	0,21
Canala	6	Ema	2	1,3	0,20
La Foa	1	Oui Point	1	1,5	0,17
Poindimié	13	Pwatibobo	1	1,3	0,16
Pouébo	8	Pagan C1	1	0,1	0,13
Boulouparis	2	Ouamenie TD1	3	10,8	0,07
Poindimié	13	Bopope TD1	4	5,7	0,06
Boulouparis	2	Ouenghi	4	13,2	0,06
Mont-Dore	2	Yanna	1	0,1	0,04
Pouébo	8	Pweoundj C2	1	0,1	0,02
Ouégoa	4	Wahonne	1	1	0,01



A Retenir

Le bassin versant producteur d'eau potable qui a été le plus touché est « Saint-Pierre 1 » situé à Thio. Les 99% de sa superficie incendiée s'explique par la taille de ce dernier qui est inférieure à 1,5 hectares. Le bassin versant « Bel Air C1 » situé à Houaïlou a, quant à, lui subit un incendie qui a brûlé près de 77% de sa superficie. Pour autant, le bassin versant qui a hébergé le plus d'incendie est celui de « Peneru TD1 » situé côté province Nord de la

commune de Poya. En effet, la superficie de ce dernier étant de 8 056 hectares, il abrite un risque d'incendie plus élevé. Enfin, c'est le bassin versant producteur d'eau potable « Waredi » situé à Ouégoa qui possède la plus grande superficie brûlée par les incendies, avec 245 hectares.

4.1.3.2. Les périmètres de protections des eaux

Informations

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

Partenaires

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

A Retenir

Périmètres de protection des eaux



Figure 24 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux

En 2017, 116 incendies ont touché les périmètres de protection des eaux situés en province Nord, avec 950 hectares brûlés, contre 779 hectares incendiés en province Sud, pour 53 incendies.

Le Tableau 33 présente l'impact des incendies sur les périmètres de protection des eaux par communes en 2017.

Tableau 33 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2017

Commune	Type de Périmètre de Protection des Eaux touché	Nb de feux	Surface de Périmètre de Protection des Eaux touché par commune (ha)	Part de la superficie incendiée de Périmètre de Protection des Eaux pour l'ensemble de la commune (%)
Thio	PPE	20	456	6,7
Boulouparis	PPR	2	98	6,2
Hienghène	PPE	10	98	3,1
Pouébo	PPE	6	48	2,4
Poya	PPE	35	265	1,8
Touho	PPE	6	63	1,8
Kaala-Gomen	PPE	8	30	1,6
Kaala-Gomen	PPR	3	5	1,4
Voh	PPE	14	300	1,3
Poum	PPE	3	28	1,3

Koumac	PPE	3	19	1,0
Houailou	PPI	1	0,0083	0,9
Thio	PPR	9	11	0,9
Thio	PPI	1	0,01	0,8
Kouaoua	PPE	2	12	0,8
Koné	PPE	2	9	0,7
Dumbéa	PPR	1	2	0,7
Ouégoa	PPE	1	5	0,6
Bourail	PPE	1	53	0,6
Canala	PPE	2	8	0,4
La Foa	PPE	9	47	0,4
Poindimié	PPE	5	6	0,3
Ile des pins	PPR	1	0,1	0,3
Poya	PPR	7	2	0,2
Ponérihouen	PPE	18	56	0,2
Houailou	PPE	1	5	0,1
Boulouparis	PPE	17	77	0,08
Yaté	PPE	3	27	0,07
Hienghène	PPR	1	0,1	0,02
Ponérihouen	PPR	2	0,04	0,008
Mont-Dore	PPE	1	0,2	0,008
Dumbéa	PPE	1	0,3	0,002
Païta	PPE	1	0,0003	0,00002



A Retenir

En 2017, Thio a eu 6,7 % de son PPE incendié, soit l'équivalent de 456 hectares. Boulouparis quant à elle, a vu 6.2 % de son PPR partir en fumée. On note que la province Nord et la province Sud ont eu un PPI touché par les incendies au cours de l'année 2017 ; la commune de Thio avec le PPI de « Belair », et la commune de Houailou avec le PPI de « Saint-Pierre 1 Captage ». Au total, 80 périmètres de protection des eaux sur 578 ont été touchés par les incendies, représentant près de 14 % d'entre eux.

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 2017 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 la province Sud et sur la province des Iles. 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 **30 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 2017 en Nouvelle-Calédonie. Ce chiffre est bien entendu à considérer comme une estimation compte tenu du caractère discutables 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'OCCMC. 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.

5. Eléments de discussion

5.1. Limites de l'étude

Cette étude avait pour but de mettre en place le premier bilan chiffré de l'impact spatial des incendies sur le territoire calédonien. 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 qui pour l'heure ne peuvent être contournés. 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.

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

- **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. De fait, il est important de noter la possibilité que des incendies déclarés en fin d'année 2017 puissent être observés seulement en 2018.

Certaines aberrations de détection concernaient aussi des parcelles récemment labourées ou des sols particulièrement humides. Le contrôle Il convient de préciser que le contrôle de la base de données brute comprenant des détections de novembre 2015 à mars 2018 a mis en avant environ 6,6 % de fausses détections. L'ensemble des données du bilan de 2017 a fait l'objet d'un contrôle par traitements avec des données extérieures à l'OEIL ou par photo-interprétation.

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, reposent 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 à aux complexes industriels présentes 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 indiqués 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.

Les émissions atmosphériques en gaz à effet de serre et polluants (HAP, PMB, etc.) n'ont pas pu être quantifiés dans le cadre de cette étude et nécessitent des données sur les facteurs d'émission, de combustion et de biomasse qui ne couvrent pas les différents types de végétation présents en Nouvelle-Calédonie.

De même, la confidentialité, l'imprécision géographique, ou encore l'ancienneté de certaines données implique que la précision des informations a du parfois être dégradée. C'est le cas des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées et des espèces sensibles. En conséquence, les résultats sont à considérer avec précaution et représentent des atteintes potentielles aux espèces concernés par les incendies, et non des preuves de disparition. Le manque d'exhaustivité de la prospection à l'échelle du territoire, implique que l'impact sur les espèces menacées ou sensibles est très largement minoré.

De plus, l'utilisation de données dont la construction est datée d'un certain nombre d'année a des répercussions. En effet, pour élaborer les strates arborées, arbustives et herbacées, les données issues des MOS de 2008 pour la province Nord et de 2014 pour les provinces Sud et des îles ont été utilisées. De fait, la quantification des surfaces incendiées pour chaque type de strate peut ne pas être exacte en lien avec l'évolution rapide des territoires.

5.2. Détails des modalités de croisement 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 ont nécessité des traitements SIG, ils ont été effectués à l'aide de la version 10.4.1 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 les critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies.

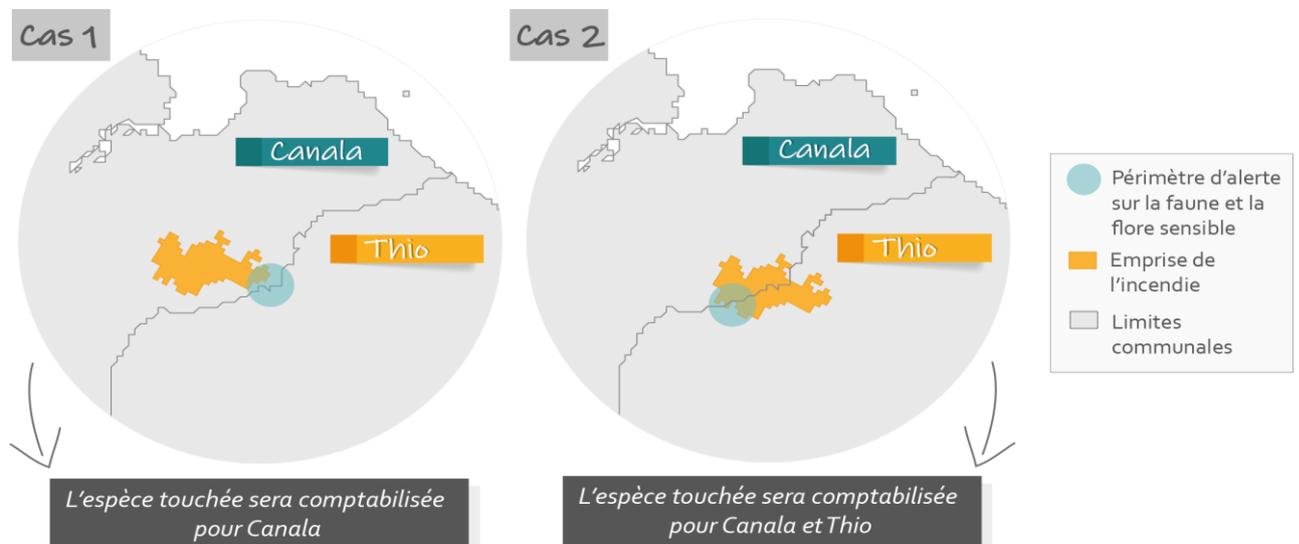


Figure 25 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies

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 du centroïde 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 touchées par les incendies.

Concernant la couche des périmètres de protection des eaux, une fusion en fonction du type de périmètre a été réalisée afin d'éviter les superpositions qui empêchaient les intersections de fonctionner. Les superpositions présentes dans cette couche 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. La particularité d'avoir effectué une fusion implique que les résultats aient été communiqués par commune et non par périmètres de protection des eaux. En effet, le fait de fusionner les périmètres de protection des eaux en fonction de leur type implique que l'information concernant leur nom est perdue lors du traitement.

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

6. Conclusion

6.1. 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 première quantification des incendies issus d'images hautes résolutions sur le territoire calédonien, 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.

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. En effet, 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. De même, le processus de contrôle des données sera amené à évoluer afin qu'un degré d'automatisation supplémentaire soit mis place.

De plus, un des axes d'amélioration repose sur une meilleure caractérisation de l'impact des incendies sur les différents types de végétation et plus particulièrement sur la flore de la Province Nord. En effet, dans le présent rapport, la construction des classes de végétations s'est appuyée sur la construction d'une équivalence entre les types de végétation référencés dans le MOS de 2008 pour le territoire provincial Nord et les classes de végétation disponibles dans le MOS de 2014 des provinces Sud et des Îles. De fait, les strates arborées, arbustives et herbacées identifiées en Province Nord ont pu évoluer depuis 2008. Il serait intéressant de reconsidérer ces résultats lorsque le nouveau MOS de la Province Nord sera finalisé. De manière générale, 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.

6.2. Prospectives 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, d'autres seulement de manière partielle. En effet, certaines données concernant des thématiques porteuses d'enjeux ne sont pas accessibles, voire n'existent pas.

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.

De plus, la quantification des émissions de gaz à effet de serre et autres polluants atmosphériques induits par les incendies représente un axe d'étude intéressant à développer et doit être déterminé en fonction des différents types de végétation. En effet, les essences ne possèdent pas le même degré d'inflammabilité et ne dégagent pas la même quantité de gaz à effet de serre ou de polluants. De plus, pendant la saison sèche, le stress hydrique de la végétation impliquera une combustion plus rapide et ainsi des émanations de gaz plus importantes. Ces éléments représentent des pistes de réflexion qui permettraient probablement de préciser l'estimation des émissions liées aux incendies et, plus généralement des émissions de polluants. Il est tout de même probable que les différentes données nécessaires aux calculs (facteur de combustion, d'émission, biomasse, etc.) ne soient pas toutes disponibles.

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.

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 2017.

Enfin, 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.

Références

Webographie :

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-protgees>

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/ressource/details.page?uid=%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>

Rapport :

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

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

Sylvain Capo, Arnaud Jaen. *Rapport méthodologique Intermédiaire : Chaîne de traitement, détection de surfaces brûlées*. Nouméa, TELESPAZIO 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/ressource/bibliographie/view/29565>

M.Cheyran, 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.

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

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.

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. [En ligne]. [Page consultée le 17/01/2019]. Disponibilité et accès : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01250688/document>

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

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. [En ligne]. [Page consultée le 17/01/2019]. Disponibilité et accès : http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-01/010011057.pdf

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.

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.

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

A-S. LUIS. **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, 2018. 86 p
<http://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29566>

Le patrimoine mondial en Nouvelle-Calédonie parlons-en ! Animation pour les scolaires du secondaire de Nouvelle-Calédonie. PALA DALIK : l'écho du récif. [En ligne]. Koné : CEN, 2017, 56p. [Page consultée le 15/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/documents/22209/76084/Livret+d%27animation+p%3%A9dagogique+Pala+Dalik/e99d52ea-8dea-4422-b386-6b639c17869f?version=1.1>

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. [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

Norman Myers, Russell A. Mittermeier, Cristina G. Mittermeier, Gustavo A.B. da Fonseca and Jennifer Kent, **Biodiversity hotspots for conservation priorities**, in Nature 403, 2000. pp. 853-858.

Tristan Rota. **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, 2016, 100p. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/documents/22209/82590/Cartographie+des+connectivite%3%A9s+des+for%3%AAts+s%3%A8ches+de+Nouvelle-Cal%3%A9donie/f9076755-1b75-436a-b664-7146d12d3f23?version=1.0>

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

Jérôme Spaggiari, Jean Ichter et Jean-Christophe Lefeuvre. **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, 2010, 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

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.

Adrien WULFF. *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. 2012, 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 VIIRS pour l'incendie de Bangou - la Tontouta en octobre 2017 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik).....	10
Figure 2 : Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel, pour la période allant du 13 novembre 2015 au 31 mars 2018 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. [L'ordre présenté n'est pas obligatoirement celui qui a été suivi de manière chronologique]. (Source : OEIL).....	12
Figure 3 : Emprise fusionnée des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour l'incendie de Bangou - la Tontouta en octobre et novembre 2017 (Fond de carte : Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik).....	13
Figure 4 : Cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2017 pour la Nouvelle-Calédonie.....	19
Figure 5 : Cumul mensuel du nombre de surfaces brûlées issues de MODIS entre 2001 et 2017 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie	20
Figure 6 : Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2002, 2003, 2004, 2014, 2016 et 2017	21
Figure 7 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017	29
Figure 8 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2017	29
Figure 9 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2017	30
Figure 10 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik)	31
Figure 11 : Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2017 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL, réalisation : Kartomatik).....	32
Figure 12 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2017	33
Figure 13: Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une habitation	34
Figure 14 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2017	35
Figure 15 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une route.....	35
Figure 16 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées ..	38
Figure 17 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée.....	54
Figure 18 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive.....	56
Figure 19 : Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée.....	58
Figure 20 : Répartition de la végétation par strate pour 100 hectares incendiés en 2017	60
Figure 21 : Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches	61
Figure 22 : Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivités moyenne distance	63

Figure 23 : Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable.....	71
Figure 24 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux	75
Figure 25 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies.....	81

Table des Tableaux

Tableau 1 : Présentation des sources d'information utilisées pour réaliser le bilan de l'impact des incendies ..	16
Tableau 2 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017	23
Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017	23
Tableau 4 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017	23
Tableau 5 : Répartition par communes des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	24
Tableau 6 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	25
Tableau 7 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	25
Tableau 8 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2017.....	28
Tableau 9 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017	39
Tableau 10 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alerte sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017 (PA = Périmètres d'alertes)	40
Tableau 11 : 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 2017 (PA = Périmètres d'alertes).....	40
Tableau 12 : Nom des espèces de plantes classées « en danger critique d'extinction » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017.....	41
Tableau 13 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017	42
Tableau 14 : Nom des espèces animales classées « en danger » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017.....	44
Tableau 15 : Nom des espèces animales classées « en danger critique d'extinction » touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017	44
Tableau 16 : 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 2017.....	45
Tableau 17 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les espèces sensibles par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	47
Tableau 18 : Nom des espèces de plantes touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2017 .	47
Tableau 19 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017	49
Tableau 20 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	50
Tableau 21 : Equivalence entre classes de végétation du MOS de 2014 et classes de végétation du MOS de 2008	51
Tableau 22 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	55
Tableau 23 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	57
Tableau 24 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2017.....	59
Tableau 25 : 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 2017	62
Tableau 26 : 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 2017.....	64
Tableau 27 : 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 2017	65

Tableau 28 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts important pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2017	66
Tableau 29 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampon terrestre de l'UNESCO pour l'année 2017	67
Tableau 30 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2017	68
Tableau 31 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la zone humide Ramsar pour l'année 2017	69
Tableau 32 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2017.....	72
Tableau 33 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2017	75

Annexe : modalité de calcul de l'estimation des implications financières liées à la réparation du préjudice environnemental des incendies

	Forêt sur sol ultramafique (type forêt humide)	Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)	Maquis para forestier	Maquis ligno-herbacé	Forêt sèche état moyen	Savane à Niaoulis	Formations herbacées
Superficie directement impactée (m²) pour ce milieu	1238444,07	5069859,254	8039018,289	14608478,36	264686,781	148413812,5	9227165,294
Pourcentage de la surface impactée qui sera réhabilitée à l'endroit même de l'impact	50	50	50	50	50	50	50
Type de milieu impacté	Forêt sur sol ultramafique (type forêt humide)	Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)	Maquis para forestier	Maquis ligno-herbacé	Forêt sèche état moyen	Savane à Niaoulis	Formations herbacées
Foncier disponible pour réhabilitation d'autres milieux	Non						
Date de l'impact	janv-17						
Date de la réhabilitation	févr-17						
Type d'opération cible 1	Enrichissement forêt humide	Enrichissement forêt humide	Récréation de maquis	Récréation de maquis	Recréation de forêt sèche	Récréation de maquis	Récréation de maquis
Proportion	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Nb de plants par m²	0,2	0,2	2	2	0,5	2	2
Nb d'espèces replantées	20	20	30	30	15	30	30
A. Indicateur de valeur écologique							
A1 - Etat de conservation général	Secondarisé	Secondarisé	Secondarisé	Secondarisé	Très fortement dégradé	Secondarisé	Secondarisé
A2 - Importance pour la connectivité (structurelle / géographique)	Participe modérément	Participe modérément	Participe modérément	Participe modérément	Essentiel	Participe modérément	Participe modérément
A3 - Originalité de l'écosystème (occurrence du type ou sous-type)	Peu commun	Peu commun	Peu commun	Peu commun	Unique	Peu commun	Peu commun
A4.0 > Contribution aux SE, valeur standard.	Modéré						
A4.1 > Contribution aux SE, val supplémentaire : Services supports	Essentiel	Essentiel	Essentiel	Faible	Essentiel	Modéré	Faible
A4.2 > Contribution aux SE, val supplémentaire : Services de régulations	Essentiel	Essentiel	Essentiel	Faible	Essentiel	Modéré	Faible
A4.3 > Contribution aux SE, val supplémentaire : Services d'approvisionnement	Modéré	Modéré	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
A4.4 > Contribution aux SE, val supplémentaire : Services culturels	Nul	Nul	Nul	Nul	Important	Faible	Nul
A5.1 > Flore invasive	Modéré						
A5.2 > Faune invasive	Modéré						
A6.1 > Capacité de restauration de l'écosystème sur le même site	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Aisée	Aisée
A6.2 > Capacité de restauration de l'écosystème sur un site distant	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Envisageable	Aisée
A7.1 > Tendence pré-existante (sans intervention extérieure)	A l'équilibre						
A7.2 > Résilience : capacité de rétablissement spontané après perturbation modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Modérée	Importante	Très forte
A8.1.1 > Faune : endémisme	Fort taux relatif d'endémicité	Fort taux relatif d'endémicité	Fort taux relatif d'endémicité	Taux relatif modéré	Fort taux relatif d'endémicité	Taux relatif modéré	Taux relatif modéré
A8.1.2 > Faune : statut de conservation	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"
A8.2.1 > Flore : endémisme	Fort taux relatif d'endémicité	Fort taux relatif d'endémicité	Fort taux relatif d'endémicité	Taux relatif modéré	Fort taux relatif d'endémicité	Taux relatif modéré	Taux relatif modéré
A8.2.2 > Flore : statut de conservation	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"	Présence de plusieurs espèces micro endémique et/ou au statut IUCN "CR"
A9 - Potentiel de conservation des espèces micro-endémiques et/ou IUCN "CR" (faune ou flore)	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Non déterminé	Conservation ex situ impossible	Non déterminé	Non déterminé
A10 > La zone est dans une ZICO / IBA	Dans IBA	Dans IBA	Dans IBA	Dans IBA	Hord IBA	Dans IBA	Dans IBA
A11 > Localité jouant un rôle majeur pour la conservation d'une espèce particulière (dont IBA)	Oui						
A12. Espèce emblématique / patrimoniale ou à valeur culturelle forte impacté	Oui						
B. Indicateur d'incidence réglementaire							
B1 - Concerné par la réglementation aires protégées	Pouvant avoir des effets distants sur une AP	Pouvant avoir des effets distants sur une AP	Dans un parc ou une AGDR	Dans un parc ou une AGDR	Pouvant avoir des effets distants sur une AP	Pouvant avoir des effets distants sur une AP	Pouvant avoir des effets distants sur une AP
B2 - Concerné par la réglementation espèces	Non déterminé						
B3 - Concerné par la réglementation écosystème	Non déterminé						
B4 - Périmètres de protection des eaux	Dans un PPE	Dans un PPR	Dans un PPI	Dans un PPR	Dans un PPE	Dans un PPR	Dans un PPR
C. Niveau de perturbation							
C1. Intensité	Modérée						
C2. Réversibilité de l'impact	Réversible						
C3. Etendue	Très vaste > 10ha						
C4. Effets distants (échelle géographique)	Bassin versant (dont lagon)						
C5. Etendue relative de la formation végétale impactée par rapport à cette même formation sur le site et non impactée	Moins de 25 %						

	Ha impactés	m² impactés	Fourchette de ratio OCMC	Ratio final	Superficie totale à compenser (ha)	Type de compensation cible 1 (67%)	Superficie correspondante	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)	123	1 238 444	0 - 5	4	493	Enrichissement forêt humide	330	2 477 175 376	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	163	162 680 174	2 639 855 550
Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)	507	5 069 859	0 - 5	3,4	1 730	Enrichissement forêt humide	1 159	8 692 195 187	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	571	570 830 729	9 263 025 916
Maquis para forestier	804	8 039 018	0 - 2	1,8	1 409	Récréation de maquis	944	7 080 191 292	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	465	464 967 786	7 545 159 079
Maquis ligno-herbacé	1 461	14 608 478	0 - 2	0,5	674	Récréation de maquis	452	3 386 715 385	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	222	222 411 160	3 609 126 545
Forêt sèche état moyen	26	264 687	0 - 5	3,5	93	Récréation de forêt sèche	63	469 825 671	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	31	30 854 223	500 679 894
Savane à Niaoulis	14 841	148 413 812	0 - 2	0,1	1 245	Récréation de maquis	834	6 256 808 430	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	411	410 894 882	6 667 703 312
Formations herbacées	923	9 227 165	0 - 2	0,03	28	Récréation de maquis	18	138 356 762	Plantation sylvicole "haute qualité écologique"	9	9 086 116	147 442 878
									Coût de la restauration écologique compensatoire =			30 372 993 173,25
Technique de restauration écologique												
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						
<i>Source de l'estimation des coûts monétaires associés à la technique de restauration écologique : Province Sud</i>												