



Rapport version 1

Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2019 sur la Nouvelle-Calédonie

Auteurs : J-F. N'GUYEN VAN SOC (OEIL), D. BADET (OEIL), F. ALBOUY (OEIL)

Editeur : OEIL

Juin 2021



Observatoire de l'environnement
en Nouvelle-Calédonie

tel : 23 69 69
www.oeil.nc



Sommaire

GLOSSAIRE.....	5
RESUME EXECUTIF	6
1. PRESENTATION DE L'ETUDE	9
1.1. CONTEXTE	9
1.2. PERIMETRE SPATIAL ET TEMPOREL DE L'ETUDE	10
1.3. OBJECTIF DE L'ETUDE	10
2. ASPECTS METHODOLOGIQUES DE TRAITEMENT ET D'UTILISATION DES DONNEES	
SOURCES	11
2.1. EXPLOITATION DES DONNEES D'ANOMALIES THERMIQUES ISSUES DES SATELLITES AQUA MODIS, TERRA MODIS ET SUOMI NPP	11
2.1.1. <i>Information sur les anomalies thermiques</i>	11
2.1.2. <i>Le capteur MODIS des satellites Aqua et Terra</i>	11
2.1.3. <i>Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP</i>	12
2.2. EXPLOITATION DES DONNEES DE SURFACES BRULEES ISSUES DU SATELLITE SENTINEL 2	13
2.2.1. <i>Les images des satellites Sentinel 2</i>	13
2.2.2. <i>Principe de la méthode de détection des incendies mise en place par l'OEIL</i>	14
2.2.3. <i>Le contrôle des surfaces brûlées</i>	15
2.3. EXPLOITATION DES DONNEES SATELLITES EN FONCTION DE LEUR RESOLUTION SPATIALE	17
2.4. EXPLOITATION DES DONNEES POUR CARACTERISER L'IMPACT DES INCENDIES	18
3. CARACTERISATION DES INCENDIES	23
3.1. ANALYSE SPATIALE DES INCENDIES	23
3.1.1. <i>Répartition par unité territoriale</i>	23

3.1.1.	<i>Répartition selon le type de foncier.....</i>	41
3.1.1.	<i>Analyse de la taille des incendies</i>	45
3.1.2.	<i>Analyse de la densité selon l'historique de données</i>	50
3.1.3.	<i>Répartition des incendies vis-à-vis du substrat.</i>	64
3.1.4.	<i>Répartition des incendies vis-à-vis de la topographie.</i>	69
3.1.5.	<i>Distance entre incendies et sources potentielles.....</i>	76
3.2.	ANALYSE TEMPORELLE.....	82
3.2.1.	<i>Variabilité interannuelle des départs de feux.....</i>	83
3.2.2.	<i>Saisonnalité des surfaces brûlées</i>	85
3.3.	BILAN SUR LA REPARTITION SPATIO-TEMPORELLE DES INCENDIES.....	91
4.	CARACTERISATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX LIES AUX INCENDIES	92
4.1.	IMPACT DES INCENDIES SUR LA BIODIVERSITE	92
4.2.	IMPACT DES INCENDIES SUR LES MILIEUX TERRESTRES.....	92
4.2.1.	<i>Impacts des incendies sur les strates de végétation.....</i>	93
4.2.2.	<i>Impacts des incendies sur les pertes du couvert forestier estimées par Global Forest Watch ...</i>	113
4.2.3.	<i>Impacts des incendies sur les forêts de la Province Nord</i>	120
4.2.4.	<i>Impacts des incendies sur les forêts sèches.....</i>	123
4.2.5.	<i>Impacts des incendies sur les mangroves.....</i>	130
4.2.6.	<i>Impacts des incendies sur les zones d'intérêts biologiques et écologiques situées en province Sud</i> <i>132</i>	
4.3.	IMPACTS DES INCENDIES SUR LES ESPECES ANIMALES ET VEGETALES	139
4.3.1.	<i>Impacts des incendies sur les zones clés de biodiversité</i>	139
4.3.2.	<i>Impacts des incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal</i>	142
4.3.3.	<i>Impacts des incendies sur les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées</i>	145
4.3.4.	<i>Impacts des incendies sur les espèces sensibles.....</i>	161
4.4.	IMPACT DES INCENDIES SUR LES PERIMETRES PROTEGES REGLEMENTAIREMENT OU LABELISES	166
4.4.1.	<i>Impact des incendies sur les zones tampons terrestres UNESCO</i>	166
4.4.2.	<i>Impact des incendies sur les aires protégées provinciales terrestres</i>	168
4.4.3.	<i>Impact des incendies sur les périmètres des zones humides Ramsar</i>	171
4.5.	IMPACT DES INCENDIES SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE	172
4.5.1.	<i>Les bassins versants producteurs d'eau potable</i>	174
4.5.2.	<i>Les périmètres de protections des eaux</i>	179
4.6.	IMPACT DES INCENDIES SUR LES SURFACES AGRICOLES.....	185
4.6.1.	<i>Informations</i>	185
4.6.2.	<i>Partenaires</i>	187
4.6.3.	<i>Résultats.....</i>	188
4.7.	IMPACT DES INCENDIES SUR LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE.....	191
4.7.1.	<i>Informations</i>	191
4.8.	ESTIMATION DES IMPLICATIONS FINANCIERES LIEES A LA REPARATION DU PREJUDICE ENVIRONNEMENTAL DES INCENDIES 198	
4.8.1.	<i>Informations.....</i>	198
4.8.2.	<i>Résultats.....</i>	200
4.9.	BILAN SUR L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES INCENDIES	201
5.	ELEMENTS DE DISCUSSION	203
5.1.	LIMITES DE L'ETUDE	203
5.1.1.	<i>Limites liées à la détection et à la validation des surfaces brûlées</i>	204
5.1.2.	<i>Limites liées au contrôle des données</i>	207
5.1.3.	<i>Limites liées à la caractérisation des impacts environnementaux</i>	207
5.2.	DETAILS SUR LES MODALITES DE CROISEMENT ET D'ANALYSE DE DONNEES APPLIQUEES	208

5.2.1.	<i>Précisions d'ordre général.....</i>	208
5.2.2.	<i>Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour compter les incendies</i>	209
5.2.3.	<i>Précisions concernant les critères d'intersection utilisés pour estimer les superficies incendiées.....</i>	209
5.2.4.	<i>Précisions des pré-traitements effectués sur les couches utilisées.....</i>	210
5.2.5.	<i>Précisions sur les méthodes de discrétisation.....</i>	210
5.2.6.	<i>Précision sur la méthode utilisée pour la production des cartes de densité.....</i>	211
6.	CONCLUSION.....	212
6.1.	BILAN DE L'ETUDE	212
6.2.	PERSPECTIVES.....	215
6.2.1.	<i>Prospectives d'analyses croisées supplémentaires.....</i>	215
6.2.2.	<i>Evolution des méthodes d'acquisition par télédétection.....</i>	217
	REFERENCES	218
	TABLE DES FIGURES	222
	TABLE DES TABLEAUX	226
	ANNEXES	230

Glossaire

Terme	Définition
Base d'apprentissage	Jeu de données utilisé pour entraîner un algorithme.
Biomasse	Matière organique d'origine végétale (microalgues incluses), animale, bactérienne ou fongique (champignons), utilisable comme source d'énergie (bioénergies).
Capteur basse fréquence	Équipement permettant de surveiller les phénomènes électromagnétiques d'un territoire.
Chaîne de traitement	Succession des opérations effectuées sur les données à l'aide de scripts et outils développés avec un ou plusieurs produits en sortie
Couche	Fichier contenant les données spatiales en ayant les informations attributaires / tabulaires.
Discrétisation	Méthode permettant de découper en classe une série de variables quantitatives ou qualitatives
Energie rayonnante lumineuse (FRE)	Forme d'énergie contenue et transportée par les ondes électromagnétiques, en particulier par la lumière
FRP : Fire Radiation Power	Taux d'énergie radiative émise par le feu au moment de l'observation
Héliophile	Organisme ayant d'importants besoins en lumière (soleil) pour se développer
Photo-interprétation	Interprétation et vérification à partir de photographies aériennes ou d'images satellitaires
Pyrophile	Plante ou végétation se développant sur un substrat ayant subi un incendie
Raster	L'information est traitée sous forme de valeur numérique et correspond souvent à une image géoréférencée
Signature spectrale	Émission électromagnétique caractéristique d'un objet en fonction de la longueur d'onde
Vecteur	Le vecteur est utilisé pour la représentation d'objets délimités comme les routes, les parcelles. Cette représentation est matérialisée par des formes géométriques (points, lignes, polygones). Dans le cas des surfaces brûlées, ce sont des polygones.
Vectorisation	Passage d'une donnée raster à une donnée vecteur

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 sur la Nouvelle-Calédonie		
Auteurs	D. BADET (OEIL), JF N'GUYEN VAN SOC (OEIL), F ALBOUY (OEIL)		
Collaborateurs	Chloé Bertrand (IGN)		
Editeurs	OEIL		
Année d'édition du rapport	2020	Année des données	2019

Objectif	L'objectif de cette étude est de caractériser les incendies de l'année 2019 sur la Nouvelle-Calédonie et de quantifier les impacts environnementaux associés en s'appuyant sur des données géographiques relatives aux enjeux environnementaux.
Contexte	L'origine de ce bilan annuel résulte du constat d'un manque de caractérisation des incendies et, de fait, d'absence de quantification des impacts induits par les feux sur le territoire calédonien. La Nouvelle-Calédonie, considérée comme un haut-lieu de la biodiversité mondiale, accueille un grand nombre d'espèces animales et végétales endémiques voire micro-endémiques dont la survie est impactée par les changements infligés aux milieux naturels. Les incendies, du fait de leur ampleur et de leur fréquence, exercent une pression importante sur ces milieux. Leurs effets peuvent être directs, mais également indirects. L'OEIL, a développé des méthodes issues de la télédétection et de la géomatique afin de caractériser cette pression et ses impacts environnementaux sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. Parallèlement aux outils numériques d'alerte et de suivi ¹ de cette pression qu'il a pu développer, L'observatoire a pour ambition de produire un bilan détaillé annuellement afin d'inscrire la caractérisation des incendies de manière pérenne dans le suivi des impacts liés aux pressions environnementales.
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, qui ont été effectués à l'aide de la version 10.6.1 du logiciel ArcGIS. Les traitements de croisement entre les incendies et les autres sources d'information ont été réalisés à l'aide d'outils développés par l'OEIL.

Résultats et conclusions	Ce travail représente la troisième quantification des incendies issus d'images hautes résolutions sur le territoire calédonien et constitue la suite du travail engagé en 2017. Voici un extrait des résultats obtenus : Globalement, l'impact des incendies 2019 sur les différents enjeux environnementaux apparaît bien plus élevé que les années précédentes. Le Tableau 107 permet d'avoir un bref aperçu de l'impact des incendies en Nouvelle-Calédonie sur les années 2017, 2018 et 2019. La caractérisation du phénomène montre que 2019 est une des années les plus dévastatrices avec un total de 48 981 hectares incendiés, soit 2,66% de la superficie de la Nouvelle-Calédonie impactée par les feux de 2019. Ce constat est confirmé par une analyse temporelle, où 2019 est estimée être la 3ème année la plus conséquente sur le plan des incendies depuis 2001 selon les données de MODIS, la 1ère si on considère celles du VIIRS depuis 2012. L'année 2019 est considérée selon
---------------------------------	--

¹ <https://oeil.nc/fr/page/alerte-incendies>

Météo France comme la 5^{ème} année la plus sèche depuis 60 ans, en raison de conditions favorables associées à la présence du phénomène El Nino.

En tenant compte des données du VIIRS, le mois de novembre 2019 cumule le plus d'incendies, avec des occurrences majeures qui se sont produites sur Ouégoa, Kouaoua, Thio ou encore le Mont-Dore, et qui peuvent s'expliquer par un déficit exceptionnel de précipitations et des vents soutenus selon Météo France. Les mois de la SAFF restent toujours les plus intenses de l'année avec 65% des surfaces brûlées. Globalement, l'analyse temporelle montre tout de même une opposition entre deux grandes saisons sur le plan des incendies : une saison basse de février à juin et une saison plus intense de juillet à décembre.

Près de 82% de la superficie brûlée en 2019 concerne des secteurs jamais incendiés en comparaison avec les deux années précédentes. La répartition spatiale des incendies reste hétérogène sur le territoire calédonien, avec une forte proportion du Nord de la Grande Terre, notamment sur l'extrême Nord et le littoral Est qui comptabilisent le plus d'incendies, en nombre et en superficie. Cette répartition s'observe également en s'intéressant au type de substrat, puisque les sols sédimentaires, situés principalement sur l'extrême Nord de la Grande Terre, ont été les plus impactés, représentant 41% de la superficie incendiée en Nouvelle-Calédonie. Le reste de la superficie brûlée est essentiellement réparti sur les substrats volcano-sédimentaire (26%) et ultramafique (24%). En considérant le relief (fluctuant sur la Grande Terre et plus stable sur les autres îles), la plupart des incendies de 2019 se situent sur des régions de moyenne et basse altitude (90% des incendies ont une altitude moyenne ne dépassant pas les 500 mètres), présentant en général un relief marqué par des pentes modérément à fortement élevées (près de 50% ont une pente moyenne établies de 30% à 60%).

Il est constaté que 87% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès et ce sont 65% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre d'une habitation ou d'une construction (81% pour les incendies se produisant à moins d'un kilomètre).

De plus, aucun lien entre les impacts de foudres et les surfaces brûlées n'a pu être démontré.

En considérant la taille des incendies, les surfaces brûlées sont en grande partie de petite taille, avec 64% ne dépassant pas les 10 hectares. Néanmoins, les incendies de grande envergure, c'est-à-dire ceux dépassant 100 hectares) incendiés, représentent plus de 6% de tous les incendies, mais sont à l'origine de 67 % de la superficie totale brûlée.

Ainsi les impacts qui en découlent sont conséquents.

La destruction du couvert végétal est estimée à 45 945 hectares, soit respectivement 2 et plus de 3 fois la superficie impactée en 2017 et 2018.

De façon plus détaillée, sur 100 hectares de végétation brûlés, 51 hectares ont concerné la strate de végétation arbustive, 42 hectares pour la strate herbacée, et 7 hectares pour la strate arborée. La strate de végétation arbustive a donc été principalement impactée avec plus de 23 000 hectares, chiffre supérieur à ceux des années 2017 et 2018.

La végétation arborée, dont font partie les forêts qui représentent les écosystèmes les plus riches, a subi des dégâts plus importants en 2019 que les deux années précédentes, avec près de 3 396 hectares incendiés en 2019.

En tenant compte des données de perte en couvert forestier de 2019 issues du Global Forest Watch, on peut estimer à 68% la part liée aux incendies.

Parmi la végétation, des écosystèmes particuliers (forêts sèches, mangroves) ont également subi une nette augmentation de la part incendiée en 2019. Les zones de vigilance concernant les forêts sèches ont brûlée sur 128 hectares, soit 90 hectares de plus qu'en 2017 et 2018, et c'est 55 ha de plus qu'en 2017. Les mangroves, rarement impactées sur plus d'un hectare en 2017 et 2018, présentent en 2019 une superficie brûlée de 12 hectares.

	Au sein de ces formations végétales, des espèces endémiques, souvent rares et menacées, sont potentiellement impactées. En considérant les périmètres d'alerte sur les espèces menacées, 179 d'entre eux ont été très certainement touchés par les flammes, dont 74% concernent des espèces classées en danger d'extinction selon les critères de l'UICN. Ce sont donc 140 périmètres de plus qu'en 2018 et 39 de plus qu'en 2017. Dans les faits, ces périmètres d'alerte concernent 93 espèces, en majorité des scinques et des geckos pour les espèces faunistiques. Certaines aires géographiques présentant un intérêt écologique et biologique bénéficient d'une protection réglementaire ou d'un label international. Ces périmètres protégés ont subi des impacts plus conséquents en 2019 que les deux années précédentes. Concernant les zones tampons de l'UNESCO, plus de 23 000 hectares ont été incendiés en 2019. Parmi les aires protégées provinciales terrestres, 11 d'entre elles ont été impactées sur une superficie de plus de 1 100 hectares, alors que ces surfaces incendiées n'étaient respectivement que de 42 et 70 hectares en 2017 et 2018. Les incendies de 2019 ont également fortement impacté la ressource en eau, avec 83 périmètres de protection des eaux touchés (soit 28% des périmètres de protection des eaux du territoire) sur près de 7 000 hectares. A noter qu'en 2018, aucun périmètre de protection immédiat n'a été impacté, et en 2017 ce sont seulement 2, tandis qu'en 2019, ce sont 9 qui ont été touchés. Les incendies sur terres agricoles ont concerné plus de 1 400 hectares brûlés, dont 80% concerne sans surprise des zones de pâturage, le secteur de l'élevage étant le plus représenté en Nouvelle-Calédonie. En utilisant l'outil OCMC, il a été possible d'estimer à 77 milliards de F CFP le coût de la restauration écologique relatif aux impacts sur la végétation et les écosystèmes associés. En utilisant ainsi la méthode déterminée par le GIEC, les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées à 825 705,24 teq CO₂, soit respectivement 2 et 7 fois la quantité émise en 2017 et 2018, représentant 9,85% des émissions à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie pour 2019.			
Limites de l'étude	Bien qu'aucun autre bilan n'ait été réalisé en Nouvelle-Calédonie avec un tel niveau de précision, il présente quelques limites. En effet, la détection exclusive des surfaces brûlées par les satellites possède des biais liés à la présence de nuage, etc. 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.			
Evolutions	Version 2		Date de la version	14/01/2021

1. Présentation de l'étude

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 entrepris des études dès 2013² sur la faisabilité de mise en place d'un suivi des incendies via les outils de télédétection et sur les indicateurs qui pourraient être renseignés. Des premiers travaux ont conduit à mettre en production et à optimiser une chaîne de traitement dans le cadre du projet INC (Incendies et biodiversité de écosystèmes en Nouvelle-Calédonie)³. 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 incendies⁴. Ce service permet de

² <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/5769>

³ Projet de recherche financé par l'Agence Nationale de la Recherche, coordonné par Christelle Hély-Alleau du CRNS. Les partenaires du projet sont : l'IRSTEA (ancien CEMAGREF), l'INRA, l'IRD, Météo France et le CRNS.

⁴ Pour s'abonner à ce système d'alerte, cliquer sur le lien [suivant](#)

recevoir une alerte par courriel à chaque nouvelle détection, est couplé au géoportail VULCAIN⁵ 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 issues des satellites Sentinel 2 et la précision accrue des données permet d'être plus exhaustif et beaucoup plus précis quant aux contours de surfaces brûlées. Cette méthode est détaillée en partie 2.2.2. Les résultats générés étant les plus pertinents pour une quantification des surfaces brûlées et des impacts environnementaux, ils seront utilisés dans le présent rapport.

Les acteurs de l'environnement en Nouvelle-Calédonie produisent, selon leurs champs d'intervention, un certain nombre d'informations permettant de caractériser l'environnement. En accord avec ces derniers, des données ont été fournies à l'OEIL afin de déterminer l'impact des incendies sur les milieux néo-calédoniens depuis 2017.

1.2. Périmètre spatial et temporel de l'étude

Souhaitant établir une caractérisation, et quantification globale des impacts induits par les feux, l'Observatoire a privilégié la détection des incendies sur une année complète et sur l'ensemble du territoire.

Avant cela, et ce malgré l'ampleur de la problématique, seuls la Direction de la Sécurité Civile et de la Gestion des Risques (DSCGR) et les sapeurs-pompiers réalisaient un suivi des incendies, mais de manière imprécise et uniquement durant la SAFF, ce qui ne suffisait pas à établir un bilan complet de l'impact des incendies. En effet, ce suivi est peu précis en termes de localisation des événements et ne retrace par l'empreinte exacte de l'incendie. La DSCGR réalise également des missions aériennes d'identification des incendies, mais uniquement lorsqu'elle est appelée en renfort pour éteindre des incendies de très grande ampleur.

1.3. Objectif de l'étude

L'objectif principal du présent rapport est de pouvoir caractériser à partir de données satellitaire la pression des incendies et de quantifier leur impact environnemental sur l'année 2019, à partir des données d'enjeux environnementaux produites par les partenaires de l'OEIL en Nouvelle-Calédonie.

⁵ Cliquez sur l'hyperlien suivant pour accéder au portail [VULCAIN](#)

2. Aspects méthodologiques de traitement et d'utilisation des données sources

2.1. Exploitation des données d'anomalies thermiques issues des satellites Aqua MODIS, Terra MODIS et Suomi NPP

2.1.1. Information sur les anomalies thermiques

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)⁶ 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 NPP VIIRS⁷.

2.1.2. Le capteur MODIS des satellites Aqua et Terra

La chronique de la base de données MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) dont nous disposons permettra de réaliser une analyse temporelle des surfaces brûlées obtenues par le regroupement des points chauds d'un même évènement selon des critères spatio-temporels. Cette dernière sera effectuée sur la période 2001-2019 car les données débutant le 2 novembre pour l'année 2000, il n'est pas pertinent de les inclure dans l'analyse temporelle.

Les points d'anomalies thermiques détectés par le capteur MODIS des satellites Aqua et Terra 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 29 décembre 2019 pour cette étude, soit 1903 polygones, qui correspondent à des surfaces potentielles d'incendies reposant sur la détection d'anomalies thermiques.

La Figure 1 permet de visualiser l'emprise de détection effectuée par le MODIS concernant l'incendie de la Montagne des Sources daté de novembre 2019.

La faible résolution spatiale des produits MODIS, à savoir de 500 m à 1km, a conduit à la décision de ne pas prendre en compte ces données pour quantifier l'impact spatial des incendies.

⁶ Le lien suivant apporte plus de précision sur le [programme FIRMS](#)

⁷ Se référer au site internet de la [NASA](#) pour avoir plus d'informations sur les satellites

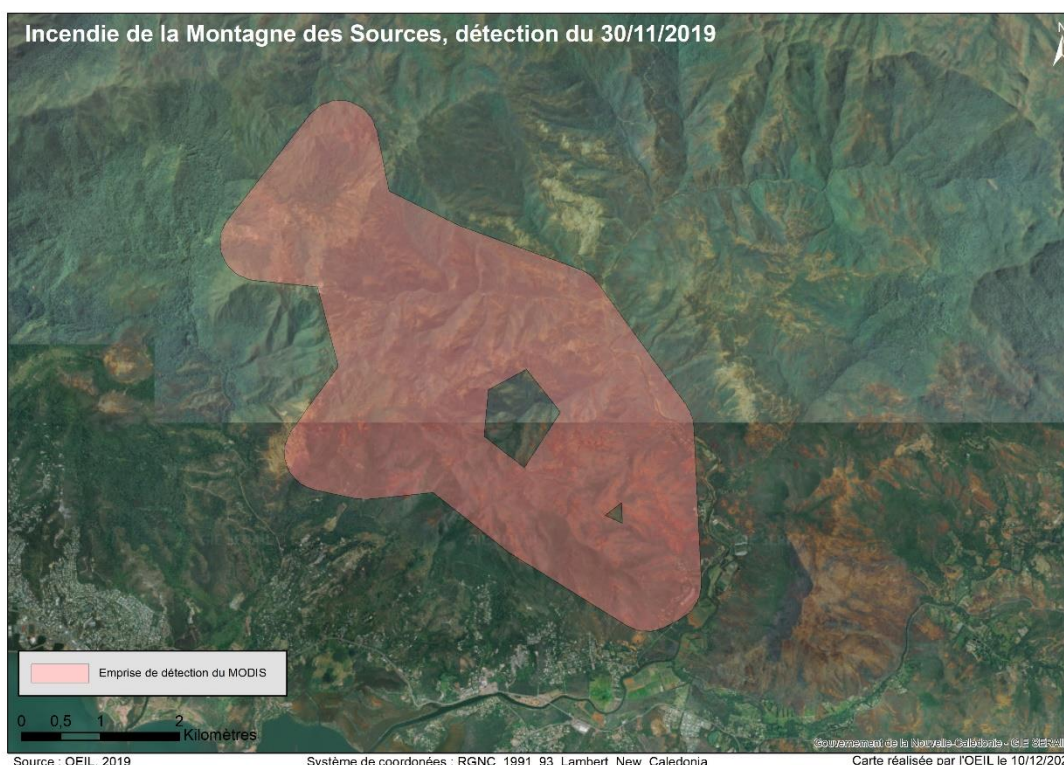


Figure 1: Emprise des détections effectuées par le capteur MODIS pour l'incendie de la Montagne des Sources en novembre 2019 (Source : OEIL)

2.1.3. Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP

Les surfaces brûlées issues du capteur VIIRS (Visible/Infrared Imager Radiometer Suite) seront comparées aux données du satellite Sentinel 2 de manière à apprécier les différences concernant les statistiques des incendies à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Cf. Partie 0.). De plus, elles seront aussi exploitées pour contrôler et valider une partie des données Sentinel 2 afin de garantir la précision du nombre de surfaces brûlées.

Le satellite Suomi NPP (National Polar-orbiting Partnership) est équipé du capteur VIIRS qui permet lui aussi de détecter des anomalies thermiques. Ces points chauds, représentés sous forme de polygones, possèdent une résolution spatiale de 375 mètres. Les critères spatio-temporels pour créer des surfaces potentielles d'incendies à partir des points chauds reposent sur un éloignement maximal de 750 mètres, ainsi que sur un seuil temporel ne dépassant pas trois jours. La fréquence de mise à jour de ces données est bi-quotidienne, elle se base sur la revisite du satellite. Ainsi, les surfaces brûlées sont reconstituées par la réunion des points chauds d'un même évènement selon des critères spatio-temporels. Pour cette étude, nous possédons l'ensemble de la chronique de données s'étendant du 21 janvier 2012 au 31 décembre 2019 soit 3 405 polygones. La Figure 2 présente l'emprise de détection effectuée par le VIIRS concernant l'incendie de la Montagne des Sources daté de novembre 2019.

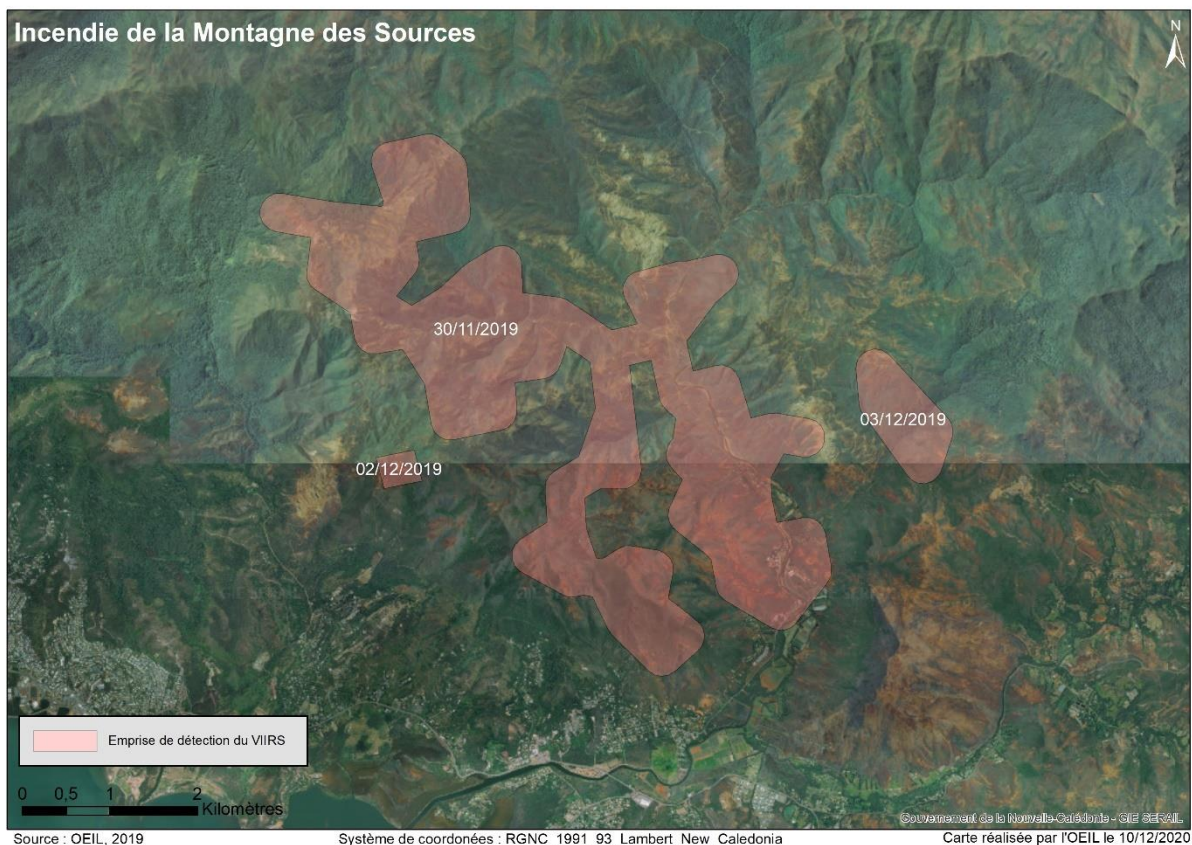


Figure 2 : Emprise des détections effectuées par le capteur VIIRS pour l'incendie de Montagne des sources en novembre/décembre 2019 (Source : OEIL)

2.2. Exploitation des données de surfaces brûlées issues du satellite 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, une autre méthode de détection des incendies a été mise en place par l'OEIL, s'appuyant sur l'analyse des images d'un satellite (Sentinel 2) possédant une résolution spatiale plus fine que celle des autres satellites. Cette analyse repose sur l'utilisation d'une chaîne de traitement des images de Sentinel 2 afin de produire des surfaces brûlées potentielles, qui seront soumises à un processus de contrôle afin d'en réduire le nombre.

2.2.1. 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.

2.2.2. Principe de la méthode de détection des incendies mise en place par l'OEIL

La détection des surfaces brûlées passe par une chaîne de traitement des images satellitaires⁸ permettant de définir les zones incendiées et de délimiter leurs contours. Les méthodes et techniques de la télédétection utilisent les caractéristiques intrinsèques des objets à la surface de la terre. Par exemple, l'analyse de l'état de la végétation par le biais de l'étude de son activité chlorophyllienne va être utilisée pour la détection des surfaces brûlées. En effet, quand une surface recouverte par de la végétation est amenée à brûler, sa couleur change. Les zones incendiées possèdent ainsi des caractéristiques spécifiques qui seront utilisées par la chaîne de traitement pour délimiter le contour des incendies. L'opération de détection des incendies par la chaîne de traitement sera alors répétée sur chaque image satellitaire et ce, de façon automatique.

Une première version de la chaîne de traitement a été développée sur la période 2015-2017 par les sociétés 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.

Sur cette version, les surfaces brûlées étaient détectées par classification supervisée de type « Support Vector Machine »⁹ 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.

Afin de limiter certaines sous-détections et d'avoir une meilleure qualité en matière de détection des surfaces brûlées, l'OEIL a fait évoluer la chaîne de traitement en confiant la prestation à la société INSIGHT en 2019. La première étape a consisté à identifier les facteurs entraînant les sous-détections rencontrées sur les dispositifs de suivis des incendies. Pour pallier ce problème, une bibliographie scientifique a d'abord été réalisée. Elle a permis d'étudier les différentes méthodes utilisées pour la détection de surfaces incendiées et de déterminer la plus adaptée aux spécificités du territoire calédonien. La chaîne de traitement a ainsi reçu des correctifs se basant sur d'autres données sur les feux, comme par exemple, les remontées de terrain de la DSCGR et l'ensemble des retours issus du travail de photo interprétation menées par l'OEIL sur les années 2017 et 2018. Techniquement l'algorithme

⁸ 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>

⁹ Des renseignements relatifs aux Support Vector Machine sont disponibles sur le lien suivant : [SVM](#)

retenu est Random Forest (Breinman, 2001). Ce choix est motivé par les récentes études menées sur la thématique des feux, démontrant la robustesse du Random Forest face aux classiques SVM et les célèbres NN (Ramo Ruben, et al. 2018)¹⁰. Des étapes de contrôle de la qualité des données produites ont permis de confirmer que l'optimisation de la chaîne de traitement diminue bien la détection de sources d'erreurs potentielles, qui étaient responsables de la sous-estimation de certains incendies. De plus, des tests techniques ont permis de qualifier les performances de la nouvelle chaîne de traitement. Ils montrent qu'en moyenne, la seconde version de la chaîne détecte près de 30 % de surfaces brûlées de plus que la première version développée en 2017. Le bilan des incendies 2019 bénéficie ainsi des résultats de la version 2¹¹ de la chaîne de traitement des images satellitaires issues de Sentinel 2.

Le processus de traitement des images va analyser toutes les images produites par Sentinel 2 tous les 5 jours, en identifiant les pixels correspondant aux incendies. De fait, la même surface brûlée étant 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 60 867 surfaces brûlées détectées sur les images satellitaires de 2019 ne correspondent en aucun cas à un nombre d'incendies réels aussi conséquent. Après vérification et fusion spatio-temporelle, 1 423 surfaces brûlées sont obtenues.

2.2.3. Le contrôle des surfaces brûlées

Une qualification du jeu de données des surfaces brûlées détectées par les satellites Sentinel 2 a été mise en œuvre afin de jauger la qualité de la donnée qui va concourir au bilan de l'impact environnemental. En effet, les résultats étant obtenus par le biais d'un processus automatisé, où l'œil humain n'intervient aucunement, les surfaces brûlées détectées peuvent être en partie erronées. Ainsi, un protocole de vérification des détections a été réalisé. Ce dernier a fait l'objet d'une amélioration courant 2019 par la création de différents outils, qui permettent d'optimiser les méthodes de traitements concernant le contrôle des données (suppression des doublons, aberrations, etc), le regroupement des polygones Sentinel 2 en événements incendies ainsi que le processus de photo-interprétation. La production d'un protocole automatique de validation et d'agrégation des polygones Sentinel 2 courant 2019 est également venu enrichir le protocole initial de vérification des détections¹². La Figure 3 ci-

¹⁰ **Ramo Ruben, Garcia Mariano, Rodriguez Daniel, Chuvieco emilio, 2018:** A data mining approach for global burned area mapping,. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 73, Dec. 2018, Pages 39-51.

¹¹ **Rapport de production, Détection automatique de surfaces brûlées, Amélioration de la chaîne des feux existante**, INSIGHT, Novembre 2020

¹² Pour plus d'informations concernant l'optimisation des différentes étapes de traitement, se référer au rapport présentant l'optimisation du processus de contrôle et d'exploitation des données de surfaces brûlées de Nouvelle-Calédonie téléchargeable dans la bibliothèque de l'OEIL.

dessous¹³ présente de façon synthétique les étapes qui constituent ce protocole de vérification. Enfin, le Tableau 108 situé en annexe revient avec un peu plus de précision sur les différents processus d'optimisation.

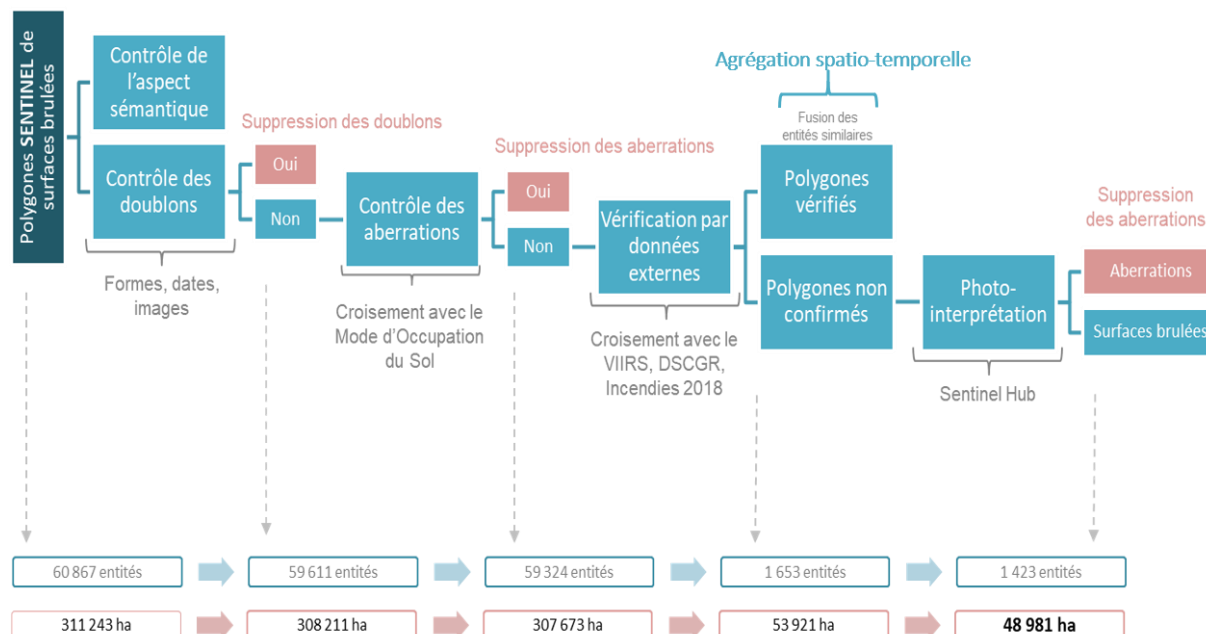


Figure 3: Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel 2 (Source : OEIL)

Les traitements effectués au cours du contrôle des données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2, ont pour rôle d'identifier d'éventuelles aberrations présentes dans le jeu de données, mais également de valider avec un seuil de certitude important les surfaces réellement brûlées, en les croisant avec des données externes (VIIRS, DSCGR...) venant confirmer qu'il s'agit bien d'incendies.

À la suite de ces phases de vérification, une démarche de réunion des détections partielles issues des mêmes incendies a été effectuée afin d'être en mesure de quantifier le nombre d'incendies qui ont touché le territoire. Le rassemblement des détections repose sur des critères de proximité (300 mètres entre deux surfaces brûlées) et de temporalité (50 jours).

La Figure 4, qui rend compte du phénomène d'agrégation des différents polygones, permet de mieux visualiser ce que permet l'ensemble de ce processus d'analyse. Elle montre l'emprise de détection Sentinel-2 sur une partie des incendies qui ont eu lieu sur Ouégoa en 2019, notamment sur l'île de Pam et près de Tiari. La photo « A » montre l'ensemble des polygones détectés représentant potentiellement des surfaces brûlées correspondant à un nombre d'incendies à ce stade indéterminé. Après vérifications et agrégation spatio-

¹³ 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>

temporelle, on obtient la photo B, montrant les événements incendies principaux issus de la fusion de plusieurs polygones.

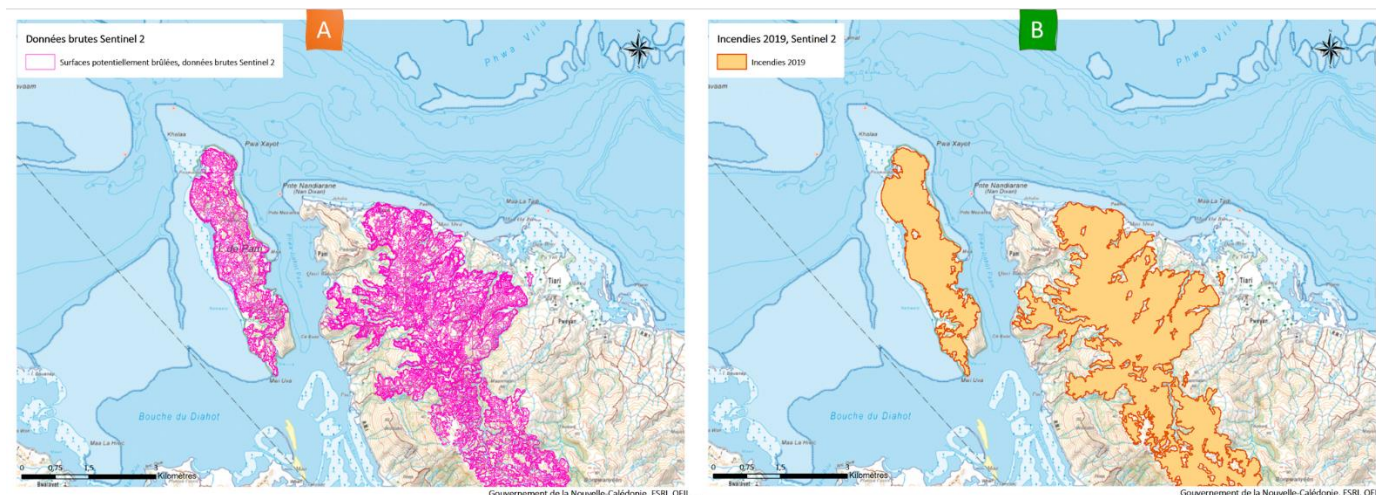


Figure 4 : Emprise non fusionnée (A) et fusionnée (B) des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour des incendies sur Ouégoa sur l’Ile de Pam et près de Tiari en 2019 (Fond de carte Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

Le processus de contrôle des surfaces brûlées permet de passer d’un nombre de polygones très conséquent, représentant des surfaces brûlées potentielles, liée à la persistance de la signature spectrale des feux, et donc de leurs détections, à un nombre de polygones beaucoup plus faibles s’approchant d’un objet « incendie ». En effet, la méthode automatisée d’analyse des images satellitaires de Sentinel 2 conduit à la détection de nombreuses surfaces brûlées. Appliquée à l’année 2019, on comptabilise 60 867 surfaces brûlées potentielles. Grâce à l’étape de contrôle des données, le nombre d’incendies est estimé à **1 423**, ce qui représente environ **48 981** hectares brûlés soit 2,66 % du territoire de la Nouvelle-Calédonie. Ce chiffre est six fois plus élevé que celui de 2018, correspondant à une superficie de 6 763 hectares brûlés. A noter que la taille minimale de détection est de 1 hectare.

Les limites de la méthode de détection sont évoquées en partie 5.1.

2.3. Exploitation des données satellites en fonction de leur résolution spatiale

La différence de résolution spatiale entre les données satellitaires présentées dans les parties 2.1 et 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 dégâts provoqués par les incendies sur les enjeux environnementaux présents sur le territoire.

Tableau 1: Caractéristiques des différents capteurs et leur utilisation

Satellite / capteur	Résolution spatiale	Historique	Utilisation
Aqua et Terra (MODIS)	1 km	Depuis 2001	Analyse temporelle
Suomi NPP (VIIRS)	375 m	Depuis 2012	Analyse spatiale et temporelle
Sentinel 2 (MSI)	10 m	Depuis 2017	Caractérisation des incendies et leurs impacts sur l'environnement

2.4. Exploitation des données pour caractériser l'impact des incendies

En accord avec les acteurs de l'environnement en Nouvelle-Calédonie, des données environnementales ont été fournies à l'OEIL afin de caractériser l'impact des incendies sur le milieu en 2019. Ainsi, des traitements ont été effectués en utilisant ces données afin de pouvoir quantifier le nombre d'incendies et la superficie incendiée pour chaque source d'information étudiée. Le [Tableau 2](#) présente les informations étudiées ainsi que leurs principales caractéristiques.

Une partie des traitements nécessaires à la production de l'analyse spatiale de l'impact environnemental a été réalisée à l'aide d'ArcGIS version 10.6.1 d'ESRI, logiciel spécialisé en Systèmes d'Information Géographique. Le reste des traitements a été réalisé à l'aide de divers outils développés en Python par l'OEIL, intégrés à l'environnement ESRI à travers la boîte à outil d'ArcGIS, ArcToolBox.

Tableau 2 : Présentation des sources d'information utilisées pour réaliser le bilan de l'impact des incendies

Nom de la donnée	Résumé	Emprise spatiale	Propriétaire de la donnée	Dernière date de mise à jour
Impact sur l'environnement				
Zone de fort micro-endémisme végétal	Données issues d'une modélisation déterminant la probabilité de localisation d'espèces micro-endémiques vasculaires. Extrait des zones à forte probabilité de micro-endémisme végétal, supérieures ou égales à 70% de densité d'espèces micro-endémiques vasculaires.	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Données vecteurs issues des données rasters produits lors de la thèse d'Adrien Wulff (IAC-UNC) intitulée "Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre Scaevola"	2012
Périmètre d'alertes sur la faune et la flore menacées	Zone entourée d'un tampon de 100, 200 ou 500 m de diamètre, caractérisant la localisation des espèces faunistiques et floristiques menacées (Statut UICN ; CR : « En danger critique », EN : « En danger » et VU : « vulnérable » uniquement sur le critère D2)	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Endemia	2019
Espèces Sensibles	Localisation de la compilation des observations naturalistes recensant la faune, la flore ou encore les champignons possédant un niveau d'enjeu plus ou moins important en fonction du classement UICN et de la rareté des espèces	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Direction de l'Environnement, Province Sud	2019
Mangroves	Mangrove Province Sud	Province Sud	Province Sud	2019
	Mangrove Grand Nouméa	Quelques communes (Nouméa, Mont-Dore, Dumbéa, Païta, La Foa, Moindou)		2015
	Mangrove programme ZoNéCo	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Programme ZoNéCo	2006

Strates de végétation (arborée, arbustive, herbacée)	Localisation des types de végétation arborée, arbustive et herbacée	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	OEIL, Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2014
Zones de vigilance pour le maintien des forêts sèches	Localisation des zones de vigilance primordiales pour le maintien de l'écosystème des forêts sèches	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie	2019
Connectivités moyenne distance des forêts sèches	Localisation des liaisons entre les zones de vigilance de forêt sèche avec un seuil de distance minimal de 200 mètres	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Conservatoire d'espaces naturels de Nouvelle-Calédonie	2019
Milieu d'intérêt important pour la conservation	Localisation des milieux d'intérêt important pour la conservation	Province Sud	DENV, Province Sud	2019
Milieu essentiel à la préservation de la biodiversité	Localisation des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	Province Sud	DENV, Province Sud	2019
Zones clés de biodiversité	Localisation des sites d'importance mondiale pour la conservation de la biodiversité identifiés à l'aide des standards internationaux UICN	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Groupe : Profil d'Ecosystème de Nouvelle-Calédonie regroupant la Province Sud, la Province Nord, la Province des îles, le Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, l'État Français, AFD, CI, SCO, WWF, AICA, IRD, UNC, IAC, IFREMER	2016
Forêt de la Province Nord	Localisation de tous types de forêts situées en Province Nord	Province Nord	Province Nord	2020
Impact sur l'agriculture				
Parcelles - AGRIBASE	Localisation des parcelles agricoles de la Province Sud	Province Sud	Province Sud	2020
Impact sur les sites d'intérêts				
Zones tampons terrestres UNESCO	Localisation des zones tampons terrestres des biens inscrits au patrimoine mondial de l'UNESCO	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	IFRECOR	2011

Aires protégées provinciales terrestres	Localisation des zones terrestres de protection de l'environnement de compétence provinciale	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Province Sud, UN Environment World Conservation Monitoring Centre (UNEP-WCMC)	2019
Périmètres des zones humides Ramsar	Localisation des zones inscrites à la convention Ramsar, traité intergouvernemental servant de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources	Plaines des Grands Lacs	Province Sud	2014
Impact sur la ressource en eau				
Périmètres de protection des eaux	Localisation des périmètres de protection des eaux destinées à la consommation humaine	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019
Bassins versants producteurs d'eau potable	Localisation des bassins versants producteurs d'eau potable basée sur les captages surfaciques définies comme les surfaces ou superficies concourant à l'alimentation de captages ou de futurs captages	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2018
Effets possibles des infrastructures humaines sur les incendies				
Bâtiments	Localisation de toutes édifications importantes, construites dans un but quelconque et représenté par un objet surfacique, issues de la BD TOPO.	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019
Voieries	Localisation des différents types de voieries (voie non revêtue, allée piétonne aménagée, voie revêtue, piste, sentier, piste cyclable, gué, passerelle), issues de la BD TOPO.	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie	2019
Effets potentiels de la foudre sur les incendies				
Foudres	Localisation des zones touchées par la foudre. Ces données servent à identifier les départs potentiels	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Météo France	2020

	d'incendies d'origine naturelle avec résolution à 1 Km environ.			
Répartition en fonction du substrat				
Formation géologique	Localisation des différents substrats, regroupés en trois groupes majoritaires, que sont le type volcano-sédimentaire, ultramafique et autres, classification obtenue par Brice Sevin, à partir de données de surfaces géologiques au 1/50 000 ^e de la DIMENC	Ensemble de la Nouvelle-Calédonie	Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC)	2018

3. Caractérisation des 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.

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 2019 en Nouvelle-Calédonie sont répertoriés selon différents **découpages administratifs** 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, en tenant compte de l'espace dans lequel ils se sont produits, en intégrant des composantes tels que le **substrat, l'altitude et la pente**. Enfin, une étude de la proximité des incendies aux **habitations** et aux **voies d'accès** permet d'étudier le lien entre incendies et la présence d'infrastructures humaines.

3.1. Analyse spatiale des incendies

3.1.1. Répartition par unité territoriale

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

3.1.1.1. Répartition en Nouvelle-Calédonie

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.

3.1.1.1.1. Informations

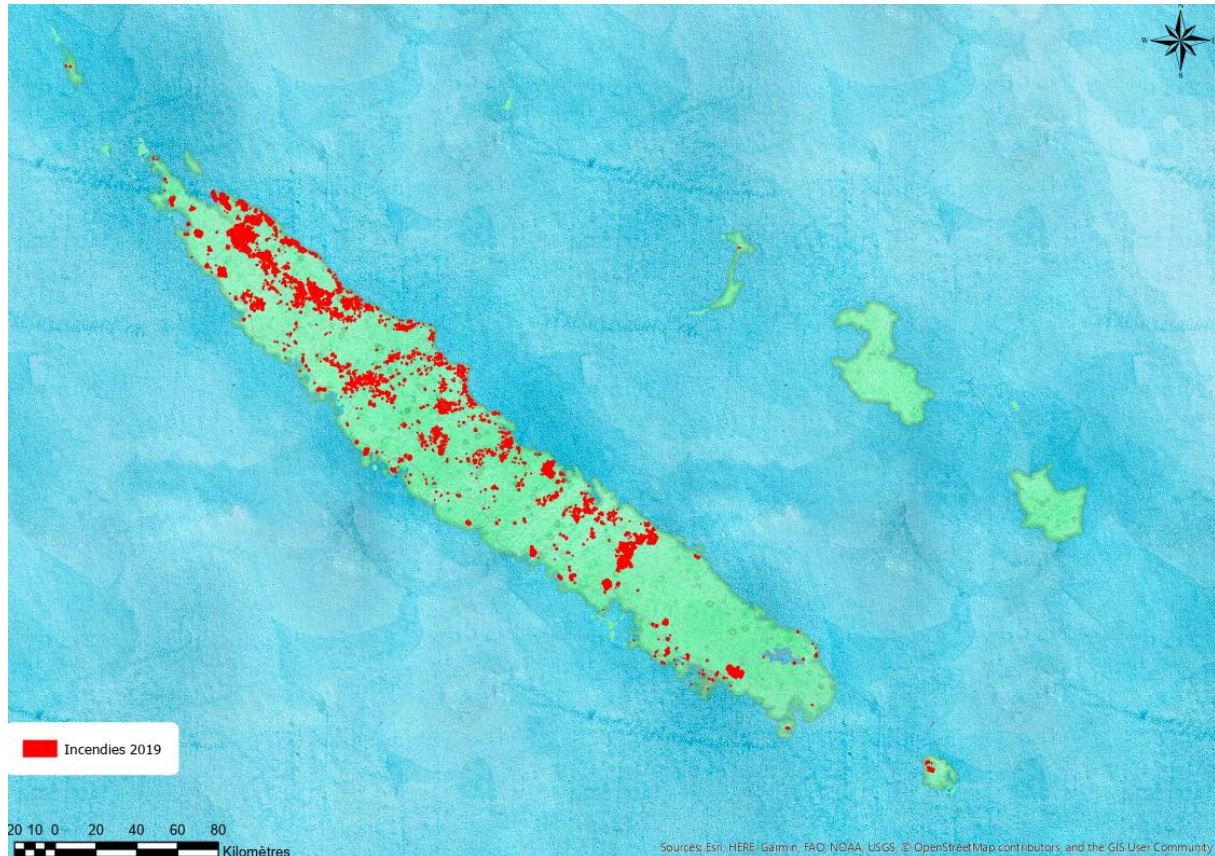


Figure 5: Carte de localisation des incendies 2019 issues de Sentinel 2 en Nouvelle-Calédonie

Les méthodes de détections des surfaces brûlées ne sont pas les mêmes pour ces deux satellites. Le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP s'appuie sur une détection de points chauds à la surface de la terre possédant une résolution spatiale de 375 mètres, et ce, en pointant le pixel concerné par une augmentation de la chaleur. Le point chaud est représenté par un pixel de 375 mètres de côté, ainsi on a une exagération de la superficie des surfaces incendiées issues du capteur VIIRS en comparaison avec leur taille réelle. La chaîne de traitement des images satellitaires s'appuie quant à elle sur des images Sentinel 2 possédant au mieux 10 mètres de résolution spatiale. A la différence du capteur VIIRS, les détections ne correspondent pas à des anomalies thermiques, mais elles se basent en partie sur l'analyse de l'activité chlorophyllienne de la végétation. Les surfaces détectées par Sentinel 2 sont donc plus précises en termes de localisation, et de superficie. Il est tenu de souligner que la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2 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 mêmes¹⁴.

Une localisation des incendies issus de Sentinel 2 peut être observée sur la Figure 5.

3.1.1.1.2. Résultats

¹⁴ Pour plus de détails, se référer à la partie 2.

Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

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	1 423	48 981	2,66

Tableau 4 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

VIIRS				
Périmètre administratif	Superficie (Ha)	Nb d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part de la surface incendiée du territoire (%)
Nouvelle-Calédonie	1 838 615	682	38 495	2,25

Comme indiqué dans le Tableau 3, **1 423** incendies ont touché la Nouvelle-Calédonie en 2019 selon les données détectées par les satellites Sentinel 2, ce qui représente environ **48 981 hectares**, contre 38 495 hectares et 682 incendies pour le capteur VIIRS (Tableau 4), soit 27% de plus pour Sentinel en superficie.

Le nombre d'incendies a largement augmenté par rapport à 2018 avec une différence d'un peu plus de 42 000 hectares, et a quasiment doublé par rapport à 2017, avec un chiffre qui s'établissait à 24 145 hectares. Cependant, ces chiffres sont à prendre avec précaution car comme l'énonçait la partie 2.2.2, une nouvelle méthode d'acquisition des surfaces brûlées à partir des images Sentinel 2 a été utilisée pour le traitement des données 2019.

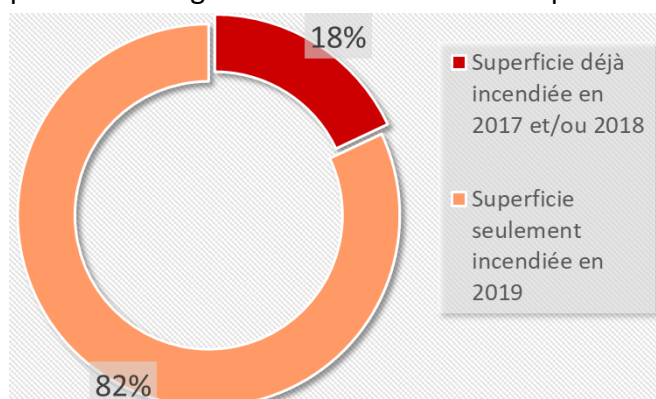


Figure 6 : Comparaison de la superficie déjà incendiée sur les précédentes analyses de 2017 et 2018

La suite des résultats sera présentée uniquement pour les données issues de la chaîne de traitement des images satellitaires de Sentinel 2 du fait de leur meilleure résolution et adéquation à traiter des impacts environnementaux. En observant la Figure 6, **18% de la superficie incendiée en 2019 a déjà été impactée** par des feux des deux années précédentes, 2017 et 2018.

En considérant les surfaces incendiées **entre 2017 à 2019 sans tenir compte des secteurs ayant brûlés plusieurs fois de suite**, la superficie de ces impacts est estimée à environ **64 472 hectares**, soit 3,5% du territoire calédonien.

3.1.1.2. Répartition par province

L'analyse suivante portera sur la répartition des incendies en fonction de l'échelon provincial.

Tableau 5 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Nom de la province	Nombre d'incendies	Superficie Incendiée (ha)	Superficie de la province (ha)	Part de la surface incendiée par province (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)	Part du nombre total d'incendie (%)
Province Nord	1249	38492	941213,5	4,1	78,7	87,8
Province Sud	175	10567	698130,6	1,5	21,4	12,3
Province des Iles	1	4,2	194774,4	0,002	0,01	0,1

Depuis 2017, date du début de l'étude des feux avec Sentinel 2, la Province Nord reste la plus impactée par les feux.

En 2017 et 2018, la **province Nord** était plus largement touchée par les incendies avec respectivement, près de 79% et 87% du nombre d'incendies total répertoriés par les satellites Sentinel 2. En 2019, elle reste la province la plus concernée par rapport aux deux autres provinces, avec environ 88% du nombre total d'incendies répertoriés, représentant plus de 38 000 hectares, dû certainement aux incendies les plus importants. En effet, 75% des événements dépassant les 1000 hectares ont été détectés en Province Nord comme le montre la Figure 7.

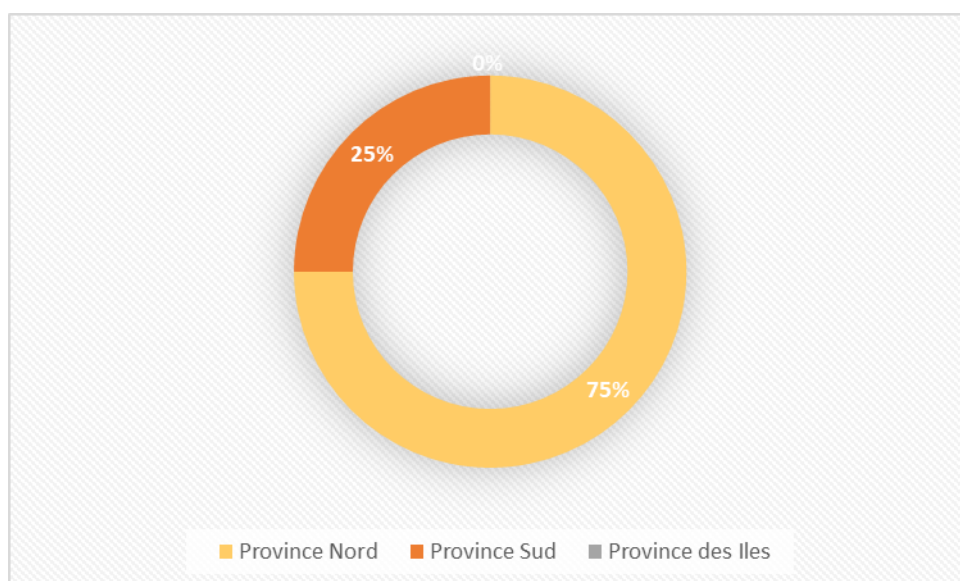


Figure 7: Part des incendies supérieurs à 1000 hectares par Province

Le Tableau 6 permet de rappeler les chiffres importants des années précédentes afin de pouvoir les comparer avec ceux de l'année 2019. Ces résultats coïncident avec l'analyse effectuée précédemment à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, avec un impact plus important essentiellement sur la Grande Terre dans les Province Nord et Sud. La part de superficie incendiée a quasiment doublé entre 2017 et 2019 dans ces deux provinces. L'augmentation est également significative entre 2018 et 2019, pour la Province Nord avec plus de 30 000 hectares en plus, et plus de 9 000 hectares pour la Province Sud. Cependant, il est important de rappeler que la méthode de détection de la chaîne de traitement de 2019 a connu une amélioration par rapport à celle de 2017 et 2018. Les chiffres sont donc à considérer avec précaution.

Tableau 6: Comparaison statistique 2017-2019 des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie

	Part de la surface provinciale incendiée (%)			Part du nombre total d'incendie (%)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Province Nord	2,02	0,63	4,1	79	87	88
Province Sud	0,72	0,12	1,5	19,6	12,6	12
Province des Iles	0,03	0,01	0,002	1,4	0,41	0,1

3.1.1.3. Répartition par commune

Tableau 7: Répartition par commune des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Nom de la commune	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Superficie communale (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par commune (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
OUEGOA	162	11560,91	64959,59	11,38	17,80	23,60
HIENGHENE	229	6335,88	99221,02	16,09	6,39	12,94
THIO	46	4836,86	98664,39	3,23	4,90	9,87
KONE	74	2725,23	38048,48	5,20	7,16	5,56
POUEBO	61	2222,37	20026,05	4,29	11,10	4,54
HOUAILLOU	103	2118,21	93671,61	7,24	2,26	4,32
MONT DORE	7	1800,00	63584,63	0,49	2,83	3,67
KOUAOUA	35	1669,94	38277,47	2,46	4,36	3,41
CANALA	67	1615,56	43194,23	4,71	3,74	3,30
POYA	122	1592,34	84334,9	8,57	1,89	3,25
KOUMAC	30	1478,00	55199,11	2,11	2,68	3,02
POINDIMIE	122	1381,60	66632,81	8,57	2,07	2,82
KAALA GOMEN	78	1223,75	70915,27	5,48	1,73	2,50
BOULOUPARI	16	1222,64	86597,79	1,12	1,41	2,50
PONERIHOUEN	98	1167,40	69854,59	6,89	1,67	2,38
POUEMBOUT	42	1064,63	67530,66	2,95	1,58	2,17
TOUHO	41	865,11	27791,8	2,88	3,11	1,77
POUM	12	832,81	46800,74	0,84	1,78	1,70
VOH	42	761,18	79788,2	2,95	0,95	1,55
LA FOA	19	635,66	46061,34	1,34	1,38	1,30
PAITA	28	591,05	69371,2	1,97	0,85	1,21
MOINDOU	7	558,14	31899,22	0,49	1,75	1,14
BOURAIL	22	421,41	79748,55	1,55	0,53	0,86
ILE DES PINS	4	189,74	15840,05	0,28	1,20	0,39
YATE	6	78,52	133309,8	0,42	0,06	0,16
DUMBEA	6	42,57	25330,27	0,42	0,17	0,09
SARRAMEA	5	38,72	10575,92	0,35	0,37	0,08
BELEP	1	15,63	6476,34	0,07	0,24	0,03
NOUMEA	4	12,89	4777,948	0,28	0,27	0,03
OUVEA	1	4,22	14443,21	0,07	0,03	0,01
FARINO	1	3,00	4796,358	0,07	0,06	0,01

La Figure 8 est une carte thématique qui classe par code de couleurs les communes qui ont été le plus touchées par les incendies en prenant en considération la superficie de chacune de ces communes. Une discrétisation selon les seuils naturels¹⁵ a été appliquée car la distribution comportait un petit nombre d'observations à savoir 33 données (correspondant aux 33 communes de Nouvelle-Calédonie), en se basant sur la part incendiée en pourcentage. Une méthode empirique comme celle des seuils naturels était donc plus adaptée.

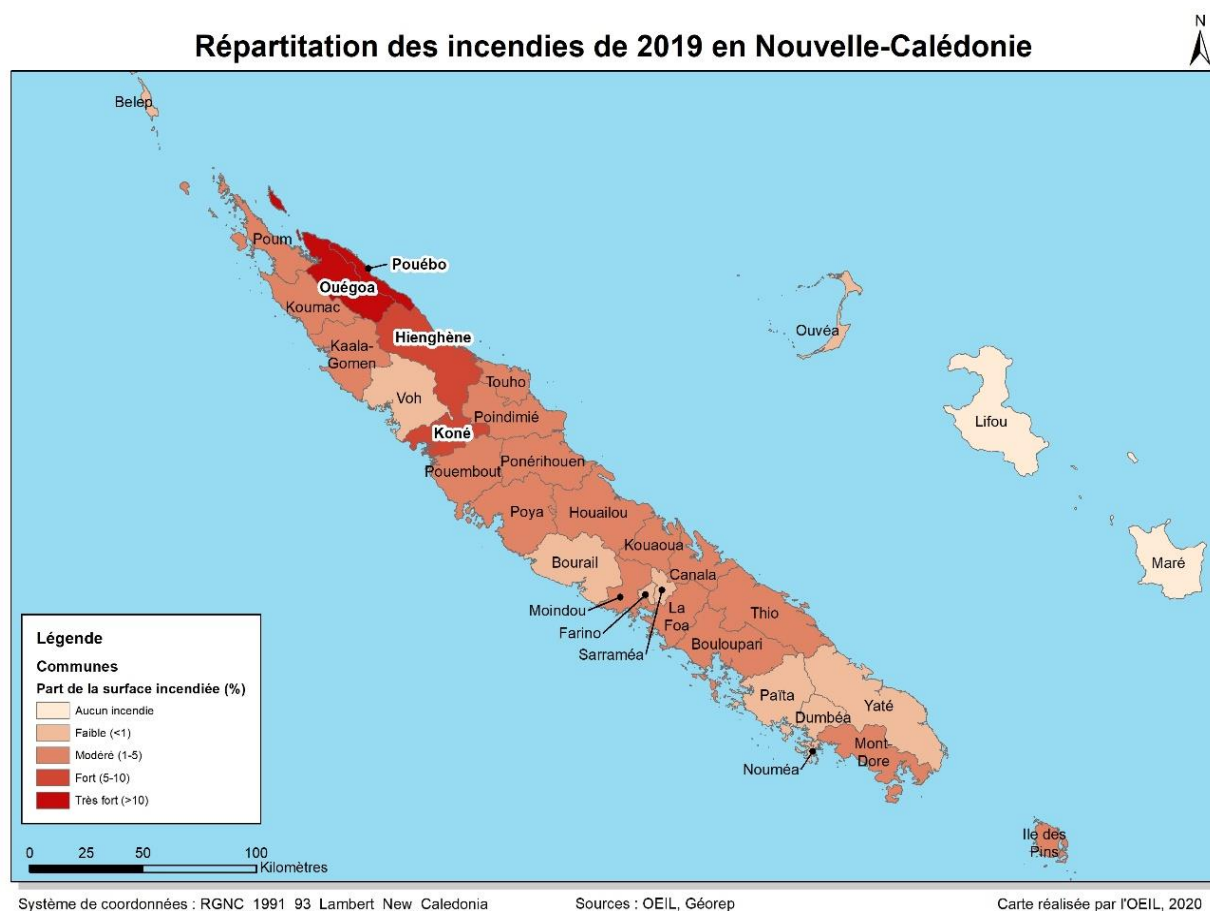


Figure 8 : Carte de la part des surfaces incendiées par commune en 2019 (Source : OEIL)

D'après les satellites Sentinel 2, la commune de **Ouégoa** a vu partir en fumée **11 560 hectares**, soit plus de 11% de sa superficie totale (Tableau 6), ce qui la place au premier rang des communes affectées par les incendies. Elle réunit à elle seule **1/5^e** de la superficie totale incendiée en Nouvelle-Calédonie pour 2019, ce qui est notamment dû aux incendies qui s'étaient déclarés sur l'île de Pam, à l'Ouest de la tribu de Tiari, ou encore un autre événement au Nord-Ouest de la tribu de Paraoua. Sur les incendies les plus importants de 2019 (dépassant les plus 1000 hectares), quatre se situent à Ouégoa (Figure 9 et Figure 10).

¹⁵ Cauvin Colette, Henri Reymond, Aziz Serradj, 1987. *Discrétisation et représentation cartographique*

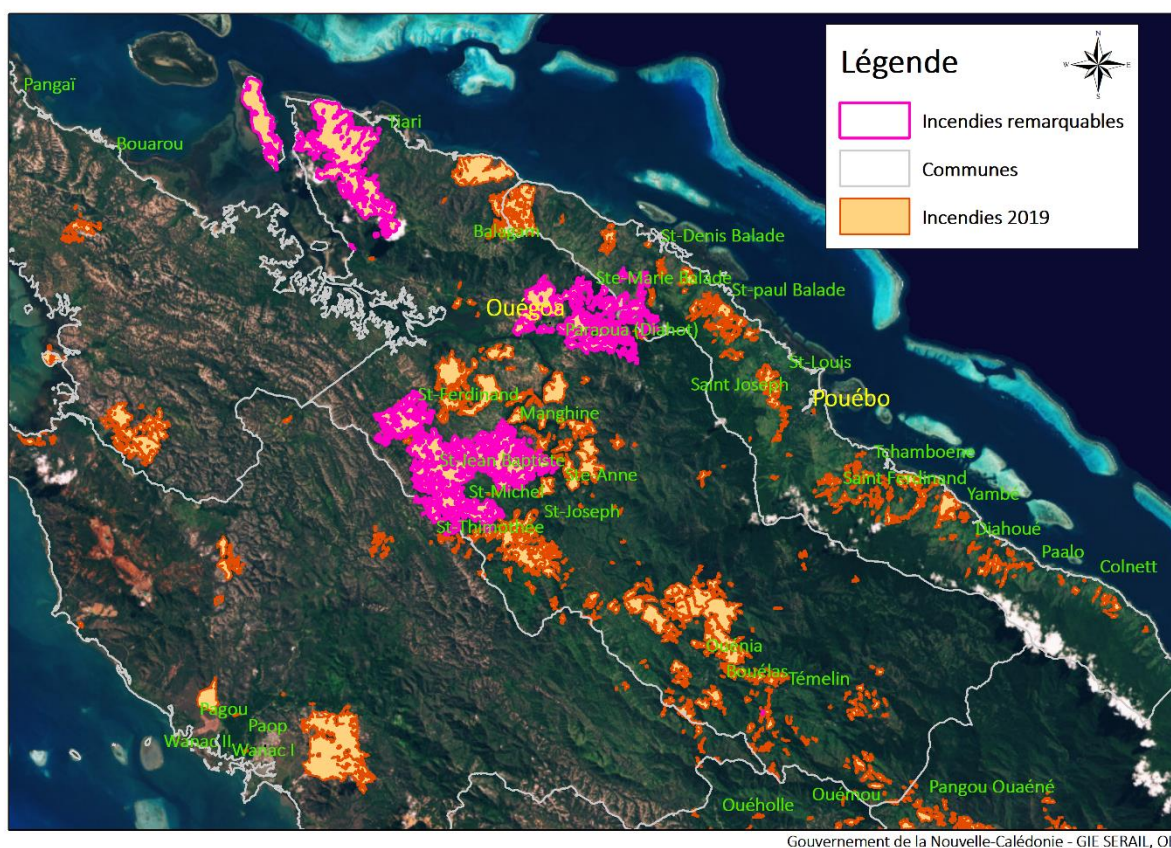


Figure 9: Carte de répartition des incendies sur Ouvéa

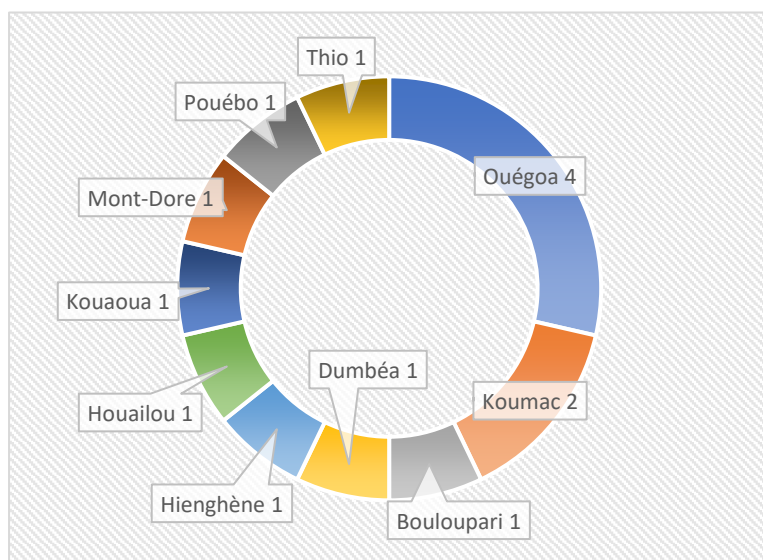


Figure 10: Nombre d'incendies dépassant les 1000 hectares par commune

Si la commune de Ouégoa détient le record de surfaces incendiées (Figure 10), celle de **Hienghène** a été touchée par le plus grand nombre d'incendies, soit 229 événements, représentant 6 336 hectares (Tableau 6, dont un événement

dépassant les 1 000 hectares).

En considérant la part de la surface incendiée par commune (Tableau 7), les communes de **Pouébo** et **Koné** se classent respectivement en deuxième et troisième après la commune de Ouégoa

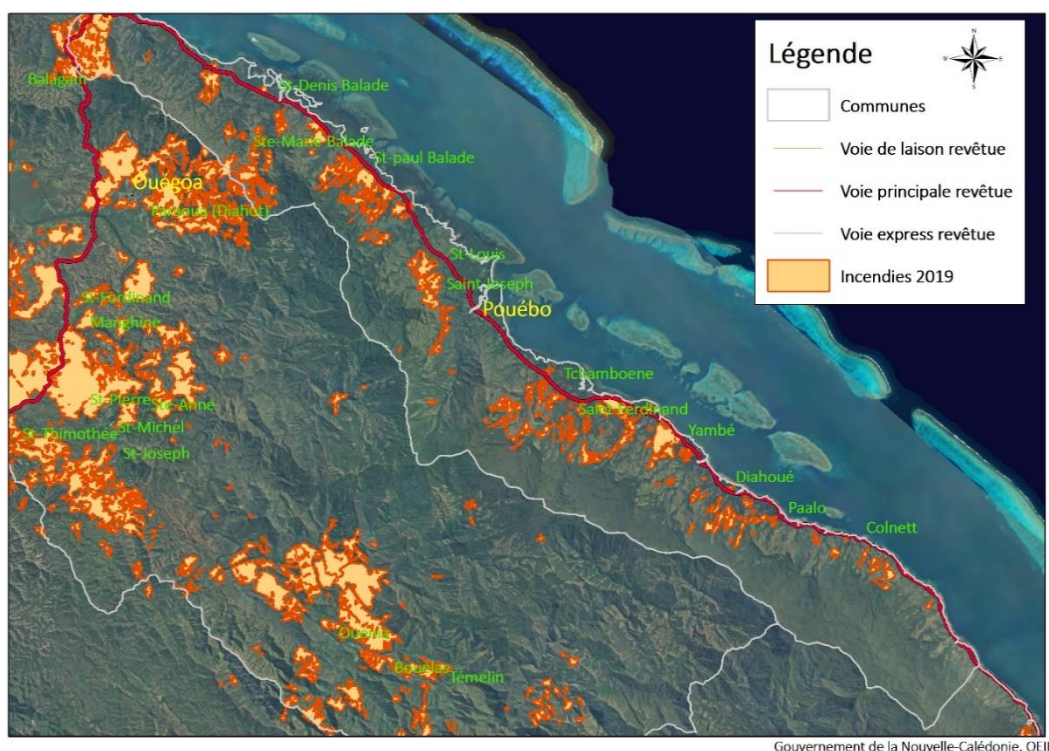
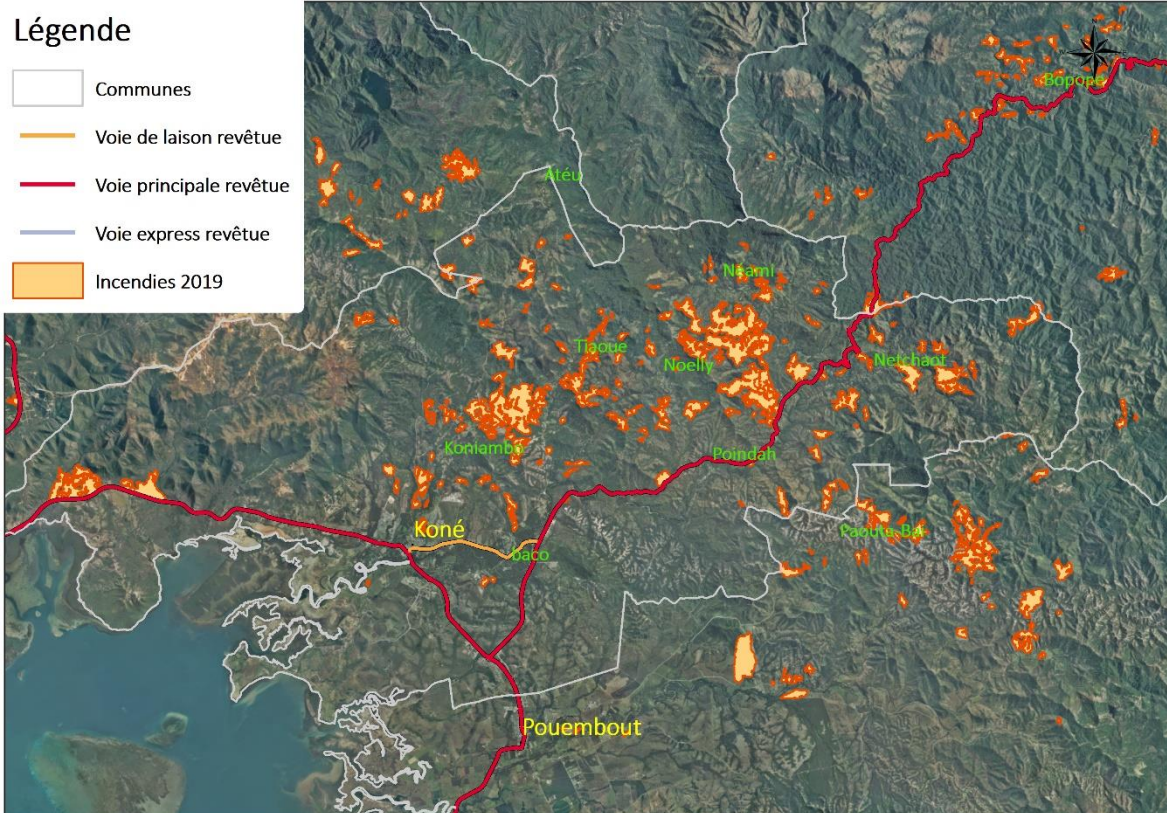


Figure 11: Carte de répartition des incendies 2019 sur Pouébo

Sur la commune de Pouébo plus précisément, ce sont plus de 2 000 hectares qui ont été touchés par les flammes, soit 11 % de sa superficie totale, qui la classe parmi les communes très fortement impactées selon la Figure 8. Quelques événements remarquables sont à noter, un incendie majeur dépassant les 1 000 hectares partagé avec la commune de Ouégoa, qui s'étend du nord de la tribu de Paraoua sur Ouégoa jusqu'au sud de la tribu de Saint Denis sur Pouébo, et un autre incendie près de la tribu de Balagam à plus de 400 hectares. La plupart des autres incendies se sont produits à proximité du réseau routier principal, le long du littoral, visibles sur la Figure 11.

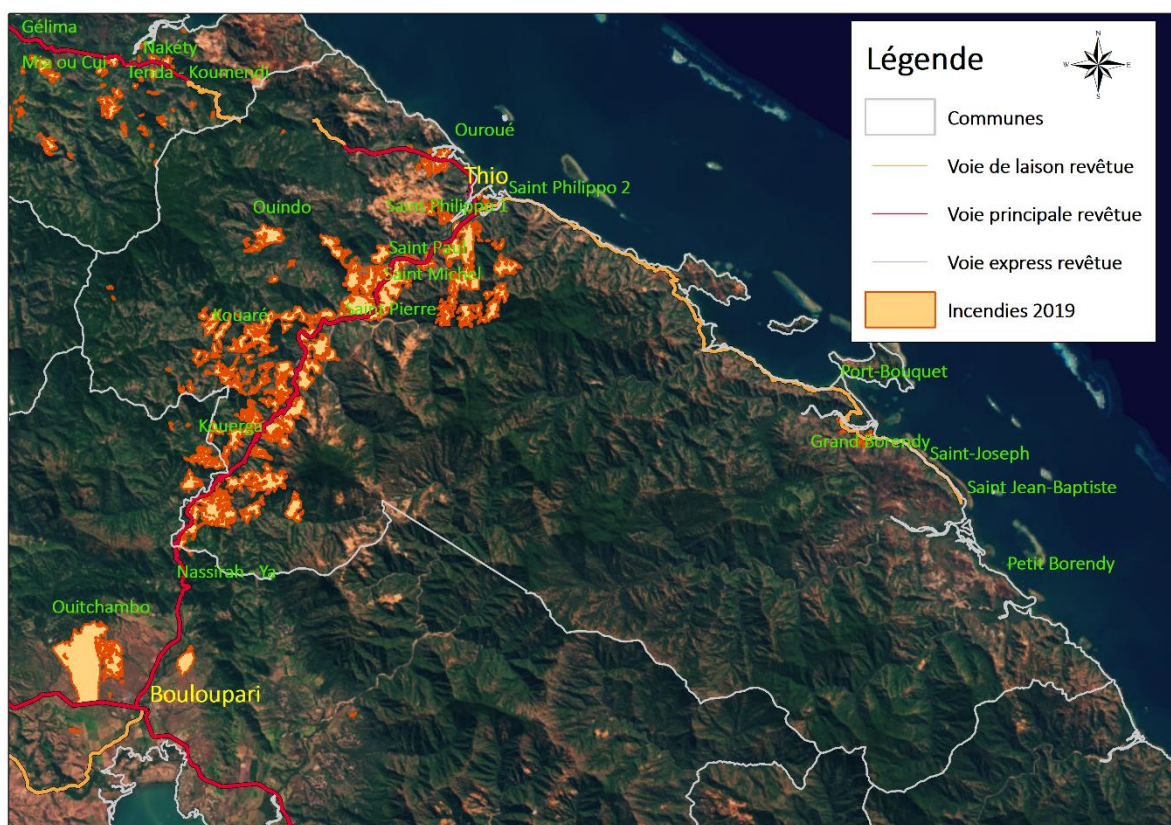
La commune de Koné, avec près de 7% de sa superficie impactée (plus de 2 700 hectares), se retrouve parmi les communes fortement impactées (Figure 8). Les incendies se concentrent essentiellement autour de l'axe Koné-Tiwaka et des tribus avoisinantes (Néami, Netchaot, Noéli, Tiaoué, ...) comme il est possible de le constater sur la Figure 12.



Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, OEIL

Figure 12: Carte de répartition des incendies à Koné

En Province Sud, la commune de **Thio** est la plus touchée avec 9,87% de sa superficie qui a été incendiée. En se basant sur la superficie incendiée, Thio est classée comme la troisième commune avec plus de 4 000 hectares ravagés par les flammes (Tableau 6). Un des plus gros incendies de 2019 est survenu à Thio au mois de septembre, avec près de 2 400 ha de surfaces incendiées. La plupart des incendies se sont produits à proximité de l'axe Bouloupari-Thio et des tribus avoisinantes (Kouergoa, Kouaré, Saint-Pierre, ...) -Figure 13.



Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie

Figure 13: Carte de répartition des incendies à Thio

Le Tableau 8 récapitule et compare les impacts des incendies sur les communes de Nouvelle-Calédonie depuis le premier bilan Incendie, soit 2017.

Tableau 8 : Comparaison 2017-2019 de l'impact incendies sur les communes

	2017	2018	2019
Commune la plus dévastée en termes de surfaces par les incendies	Ouégoa	Ouégoa	Ouégoa
Commune étant touchée par le plus grand nombre d'incendies	Hienghène	Koné	Hienghène
Commune(s) ayant aucun incendie de plus de 1 ha détecté	Farino	Farino, Iles des Pins, Lifou, Nouméa, Sarraméa	Lifou, Maré
Commune(s) ayant subi moins de 10 ha de perte	Maré, Sarraméa, Nouméa, Ouvéa	Belep, Bouloupari, Maré, Moindou et Yaté	Ouvéa et Farino

La commune de Ouégoa est la plus dévastée par les incendies depuis 2017. Les communes d'Ouvéa et de Farino ont, quant à elles, subi moins de 10 hectares de perte (Tableau 7).

3.1.1.4. Répartition par aire coutumière

Tableau 9 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Nom de l'aire coutumière	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par aire coutumière (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
HOOT MA WHAAP	586	24331,9	41,2	5,49	49,68
XARACUU	180	10036,1	12,6	3,06	20,49
PAICI_CAMUKI	361	7199,6	25,4	2,69	14,70
AJIE_ARO	250	4667,9	17,6	1,61	9,53
DJUBEA_KAPONE	53	2720,2	3,7	0,87	5,55
IAII	1	4,2	0,1	0,03	0,01

La Figure 14 permet d'apprécier l'évolution des superficies incendiées par aire coutumière entre l'année 2017 et 2019.

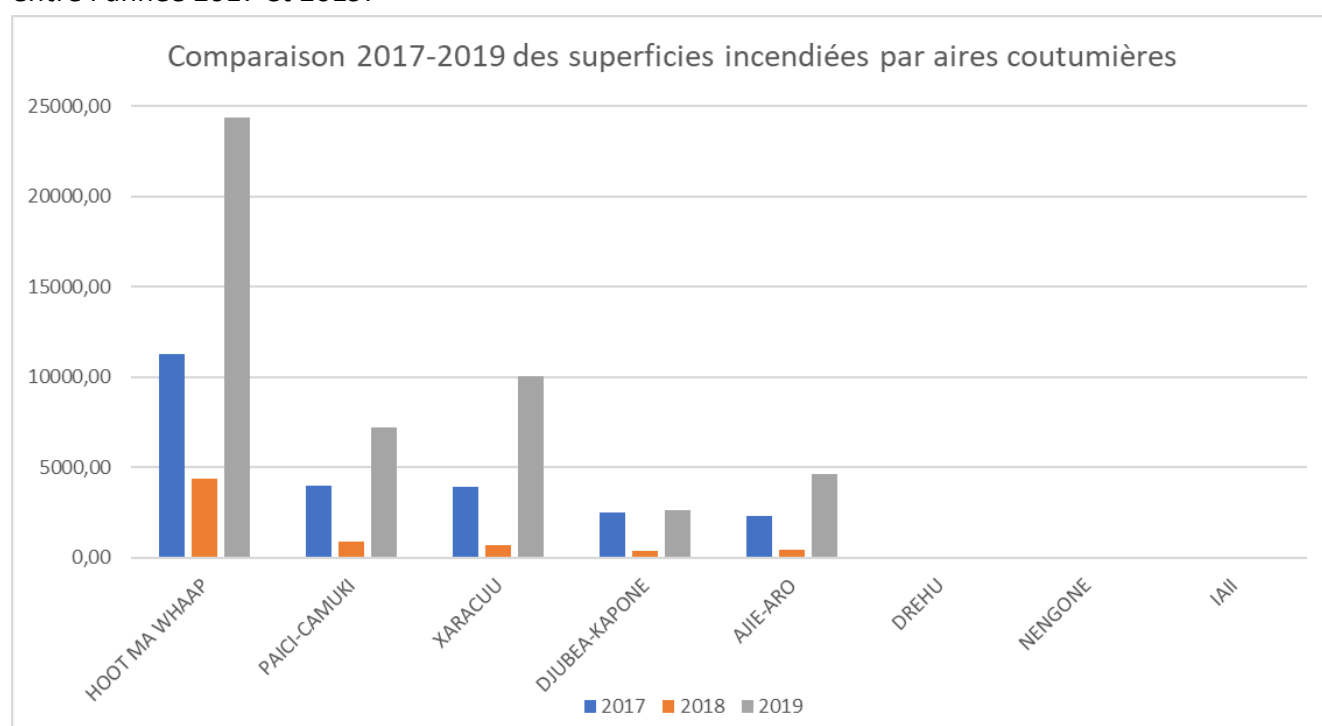


Figure 14: Comparaison 2017-2019 des superficies incendiées par aire coutumière

D'après les détections de Sentinel-2, l'aire coutumière de **Hoot Ma Whaap** est celle qui a été le plus lourdement touchée par les incendies en 2019 comme le montre la Figure 15, qui était déjà en 2018, l'aire coutumière la plus impactée. En effet, on estime à environ 24 331 le nombre d'hectares parti en fumée soit près de 50% de la superficie totale incendiée sur l'ensemble des incendies de 2019 en Nouvelle-Calédonie. Il est important de souligner que la

commune de Ouégoa représente à elle seule 67% de ses hectares détruits, et cette aire comprend également une autre commune la plus touchée en nombre d'incendies, Hienghène,

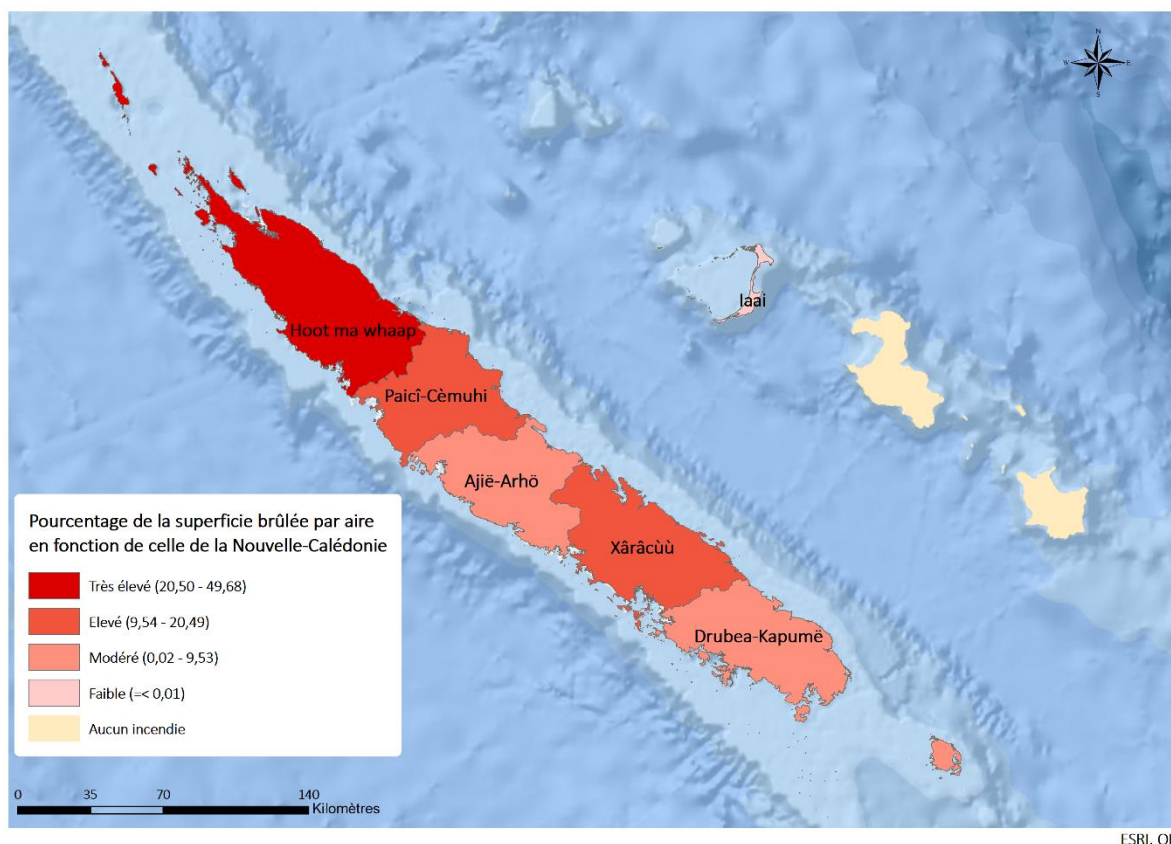


Figure 15: Carte sur le pourcentage de la superficie brûlée par aire coutumière en fonction de celle de la Nouvelle-Calédonie en 2019

comme cela a été évoqué en partie 3.1.1.3.

Il est intéressant de noter que l'aire coutumière arrivant en seconde position en comptabilisant le nombre d'incendies, est l'aire **Paici-Cèmuhi**, ayant un pourcentage élevé sur la Figure 15, avec notamment la commune de Koné qui était ressortie parmi les communes fortement impactées dans la partie 3.1.1.3 de ce rapport. Cependant, en considérant la superficie incendiée, suit de loin en deuxième rang, l'aire **Xârâcùù** avec tout de même plus de 10 000 hectares de différence avec Hoot Ma Whaap, bien visible sur la Figure 14, dont un peu plus de 48% sont localisés sur la commune de Thio. Les résultats sur cette aire coutumière montrent ainsi que moins d'incendies ont eu lieu mais qu'ils ont été plus conséquents en termes de surface par rapport à l'aire Paici-Cèmuhi.

Comme on l'a noté à l'échelle du territoire et des autres échelons administratifs, la surface incendiée a augmenté de façon importante par rapport à 2018 comme on peut l'observer sur la Figure 14. L'année 2019 dépasse même l'année 2017, où on constatait cette année-là pour l'aire coutumière Hoot Ma Whaap environ 11 300 hectares incendiés. On peut ajouter que la tendance reste la même pour les précédentes années avec deux aires coutumières qui suivent Hoot Ma Whaap, avec un écart significativement important, qui sont généralement Xârâcùù et Paici-Cèmuhi.

3.1.1.5. Répartition par carroyage DFCI

Le carroyage DFCI (Défense de la Forêt Contre les Incendies) est souvent utilisé par les services de lutte contre les feux (DSCGR, Sapeurs-pompiers) pour repérer rapidement l'emplacement d'un évènement de type feu de forêt. Une analyse est donc fournie pour déterminer quels carrés ont donc été les plus impactés durant l'année.

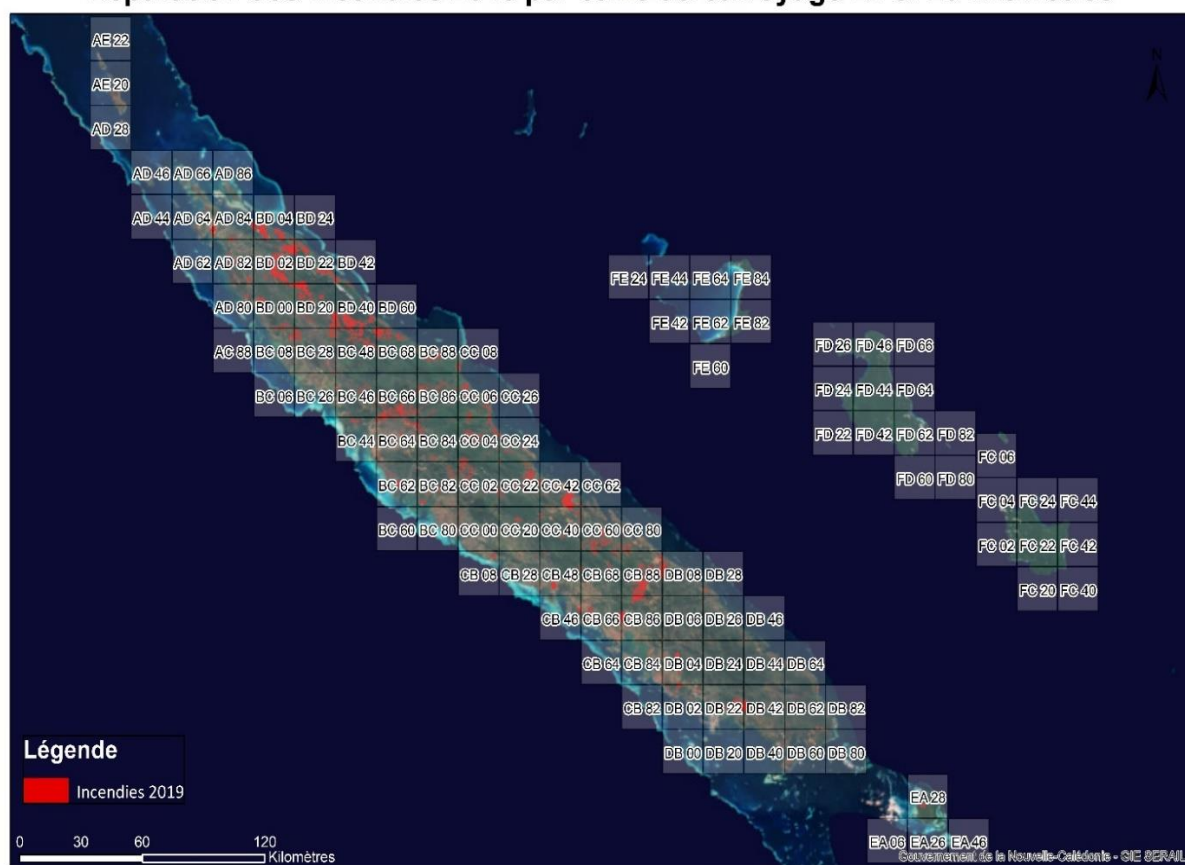
Tableau 10 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.

Code du carroyage DFCI 20 km	Nombre d'incendies	Superficie incendiée (ha)	Part du nombre total d'incendies (%)	Part de la surface incendiée par carré DFCI (%)	Part de la superficie totale incendiée (%)
BD 02	65	7284	4,57	18,21	14,87
CB 88	48	3909	3,37	9,77	7,98
BD 20	134	2897	9,42	7,24	5,91
BD 40	75	2655	5,27	6,64	5,42
BD 04	10	2442	0,70	6,11	4,99
BC 66	62	2431	4,36	6,08	4,96
BD 22	63	1748	4,43	4,37	3,57
CC 42	18	1591	1,26	3,98	3,25
BC 68	71	1460	4,99	3,65	2,98
DB 22	12	1332	0,84	3,33	2,72
CC 22	63	1286	4,43	3,22	2,63
BD 00	25	1283	1,76	3,21	2,62
CB 86	12	1271	0,84	3,18	2,6
CC 60	53	1264	3,72	3,16	2,58
BC 48	70	1094	4,92	2,73	2,23
CC 04	80	1029	5,62	2,57	2,1
CC 06	67	966	4,71	2,42	1,97
CC 02	69	909	4,85	2,27	1,85
BC 28	34	795	2,39	1,99	1,62
CC 40	35	746	2,46	1,87	1,52
BC 88	25	721	1,76	1,80	1,47
AD 82	6	654	0,42	1,64	1,34
CB 66	8	631	0,56	1,58	1,29
BC 64	40	620	2,81	1,55	1,27
DB 08	6	590	0,42	1,48	1,21
CB 48	11	582	0,77	1,46	1,19
BC 82	44	545	3,09	1,36	1,11
AD 84	6	525	0,42	1,31	1,07
DB 42	2	492	0,14	1,23	1

BC 86	59	466	4,15	1,16	0,95
BC 46	22	464	1,55	1,16	0,95
BC 62	8	422	0,56	1,05	0,86
BC 08	24	412	1,69	1,03	0,84
DB 04	16	408	1,12	1,02	0,83
BC 84	25	362	1,76	0,90	0,74
CB 68	26	304	1,83	0,76	0,62
BC 44	5	260	0,35	0,65	0,53
CC 80	12	230	0,84	0,57	0,47
CC 24	20	211	1,41	0,53	0,43
EA 28	3	190	0,21	0,47	0,39
DB 02	16	182	1,12	0,45	0,37
CB 08	1	176	0,07	0,44	0,36
CC 20	16	159	1,12	0,40	0,32
AD 80	5	140	0,35	0,35	0,29
BD 42	11	121	0,77	0,30	0,25
CB 46	1	118	0,07	0,29	0,24
CC 00	14	87	0,98	0,22	0,18
AD 64	5	82	0,35	0,20	0,17
DB 62	3	71	0,21	0,18	0,15
BD 60	11	54	0,77	0,14	0,11
CC 08	4	53	0,28	0,13	0,11
DB 28	2	51	0,14	0,13	0,1
CB 28	3	50	0,21	0,13	0,1
BC 26	9	47	0,63	0,12	0,1
DB 60	2	32	0,14	0,08	0,06
BC 80	7	22	0,49	0,05	0,04
AE 20	1	16	0,07	0,04	0,03
DB 64	2	11	0,14	0,03	0,02
AD 66	3	11	0,21	0,03	0,02
CC 62	2	6	0,14	0,02	0,01
CB 84	1	5	0,07	0,01	0,01
CB 64	1	4	0,07	0,01	0,01
FE 84	1	4	0,07	0,01	0,01

La Figure 16 permet d’apprécier visuellement la répartition des incendies selon les carrés du carroyage DFCI à 20 kilomètres.

Répartition des incendies 2018 par carré du carroyage DFCI 20 kilomètres



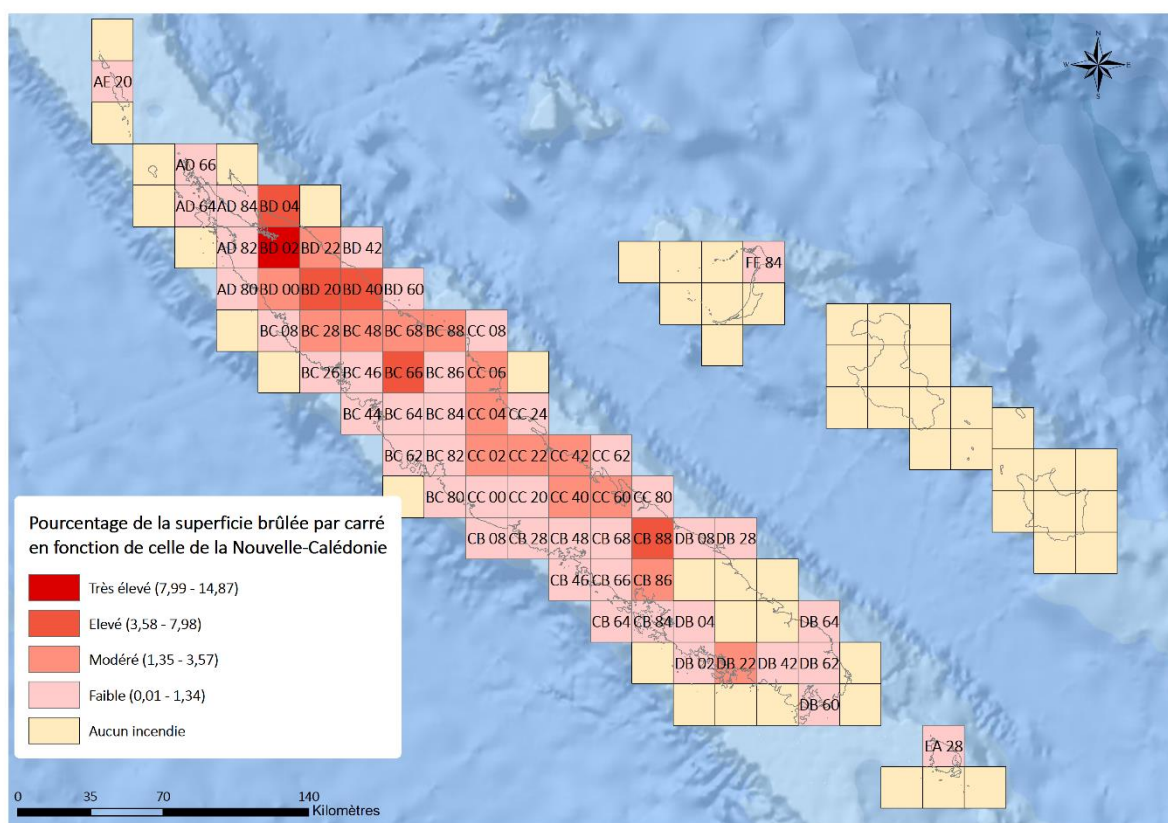
Système de coordonnées : RGNC_1991_93_Lambert_New_Caledonia

Sources : OEIL

Carte réalisée par l'OEIL, 2020

Figure 16: Carte de la répartition des incendies 2019 par carré du carroyage DFCI à 20 kilomètres (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)

D'après les détections de Sentinel 2, le carré du carroyage DFCI qui a été le plus impacté par les incendies en 2019 est le **BD 02**, situé en province Nord, sur l'aire Hot Ma Whaap, avec une grande partie de ce carré localisé sur Ouégoa, commune la plus impactée de la Nouvelle-Calédonie, le reste se trouvant sur les communes de Koumac, Poum, et une petite partie de Pouébo. Le carré BD 02 est le seul à obtenir un pourcentage de surfaces brûlées « très élevé » (représentant près de 15% des incendies de 2019 en Nouvelle-Calédonie) - Figure 17. En effet, on estime à environ 7 284 le nombre d'hectares partis en fumée sur ce carré, notamment en raison des incendies survenus à Ouégoa.

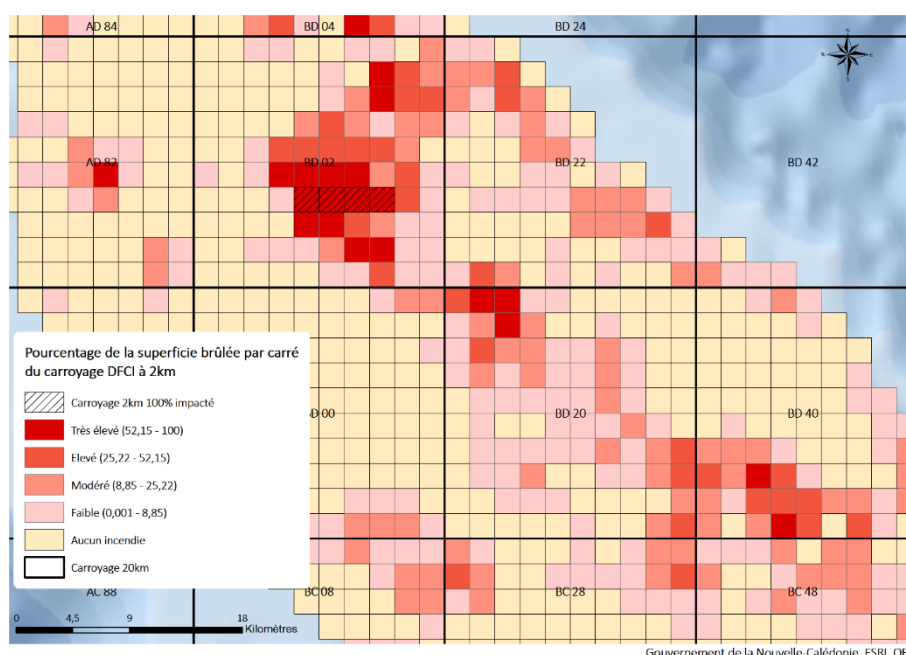


Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, ESRI, OEIL

Figure 17: Carte du pourcentage de surface brûlée de chaque carré DFCI à 20km en fonction de la superficie incendiée 2019 en Nouvelle-Calédonie

En se concentrant sur le carré BD 02 du carroyage à 20 km puis en intégrant une échelle plus fine du carroyage DFCI à 2 km, 62 % des carrés de 2 km intégrés au carré BD 02 ont été

impactés. De plus, le carré BD 02 détient le plus grand nombre de carrés de 2 km fortement impactés, comprenant les 4 seuls carrés impactés à 100 % de la Nouvelle-Calédonie (Figure 18).



Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, ESRI, OEIL

Figure 18: Carte du pourcentage de la superficie brûlée par carré de carroyage DFCI à 2km, localisant les carrés BD 02 et BD 20

En 2017 et en 2018, le carré du carroyage DFCI BD 02 était aussi le plus touché par les incendies avec respectivement 3 612 et 1 425 hectares partis en fumée. Comme énoncé précédemment, ce carré est situé sur la commune de Ouégoa, qui semble être l'un des secteurs ayant participé à faire de cette commune, l'une des plus impactées depuis 2017.

A proximité du BD 02, le carré **BD 20** du carroyage à 20km (Figure 18) comptabilise le plus grand nombre d'incendies, représentant 16% des potentiels départs de feu de 2019 sur la Nouvelle-Calédonie soit 134 incendies (Figure 16). Ce carré est est à cheval sur les communes de Ouégoa, Koumac, Kaala-Gomen, et Hienghène. Au sein du carré BD 20, les trois carrés DFCI considérés comme fortement impactés à l'échelle de 2 km et localisé dans sa partie Nord-Ouest se situent sur le territoire de Ouégoa, (Figure 18).

En considérant de nouveau la superficie incendiée, le carré **CB 88** arrive en seconde position après le carré BD 02, avec près de 4 000 hectares brûlés, comprenant une grande partie de la commune de Thio, notamment la zone Nord-Ouest où se situe l'axe Boulouparis-Thio (Figure 19). Ce carré DFCI apparait comme le seul de la province Sud classé en pourcentage élevé de superficie incendiée sur la Figure 17.

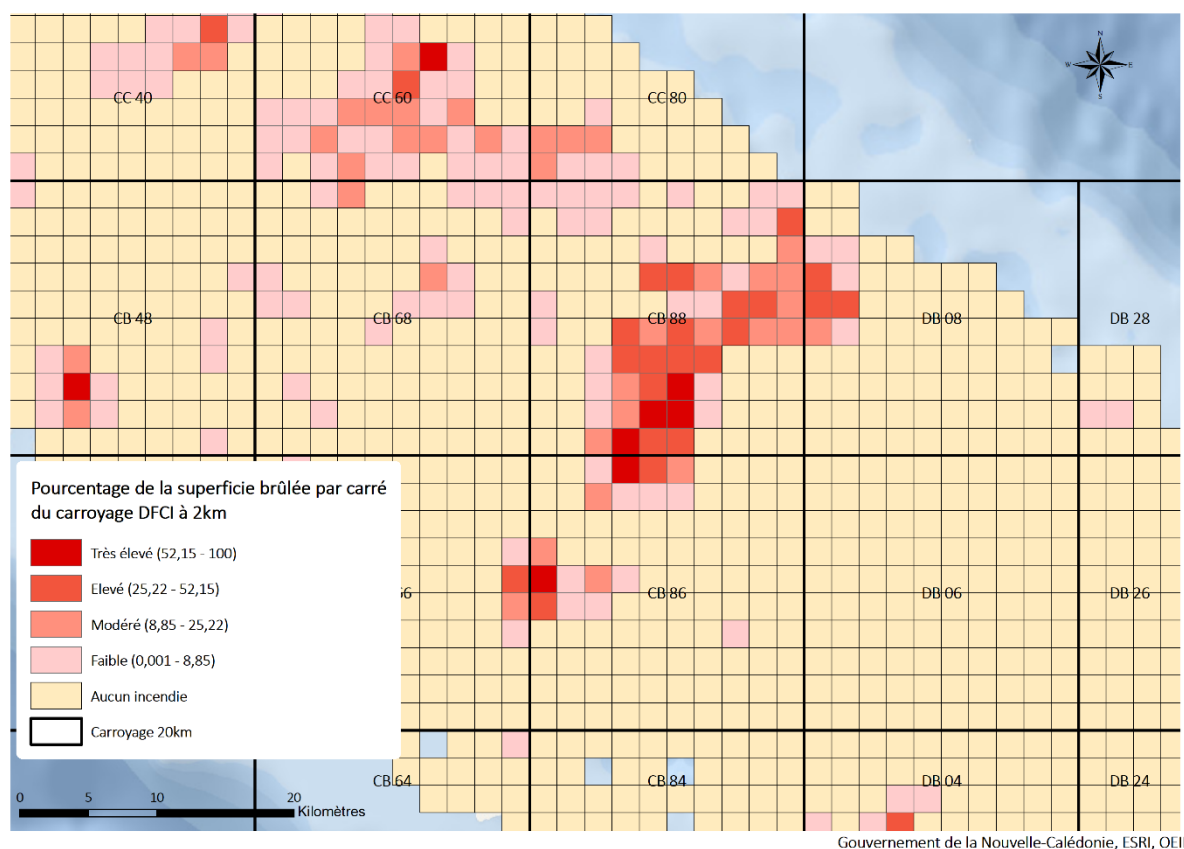


Figure 19: Carte du pourcentage de la superficie brûlée par carré de carroyage DFCI à 2km, localisant le carré CB 88

3.1.1. Répartition selon le type de foncier

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

3.1.1.1. Informations

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

3.1.1.2. Partenaires

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

3.1.1.3. Résultats à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie

Le Tableau 11 présente des détails sur l'impact des incendies, dont notamment la superficie incendiée, et la part qu'elle représente par rapport au total incendié. Il est à noter que le total du nombre de feux par zone ne correspond pas au nombre global de feux détectés en Nouvelle-Calédonie par les capteurs Sentinel 2 car un double comptage a été appliqué. Ainsi, si un incendie se trouve sur la limite administrative entre deux types de foncier, il sera comptabilisé comme un incendie dans chaque type de foncier.

Tableau 11 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2019

Type de foncier	Surface (ha)	Superficie incendiée (ha)	Nombre de feux par zone	Part du nombre d'incendies par rapport au total du nombre d'incendies (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie totale des types de foncier (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie incendiée totale (%)
TERRE COUTUMIERE	505 501	21 132	938	65,9	2,6	27,1
COLLECTIVITE	1 007 534	18 974	700	49,2	1,5	31,2
PRIVE	298 619	8 490	396	27,8	2,1	12,5

NON RENSEIGNE	14 055	288	355	24,9	1,7	0,5
------------------	--------	-----	-----	------	-----	-----

Le type de foncier le plus impacté par les incendies en termes de surface incendiée, survenus en 2019 est représenté par les **collectivités**, soit 31% de la superficie totale brûlée (près de **15 295 hectares**), contrairement à 2017 et 2018, où les terres coutumières étaient le type de foncier le plus impacté par les incendies avec respectivement 43,3 % (10 553 hectares) et 54,8% (3 708 hectares) de la superficie totale affectée aux terres coutumières (Tableau 12).

Les **terres coutumières** sont le type de foncier le plus impacté en nombre d'incendies, 66% des incendies de 2019 les ayant impactées sur 2,6% de leur superficie totale.

Tableau 12: Comparaison statistique de l'impact incendies par type foncier 2017-2019

Type de foncier	Superficie incendiée (ha)			Part de la superficie incendiée par type de foncier (%)		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Terre coutumière	10 553	3 707,69	21 132	43,8	54,82	27,1
Collectivité	7 779	2 170,49	18 974	32,3	32,09	31,2
Privé	5 616	857,45	8 490	23,3	12,68	12,5
Non renseigné	1 20	22,65	288	0,5	0,33	0,5

3.1.1.1.4. Résultats à l'échelle des provinces

3.1.1.1.4.1. Informations

Le Tableau 13 présente des détails sur l'impact des incendies par type de foncier pour chaque province. Il est à noter que le total du nombre de feux par zone ne correspond pas au nombre global de feux détectés sur chaque province car un double compte a été appliqué. Ainsi, si un incendie se trouve sur la limite administrative entre deux provinces et/ou entre deux types de foncier, il sera comptabilisé comme un incendie dans chaque type de foncier, et chaque périmètre administratif.

La situation par rapport au foncier n'est pas homogène entre les provinces. La particularité de la province des Iles est qu'elle n'est constituée que de terres coutumières. La comparaison de la répartition des types de fonciers par province (Figure 20) montre que les plus fortes proportions de foncier concernent le domaine appartenant aux collectivités (respectivement 60 et 64% pour les province Nord et Sud).

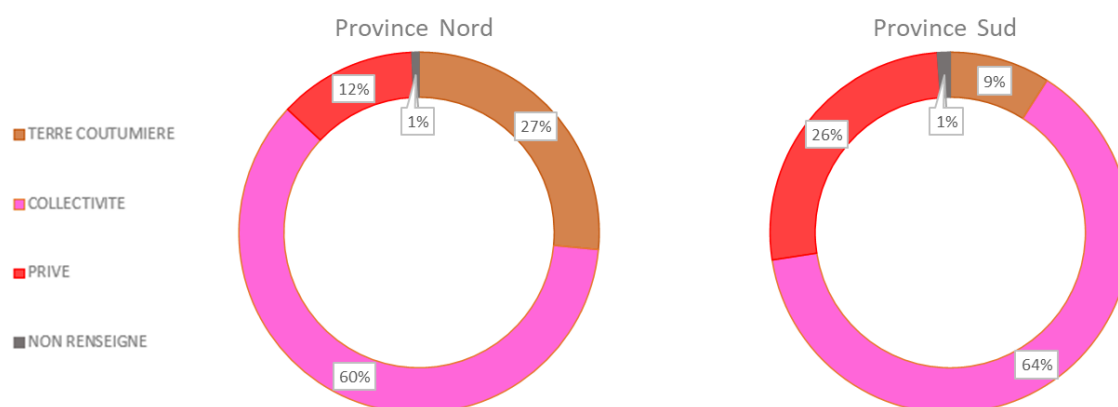


Figure 20: Répartition du type de foncier par province

3.1.1.1.4.2. Résultats 2019

Tableau 13: : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers et par province pour l'année 2019

Nom de la Province	Type de foncier	Surface (ha)	Superficie incendiée (ha)	Nombre de feux par zone	Part du nombre d'incendies par rapport au total du nombre d'incendies du territoire (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie totale des types de foncier du territoire (%)	Part de la superficie incendiée par type de foncier par rapport à la superficie incendiée totale du territoire(%)
Province Nord	TERRE COUTUMIERE	247 830	18 025	861	68,94	7,27	46,87
Province Nord	COLLECTIVITE	565 049	14 865	621	49,72	2,63	38,66
Province Nord	PRIVE	115 821	5 347	301	24,10	4,62	13,91
Province Nord	NON RENSEIGNE	5 990	184	285	22,82	3,07	0,48
Province Sud	TERRE COUTUMIERE	62 412	3 107	78	44,57	4,98	29,58
Province Sud	COLLECTIVITE	439 187	4 109	81	46,29	0,94	39,13
Province Sud	PRIVE	181 722	3 143	95	54,29	1,73	29,93

Province Sud	NON RENSEIGNE	7 939	104	70	40,00	1,31	0,99
Province des Iles	TERRE COUTUMIERE			1	100	0,002	100

Dans le détail, la **province Nord** étant la plus impactée sur 2019, elle comptabilise le plus de superficie incendiée pour chaque type de foncier, avec un pourcentage maximum de surfaces incendiées sur **terres coutumières** représentant près de 47% des surfaces brûlées de la province Nord (soit plus de **18 000 hectares**) et près de 85% des terres coutumières de Nouvelle-Calédonie.

La **province Sud** a cumulé plus de surfaces brûlées sur le **domaine public**, représentant 39% de la superficie incendiée en province Sud (soit **plus de 4 000 hectares**). Le foncier appartenant au domaine privé arrive en second position, avec plus de 3000 ha incendiés. En s'intéressant au nombre d'incendies, le foncier de type « privé » comptabilise le plus d'incendies, mais de taille moins importante que sur le domaine public, compte tenu d'une surface incendiée moindre en domaine privé que public.

3.1.1.1.5. Résultats à l'échelle des communes

3.1.1.1.5.1. Informations

Il est à noter que la répartition du type de foncier à l'origine n'est pas homogène entre toutes les communes. 70% des communes ont une majorité de leur foncier attribué aux collectivités. 18% des communes sont localisées majoritairement sur des terres coutumières avec certaines particularités comme Lifou ayant 100% de leur superficie répartie sur du foncier coutumier. On peut noter également la particularité de Nouméa ayant aucune terre coutumière. La Figure 21 montre la répartition de la superficie incendiée par type de foncier sur chaque commune.

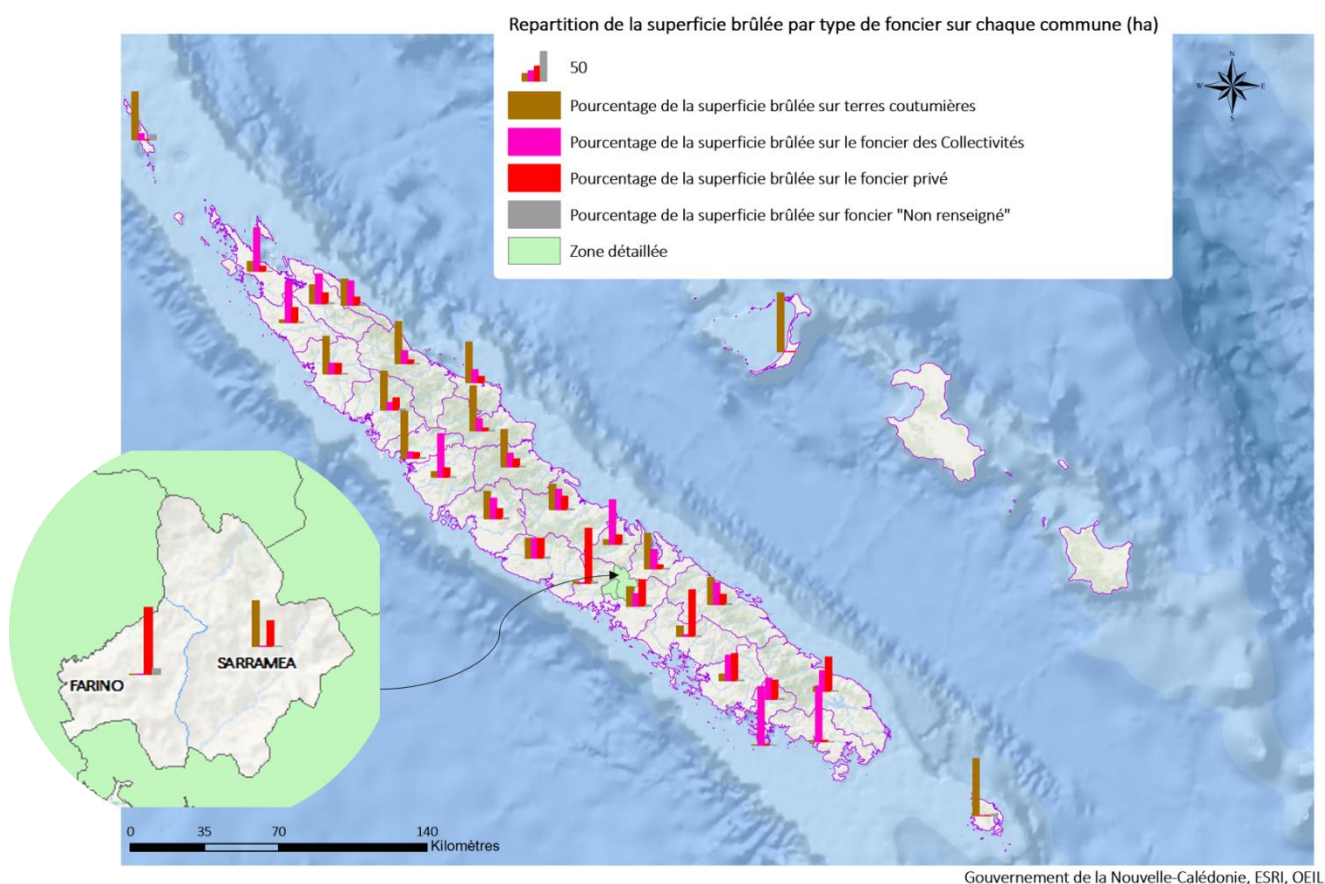


Figure 21: Carte de répartition de la superficie incendiée en 2019 par type de foncier sur les communes

3.1.1.1.5.2. Résultats 2019

Bien que la plupart des communes possèdent majoritairement du foncier appartenant aux collectivités, en 2019, plus de la moitié de leur superficie brûlée se répartissent majoritairement sur des terres coutumières. Les deux communes ayant le plus de surfaces brûlées sur terres coutumières sont **Hienghène** avec plus de 4 500 hectares et **Thio** avec plus de 2 000 hectares.

Concernant les communes ayant été plus impactées sur du foncier géré par les collectivités, la commune de **Ouégoa** arrive en première place avec plus de 5 700 hectares, soit près de 50% de sa superficie brûlée en 2019.

Pour rappel, ces communes ont déjà été qualifiées de fortement impactées (partie 3.1.1.3).

Cinq communes présentent une répartition plus conséquente de leur superficie brûlée sur du foncier privé, notamment **Bouloupari** avec plus de 900 hectares.

3.1.1. Analyse de la taille des incendies

3.1.1.1. Informations

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

3.1.1.2. Résultats

3.1.1.2.1. A l'échelle de la Nouvelle-Calédonie

La Figure 22 et la Figure 23 présentent les classes de superficies et le nombre d'incendies qui leur sont rattachés. La Figure 24 présente quant à elle le pourcentage cumulé croissant de la superficie incendiée par classe de nombre d'hectares brûlés. Il est tenu de rappeler que la chaîne de traitement des images satellitaires détecte seulement les incendies possédant une taille supérieure à 1 hectare.

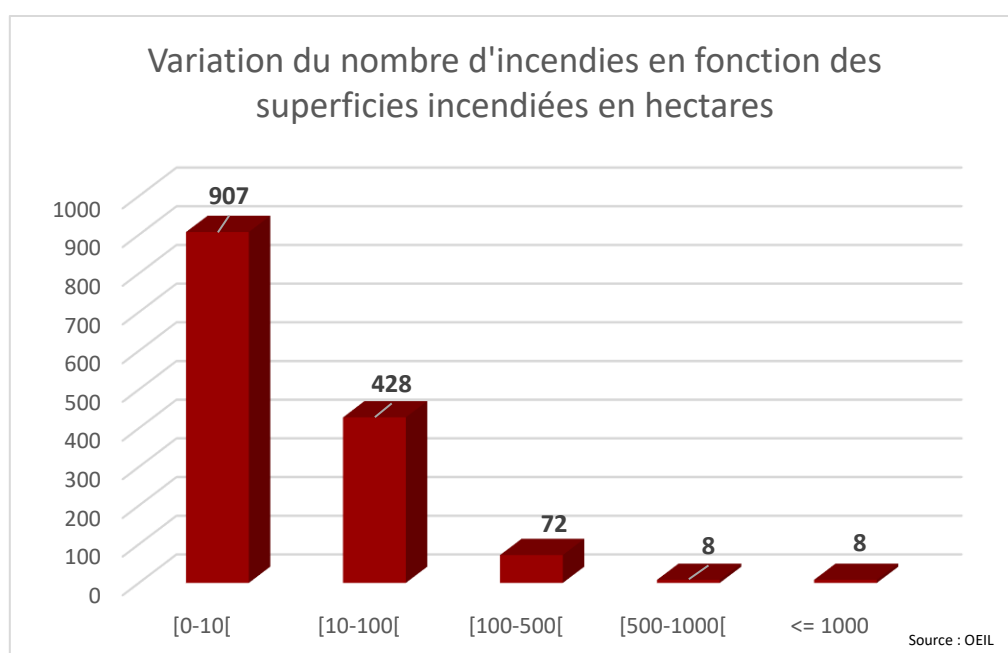


Figure 22 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données MODIS et VIIRS) détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019

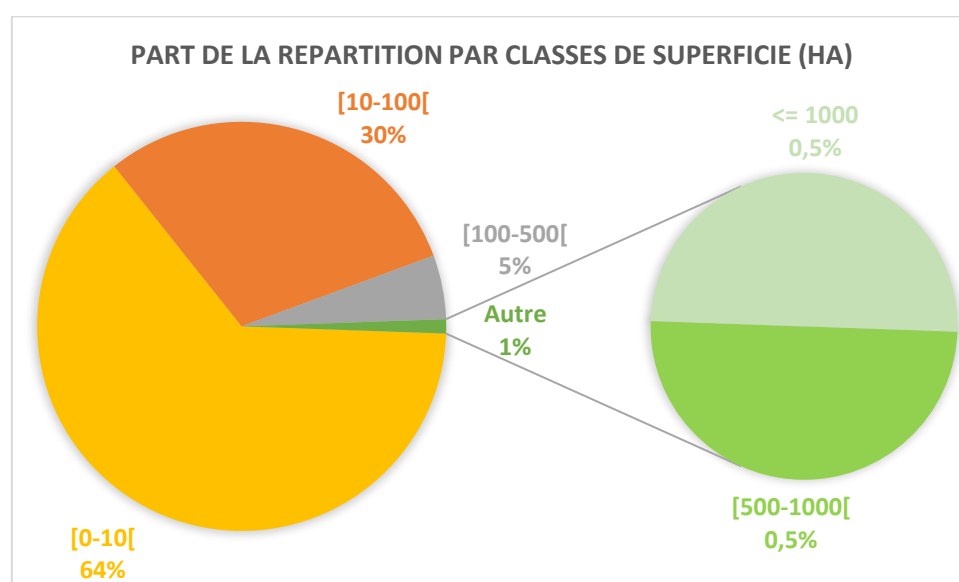


Figure 23 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019

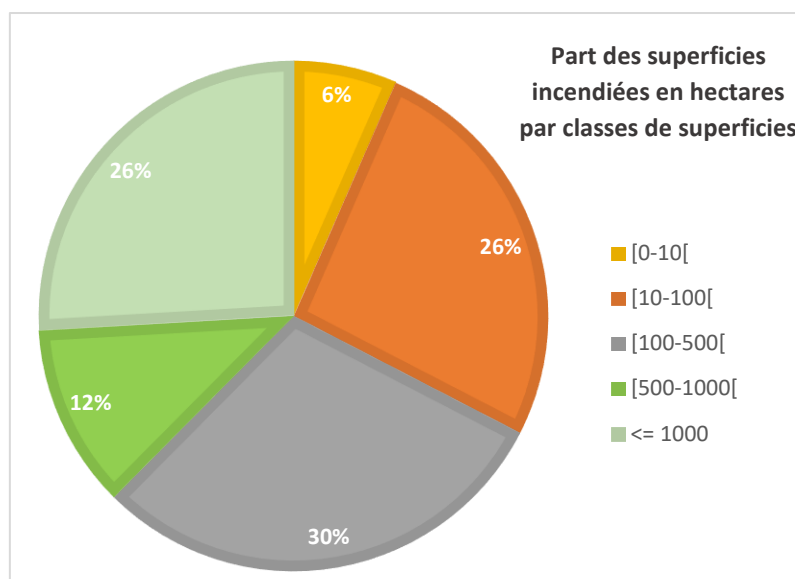


Figure 24 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019

Cette étude fait ressortir qu'environ 64 % des incendies ne dépassent pas 10 hectares. On remarque aussi que, parmi les 1 423 incendies qui se sont déclarés en 2019, il y a 16 événements supérieurs à 500 hectares incendiés. Cette constatation permet d'affirmer que malgré l'ensemble des incendies survenus en 2019, la majorité de ces derniers restent des incendies de petite taille (<10 ha) voire de taille modérée (<100 ha), ceux de grande ampleur étant des événements plus rares. En effet, près de 94 % des incendies possèdent une taille inférieure à 100 hectares. Ce pourcentage est inférieur à celui de 2018. On peut donc affirmer qu'en 2019, les incendies étaient de plus grande ampleur que l'année précédente. Cependant, les incendies de grande envergure, c'est-à-dire ceux dépassant **100 hectares** incendiés, représentent seulement environ **6%** de tous les incendies, mais sont à l'origine de **67 %** de la superficie totale brûlée comme on peut l'observer sur la Figure 24. Les incendies les plus conséquents dépassant

ainsi les 1000 hectares sont au nombre de 8. La Figure 25 permet de visualiser leur répartition sur le territoire calédonien.

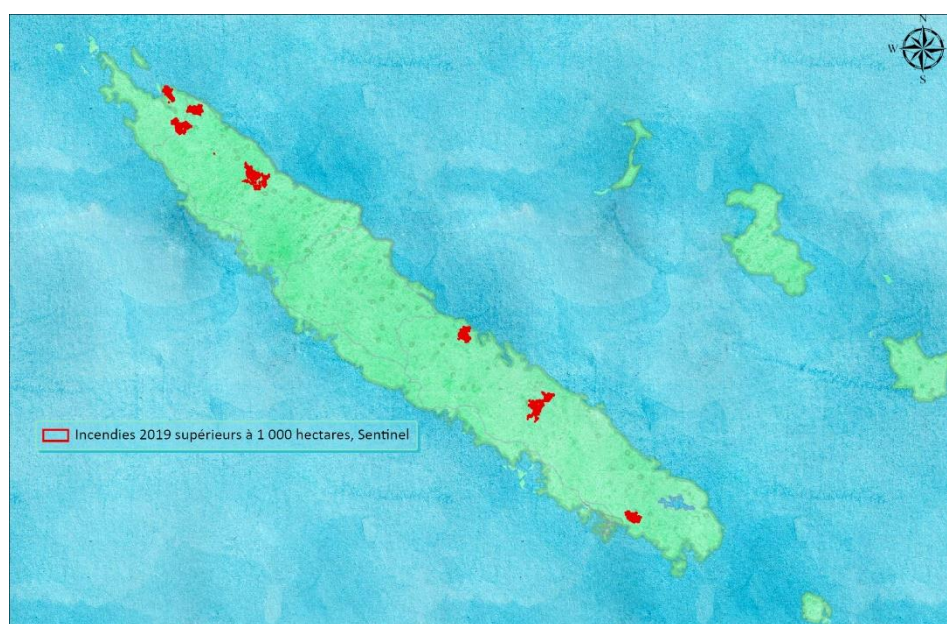


Figure 25: Incendies 2019 supérieurs à 1000 hectares, Sentinel, OEIL

Le Tableau 14 permet de visualiser la variation du nombre d'incendies en fonction de leur superficie depuis 2017. Ainsi, l'évolution de

l'envergure des incendies chaque année peut être représenté. On remarque que la taille des incendies suit relativement le même schéma d'une année à l'autre. Même si la part des incendies inférieurs à 10 hectares reste la plus conséquente, une légère diminution peut être constatée de 2017 à 2019 par rapport aux incendies supérieures à 10 hectares, qui sont plutôt en augmentation.

On peut noter de plus que la taille moyenne des incendies pour 2019 est plutôt faible avec 34,4 hectares, montrant l'influence du nombre d'incendies de petite taille, avec un écart-type à 142,33.

Tableau 14: Comparaison 2017-2019 sur la variation du nombre d'incendies en fonction des superficies

	2017	2018	2019
Pourcentage d'incendies ne dépassant 10 hectares	72	79	64
Pourcentage d'incendies ayant une superficie située entre 10 ha et 100 ha	25	19	30
Pourcentage d'incendies dépassant 100 hectares	3	2	6

Tableau 15: Statistiques sur la superficie des incendies de 2019

Minimum - Surface ha	Maximum - Surface ha	Moyenne - Surface ha	Ecart-type - Surface ha
0,54	2 394,64	34,42	142,38

3.1.1.2.2. A l'échelle des Provinces

Le Tableau 16 montre la répartition des classes de superficies et le nombre d'incendies qui leur sont rattachés en fonction de l'échelon administratif provincial.

Tableau 16: Répartition du nombre d'incendie en fonction de leurs superficies par Province

Nom de province	Classe de taille	Superficie incendiée	Nombre d'incendies	Pourcentage du nombre d'incendie par classe	Pourcentage en fonction de la superficie incendiée de la classe	Pourcentage en fonction de la superficie brûlée totale de la Province
Province Nord	< 10 ha	2 807,78	799,00	88,09	87,38	7,30
	10 - <100 ha	10 998,66	378,00	88,32	86,29	28,60
	100 ha - <500 ha	13 061,78	62,00	86,11	89,31	33,97
	500 ha - < 1000 ha	3 009,58	4,00	50,00	52,76	7,83
	>= 1000 ha	8 576,45	6,00	75,00	67,57	22,30

Province Sud	< 10 ha	400,29	108,00	11,91	12,46	3,81
	10 - <100 ha	1 740,77	51,00	11,92	13,66	16,58
	100 ha - <500 ha	1 550,27	10,00	13,89	10,60	14,76
	500 ha - < 1000 ha	2 694,63	4,00	50,00	47,24	25,66
	>= 1000 ha	4 115,51	2,00	25,00	32,43	39,19
Province des Iles	< 10 ha	4,22	1,00	0,11	0,13	100,00

La **Province Nord** étant déjà relevée comme la province la plus impactée, le Tableau 16 montre que 4 classes de taille sur 5 sont localisés à plus de 75% sur son territoire, avec notamment 80% des incendies inférieurs à 500 hectares. Les incendies d'une taille comprise entre **100 à 500 hectares** sont ceux ayant le plus contribué à la superficie totale incendiée de la Province Nord avec plus de 13 000 hectares tandis qu'en Province Sud, il s'agit des incendies dépassant les 1000 hectares qui ont participé à près 40% de la superficie brûlée totale de la province, soit plus de 4000 hectares.

On peut noter que les incendies compris entre 500 et 1000 hectares sont réparties à 50% entre la Province Sud et la Province Nord.

La Figure 26 nous montre sur les graphiques en secteurs, à gauche, la répartition du nombre d'incendie par classe de taille en fonction du nombre d'incendies pour chaque province en comparaison à ceux de droite correspondant à la superficie incendiée par classe de taille en fonction de la superficie brûlée totale par province.

La situation des différentes classes pour les Provinces Nord et Sud semble proche de celle constatée à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie en partie 3.1.1.2.1, avec des événements de grande envergure qui sont peu nombreux. Les incendies d'une taille supérieure à 100 hectares représentent moins de 10% des incendies mais participent à plus de 60% en termes de superficie incendiée par province.

Même s'il y a eu moins d'incendies en Province Sud, celle-ci a été plus impactée par des événements majeurs, les feux dépassant les 500 hectares ont contribué à plus de 60% de sa surface incendiée en 2019, alors que ceux-ci représentent environ 30% de la superficie brûlée en Province Nord.

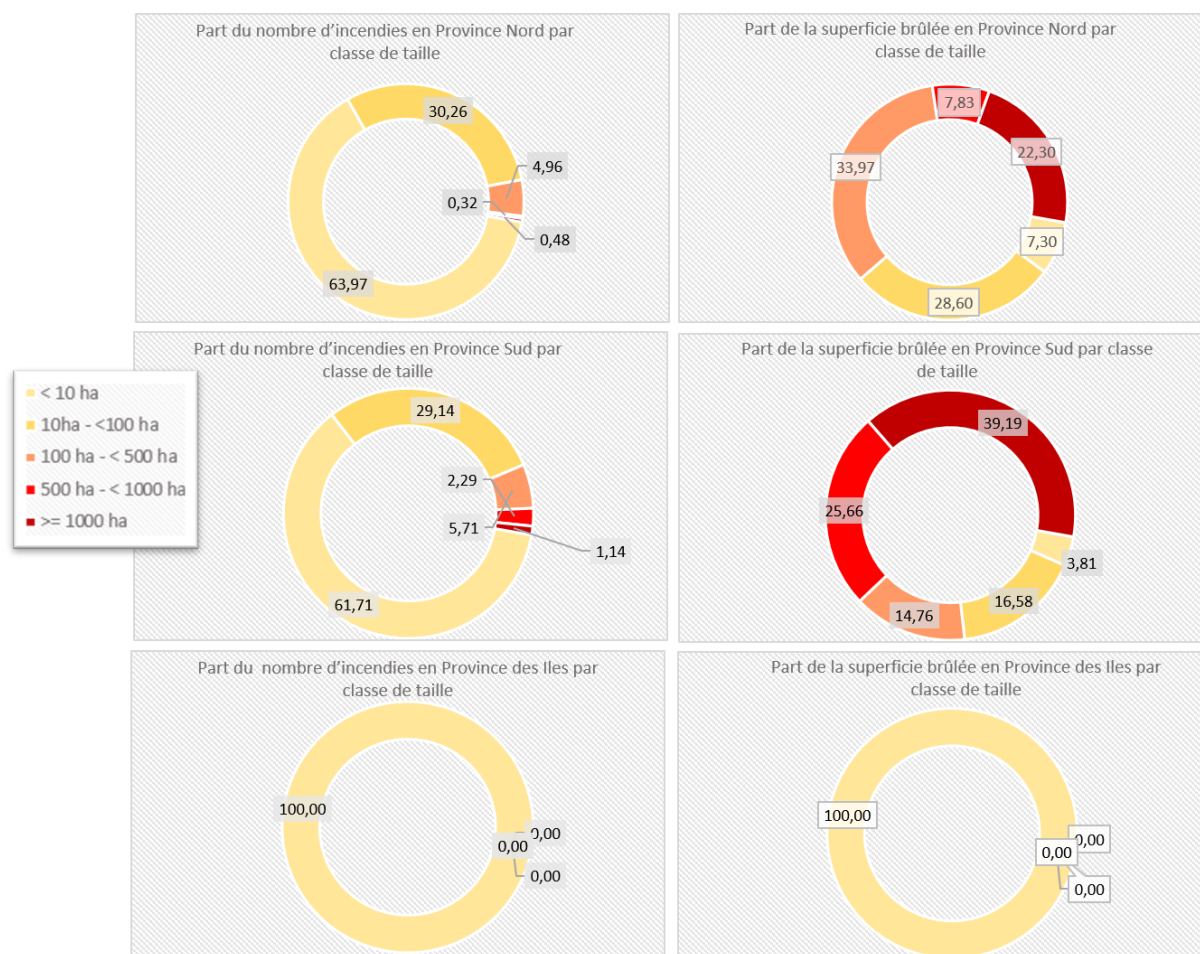


Figure 26: Part (%) du nombre d'incendies et de la superficie brûlée par Province en fonction des catégories de taille concernant les feux

3.1.2. Analyse de la densité selon l'historique de données

Cette partie du rapport présente différentes approches ayant pour but de caractériser la répartition des incendies et mais aussi en prenant en compte d'autres facteurs environnementaux tels que le substrat ou la topographie. Leur taille et leur localisation sont prises en compte afin de mettre en avant les lieux où les incendies ont été les plus intenses.

3.1.2.1. Densité d'incendies

3.1.2.1.1. Informations

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

Une première analyse sera effectuée sur la moyenne de l'historique des données 2012-2018 du capteur VIIRS afin de visualiser facilement les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies sur une période de 7 ans. Une deuxième analyse sera faite uniquement sur les données du capteur VIIRS pour l'année 2019. Une troisième analyse permettra de visualiser facilement les secteurs de 2019 présentant une densité du nombre d'incendies supérieure à la moyenne 2012-2018. Ceci dans l'intérêt de déterminer si l'année 2019 a été

particulière en matière de répartition du nombre de feux. Enfin, une analyse sur les données 2019 du satellite Sentinel sera réalisée afin d'avoir un regard plus précis sur les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies sans comparaison avec l'historique 2012-2018. Il est à rappeler que la résolution spatiale du capteur VIIRS est de 375 mètres tandis que celle des satellites Sentinel 2A et 2B est de 10 mètres.

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

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

3.1.2.1.2. Densité moyenne des incendies 2012-2018 des données VIIRS du satellite SUOMI NPP

3.1.2.1.2.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies a eu lieu il a semblé plus pertinent d'obtenir la densité moyenne du nombre d'incendies sur la période 2012 à 2018. Pour ce faire, les centroïdes ainsi que les densités de noyau des surfaces brûlées de chaque année ont été déterminés. L'outil calculatrice raster de la version 10.6.1 d'ArcGIS a ensuite été utilisé afin de calculer la moyenne de l'ensemble des rasters obtenus. La carte produite permet ainsi d'avoir une représentation plus fine des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies et permet une meilleure comparaison avec la carte des données VIIRS pour l'année 2019.

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

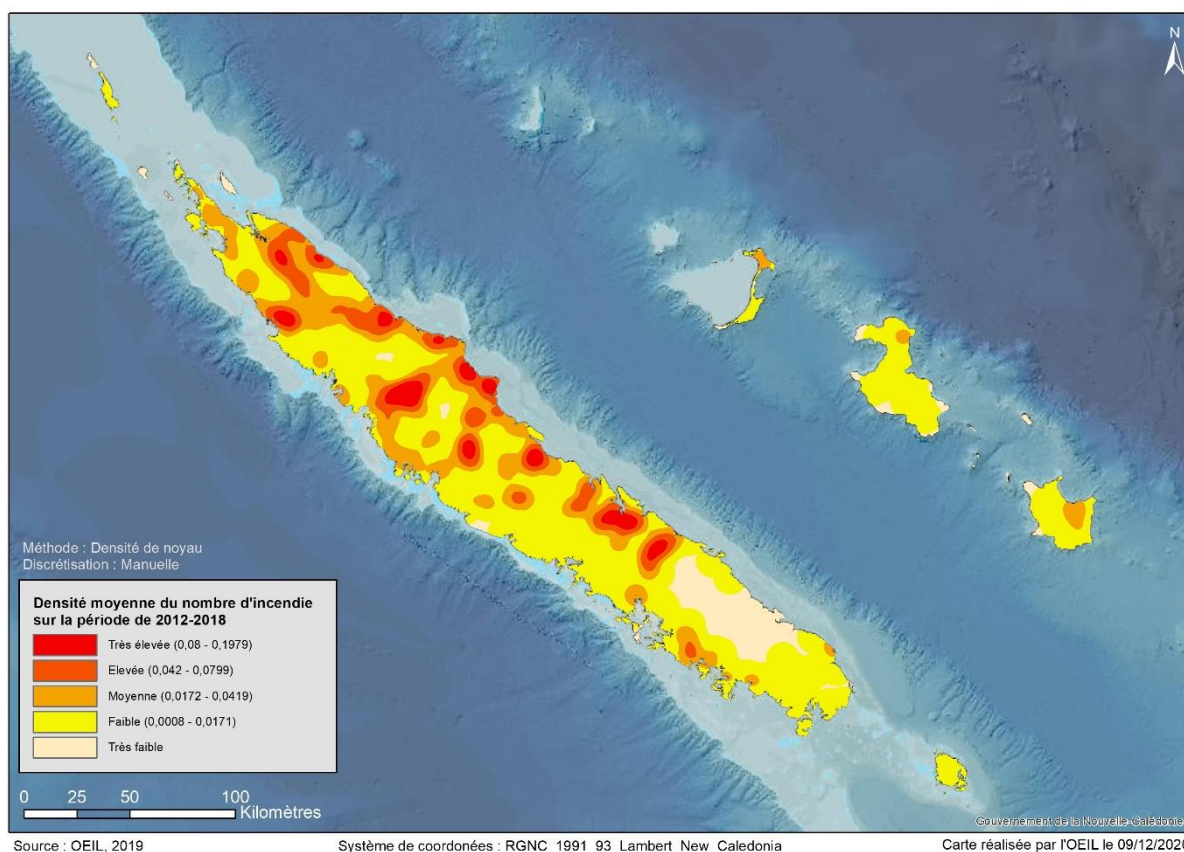


Figure 27: Carte de la densité moyenne du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS sur la période 2012-2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.1.2.2. Résultats

Sur la période 2012-2018, représenté par la Figure 27, certaines régions sont plus sujettes aux incendies. En effet, une grande partie de la côte Est et le nord de la Grande Terre montrent une densité d'incendies plus élevée. De plus, les régions centrales proches de Koné et Poya semblent aussi indiquer un nombre d'incendies conséquent. Le sud, quant à lui, ne présente pas une quantité importante de feux avec des densités allant de faibles à très faibles sauf aux alentours de Païta où la densité d'incendies est moyenne. A noter que les axes transversaux Boulouparis/Thio et Koné/Tiwaka semblent se dessiner. De même que pour les axes Thio/Kouaoua et Houaïlou/Hienghène.

3.1.2.1.3. Densité des incendies 2019 détectés par le satellite VIIRS

3.1.2.1.3.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies a eu lieu, les centroïdes des surfaces incendiées détectées par le satellite VIIRS en 2019 ont été calculés. Un outil créé par l'OEIL et incluant la méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été employée. Les mêmes seuils de discrétisation, appliqués pour la carte de l'historique 2012-2018, ont été utilisés afin de pouvoir comparer les deux cartes (Figure 27 et Figure 28).

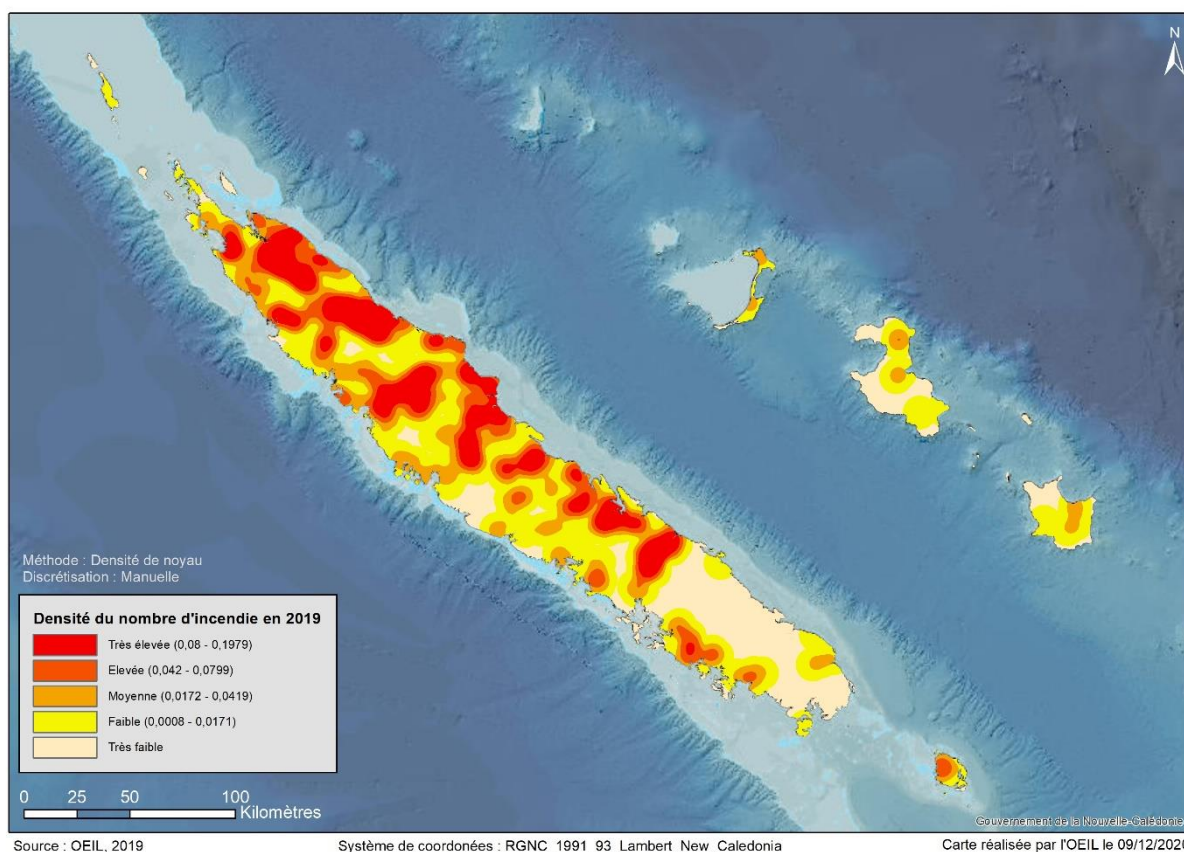


Figure 28: Carte de la densité du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.1.3.2. Résultats

L'année 2019 présente plus de régions avec une densité du nombre d'incendies très élevée par rapport à l'historique 2012-2018. Le Nord de la Grande-Terre, à savoir les régions proches de Ouégoa et Kaala-Gomen montrent un nombre très important d'incendies. Il en est de même pour les régions proches de Koné et Poindimié. Enfin, par rapport à l'historique 2012-2018, la région du Mont-Dore et de Païta semble plus touchée par les incendies. De plus, le Nord de l'Île des Pins montre également un nombre d'incendie plus élevé que la densité moyenne historique.

3.1.2.1.4. Comparaison de la densité des incendies 2019 par rapport à l'historique 2012-2018 à partir des données VIIRS.

3.1.2.1.4.1. Méthode

Afin de représenter les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies en 2019 par rapport à l'historique 2012-2018, l'outil calculatrice raster du logiciel ArcGIS a été utilisé. Ainsi, le raster représentant la densité moyenne du nombre d'incendies sur la période 2012-2018 (Figure 27) a été soustrait au raster représentant la densité du nombre d'incendies en 2019 (Figure 28). Le résultat est visible à la Figure 29.

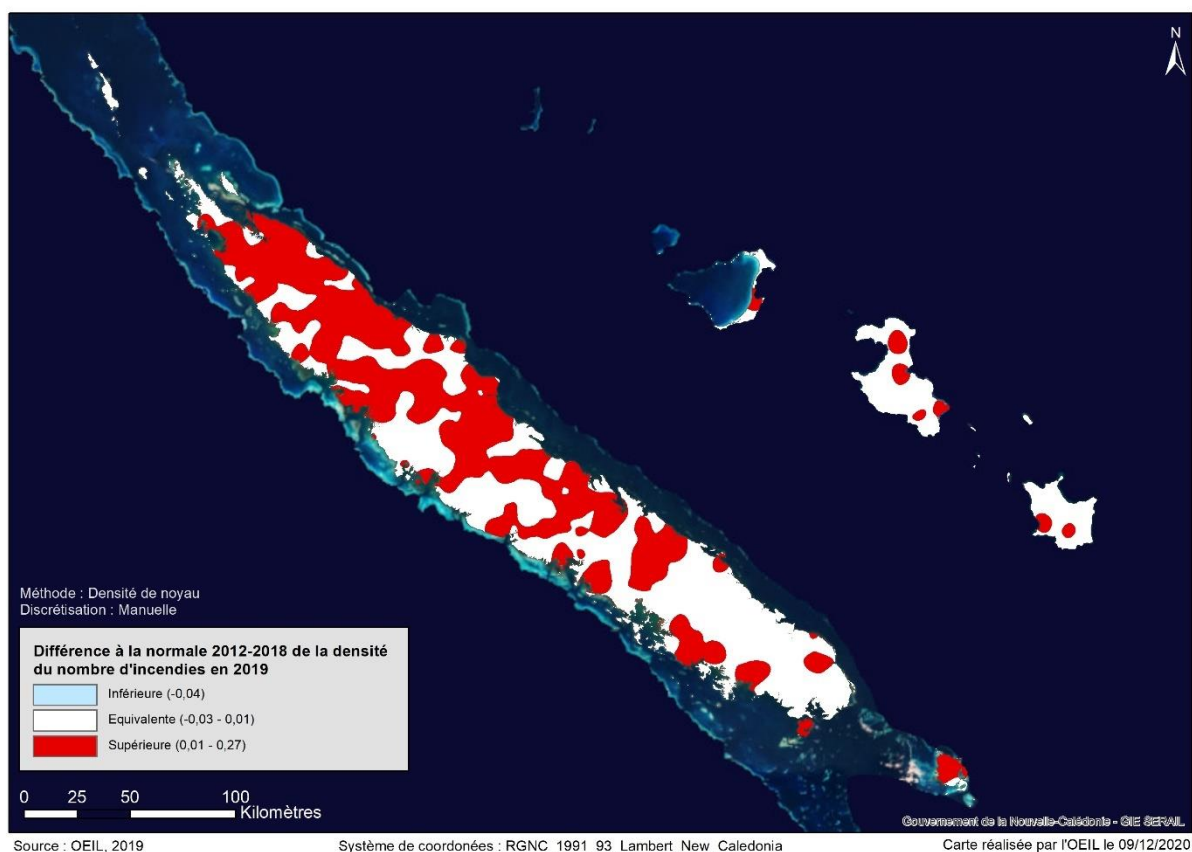


Figure 29: Carte de la différence à la normale 2012-2018 de la densité du nombre d'incendie en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.1.4.2. Résultats

On constate qu'en 2019, une grande partie des régions montrent une densité du nombre d'incendies supérieure à la densité moyenne obtenue durant la période 2012-2018. On peut notamment faire référence à la localité de l'Îles des pins, où environ sept incendies ont été répertoriés par le capteur VIIRS en 2019 pour une moyenne d'un par an sur la période 2012-2018. Les régions proches de Koné, Ouégoa, Thio ou encore Poum présentent aussi un nombre d'incendies supérieur à la normale 2012-2018.

3.1.2.1.5. Densité des incendies 2019 à partir des données des satellites Sentinel.

3.1.2.1.5.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs où le plus grand nombre d'incendies ont eu lieu, le centroïde des surfaces incendiées détectées par les satellites Sentinel en 2019 a été calculé puis un outil créé par l'OEIL incluant la méthode de calcul par densité de noyau a été appliqué.

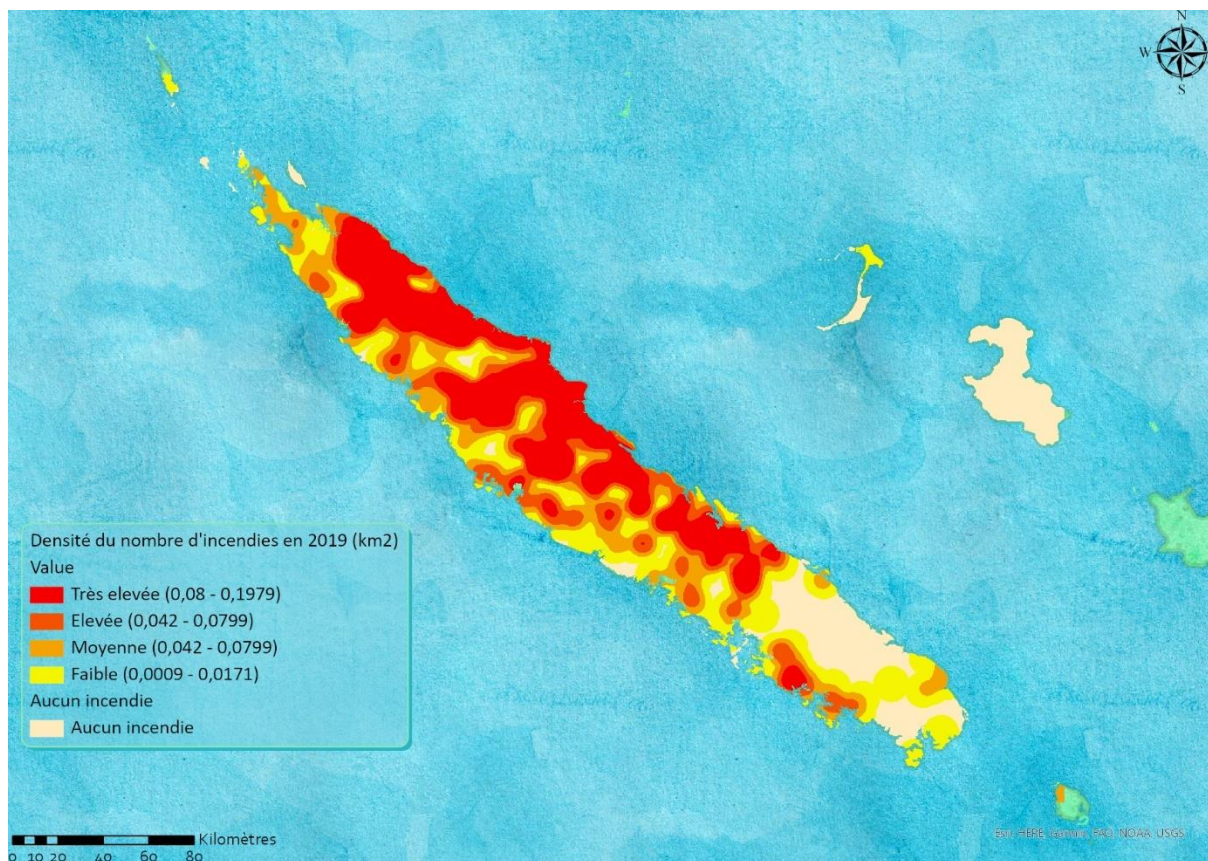


Figure 30 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.1.5.2. Résultats

Si globalement, l'année 2019 a été caractérisée par un déficit pluviométrique d'octobre à décembre et de forte chaleur, ce climat a surtout concerné le nord et la Côte Est. Ainsi, l'apparition et/ou la propagation d'importants incendies a pu être favorisée. Sur la Figure 30, on observe des îlots d'incendies de densité moyenne situés sur la côte Est notamment la zone reliant **Ouégoa à Hienghène**. La **côte Est semble être plus impactée** car elle relève une moyenne plus élevée que la côte Ouest selon les statistiques du Tableau 17, chiffre qui pourrait être bien plus élevée si le périmètre du Parc de la côte Oubliée n'était pas prise en compte, zone avec une densité quasi nulle car rarement touchée par des incendies.

Ces résultats rappellent aussi ceux par commune où Ouégoa et Hienghène restent les plus impactées. Le Tableau 18 affichant les statistiques par commune de la densité du nombre d'incendies montre ainsi que Ouégoa et Hienghène ont les moyennes les plus élevées, suivi de Koné et Pouébo, communes fortement impactées également.

L'année 2019 montre une densité d'incendies largement supérieure à 2018, mais semblable à 2017. En effet, cette année-là, l'intense sécheresse qui a sévi entre juin et octobre avait favorisé le développement d'importants incendies sur l'ensemble du territoire. Comme en 2019, le nord et la côte Est de la Grande Terre avaient alors été lourdement impactés.

Il est à noter que les axes routiers transversaux comme la Koné Tiwaka semblent se dessiner comme on peut le constater sur la Figure 31.

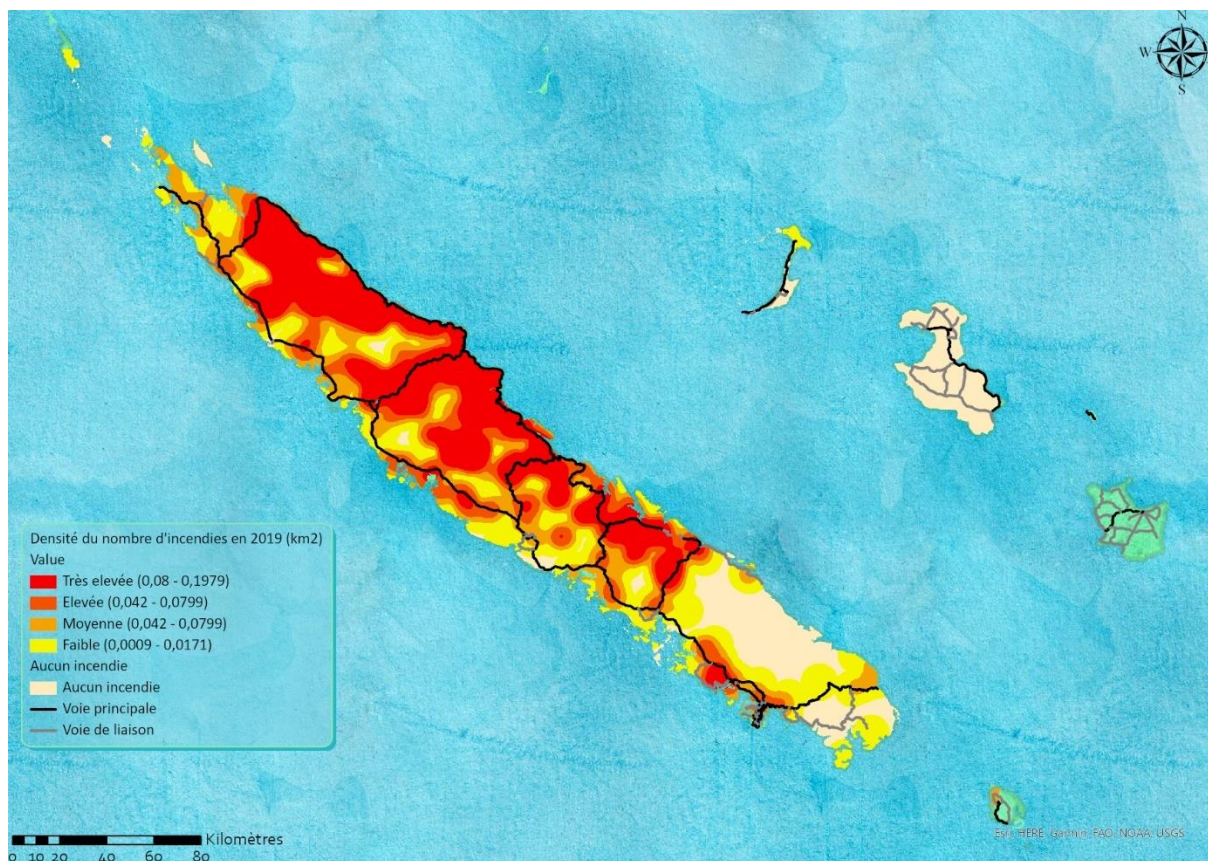


Figure 31: Densité du nombre d'incendies en 2019 de Sentinel superposé au réseau routier

Tableau 17: Statistiques de la densité en nombre d'incendies 2019 sur Sentinel sur les côtes principales de la Grande Terre

Zone	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Côte Est	0,00	0,57	0,11	0,12
Côte Ouest	0,00	0,60	0,05	0,08

Tableau 18: Statistiques de la densité en nombre d'incendies sur Sentinel par commune

Commune	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
OUEGOA	0,00	0,57	0,22	0,16
HIENGHENE	0,00	0,54	0,21	0,16
KONE	0,00	0,35	0,17	0,11
POUEBO	0,02	0,32	0,16	0,08
POINDIMIE	0,01	0,38	0,16	0,09
PONERIHOUEN	0,00	0,40	0,14	0,09
CANALA	0,00	0,32	0,14	0,08
POYA	0,00	0,60	0,13	0,15
TOUHO	0,00	0,26	0,11	0,05
KAALA_GOMEN	0,00	0,51	0,11	0,10
HOUAILLOU	0,00	0,29	0,10	0,07

KOUAOUA	0,00	0,26	0,09	0,06
KOUMAC	0,00	0,44	0,06	0,08
VOH	0,00	0,23	0,06	0,04
POUEMBOUT	0,00	0,30	0,05	0,06
SARRAMEA	0,00	0,12	0,04	0,02
LA_FOA	0,00	0,14	0,04	0,03
THIO	0,00	0,25	0,04	0,06
NOUMEA	0,00	0,07	0,03	0,02
ILE_DES_PINS	0,00	0,04	0,03	0,01
PAITA	0,00	0,14	0,03	0,04
BOURAIL	0,00	0,09	0,03	0,02
POUM	0,00	0,05	0,02	0,01
MOINDOU	0,00	0,08	0,02	0,02
BOULOUPARI	0,00	0,25	0,02	0,03
FARINO	0,00	0,04	0,01	0,01
DUMBEA	0,00	0,07	0,01	0,02
MONT_DORE	0,00	0,06	0,01	0,01
BELEP	0,00	0,01	0,01	0,01
YATE	0,00	0,04	0,00	0,01
OUVEA	0,00	0,01	0,00	0,00
LIFOU	0,00	0,00	0,00	0,00

3.1.2.2. Densité d'incendies pondérés par leurs superficies.

3.1.2.2.1. Informations

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

Comme pour l'analyse des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies, quatre cartes de densités seront réalisées. L'une sera la représentation des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir des données VIIRS sur la période 2012-2018. La deuxième représentera les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir des données VIIRS pour l'année 2019. Une troisième analyse permettra de déterminer quels sont les secteurs où les superficies incendiées sont supérieures à la normale 2012-2018. Ceci dans l'intérêt de déterminer si l'année 2019 présente certaines particularités. Enfin, une dernière carte de densité sera réalisée à partir des données Sentinel uniquement sur l'année 2019, sans comparaison avec l'historique 2012-2018, pour permettre d'avoir un regard plus précis sur les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées.

Afin d'estimer ces secteurs, le choix s'est aussi porté sur l'outil de densité de noyau¹⁷ qui utilise la méthode de Kernel. Pour cela, les centroïdes des surfaces brûlées ont été utilisés.

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

Le « champ de population » a été rempli afin de pondérer les résultats en fonction de la superficie des incendies. Enfin, différentes méthodes de discrétisation ont été appliquées afin d'améliorer la lecture des données.

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

3.1.2.2.2. Densité moyenne des incendies 2012-2018 pondérés par leurs superficies à partir de l'historique des données VIIRS.

3.1.2.2.2.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, la densité moyenne des incendies pondérés par leurs superficies sur la période de 2012 à 2018 a été utilisée. Pour ce faire, les centroïdes ainsi que les densités de noyau des surfaces brûlées de chaque année ont été déterminés. L'outil calculatrice raster a ensuite été appliqué afin de calculer la moyenne de l'ensemble des rasters obtenus. La carte produite à la Figure 32 permet d'avoir une représentation précise des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées à partir de l'historique des données VIIRS 2012-2018.

3.1.2.2.2.2. Résultats

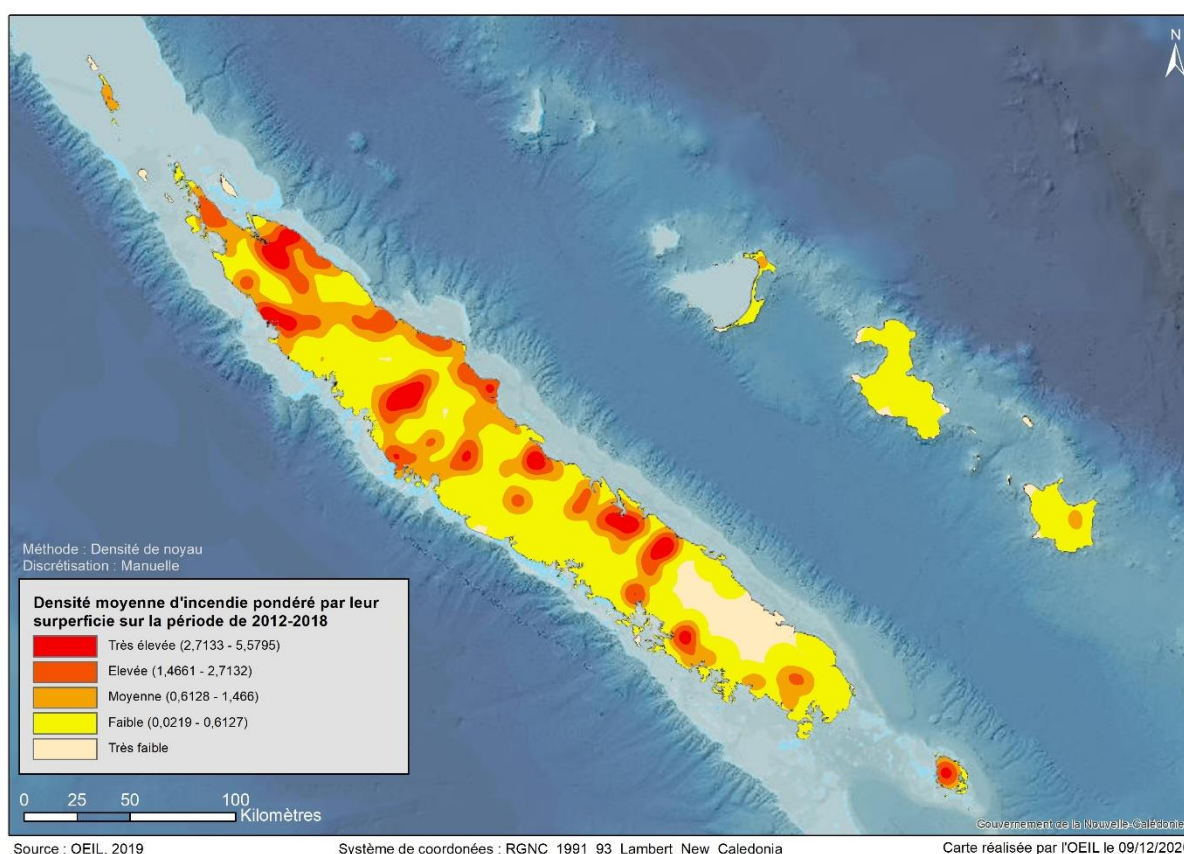


Figure 32: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS durant la période 2012-2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

Sur la période 2012-2018, la répartition des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées est relativement similaire à la répartition des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies. En effet, l'extrême Nord de la Grande Terre ainsi qu'une grande partie de la Côte Est présentent des régions avec des incendies ayant brûlés de grandes superficies, avec notamment dans la région de Ouégoa. Les axes routiers Boulouparis-Thio et la Koné-Tiwaka semblent se dessiner car fortement impactés par des incendies de grandes superficies.

On remarque une activité particulièrement élevée sur le littoral Est de la Nouvelle-Calédonie. A noter cependant que le Sud de la côte Est est relativement épargné, secteur correspondant au Parc de la Côte Oubliée, lieu relativement préservé de la Grande-Terre avec très peu de présence humaine, n'a subi aucun impact incendie. Ainsi, une zone bien définie se dessine entre Thio et Yaté n'ayant rencontré aucune perturbation incendie depuis le début des bilans.

3.1.2.2.3. Densité des incendies 2019 pondérés par leurs superficies à partir des données VIIRS.

3.1.2.2.3.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, les centroïdes des surfaces brûlées détectées par le satellite VIIRS en 2019 ont été utilisés. La méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été appliquée. Les mêmes seuils de discrétisation appliqués pour la carte de l'historique 2012-2018 ont été choisis afin de pouvoir comparer les deux cartes (Figure 32 et Figure 33).

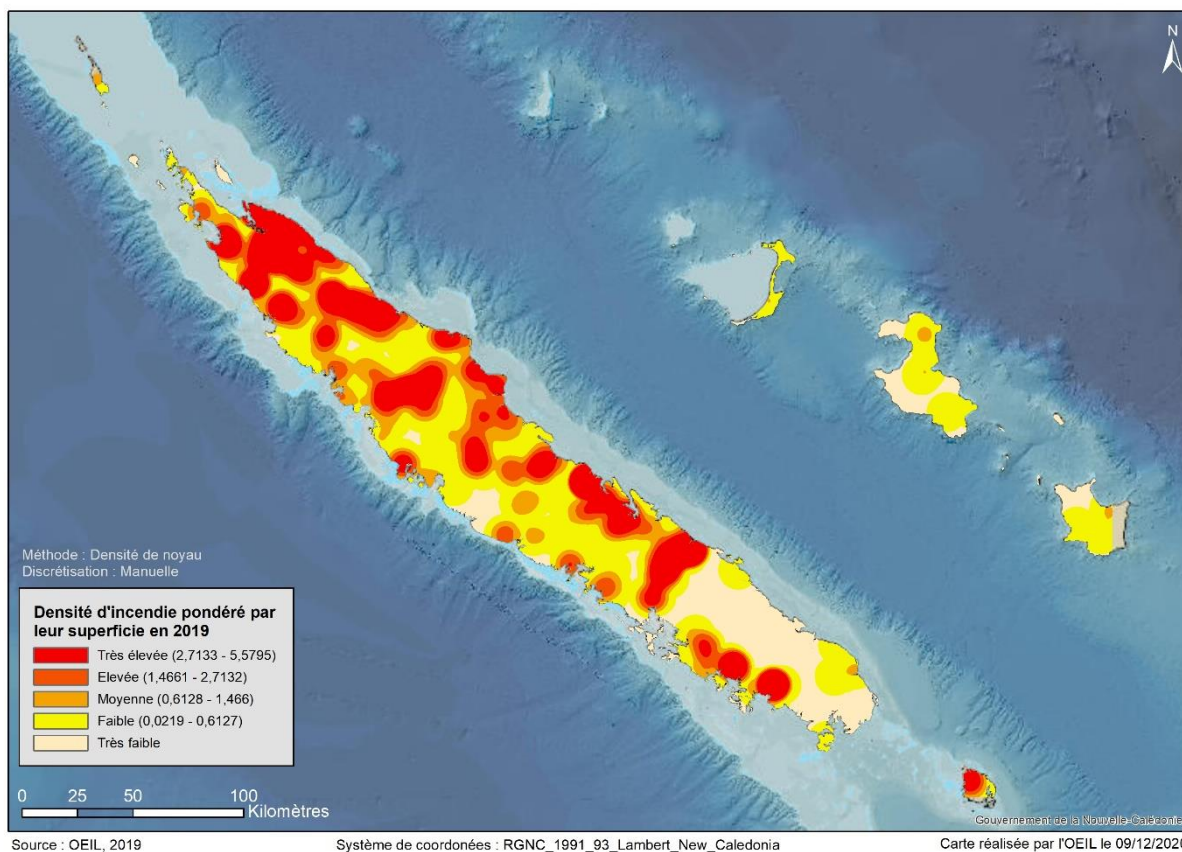


Figure 33: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.2.3.2. Résultats

Globalement, l'année 2019 présente plus de régions impactées par une densité élevée d'incendies de grandes superficies par rapport à l'historique 2012-2018. Les zones qui étaient définies comme ayant une densité moyenne élevée entre 2012 et 2018 sur la Figure 34, ont une densité élevée à très élevée sur l'année 2019, ce qui montre bien la sévérité du phénomène pour cette année avec particulièrement la partie Nord de la Grande Terre et une grande partie du littoral Est. On retrouve les mêmes zones que la moyenne de 2012-2018, avec une plus forte intensité. Sur ces régions, le constat est que celles-ci correspondent avec les résultats précédents sur les communes en partie 3.1.1.3 avec notamment Ouégoa, Pouébo, Hienghène, Koné mais également un axe bien visible dans la partie sud de la Grande Terre entre Bouloupari et Thio, appuyé par une zone de très forte densité autour de l'axe routier qui les lie.

Pour les communes de Koumac et de Thio, le capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP avait détecté trois incendies chacun ayant une superficie supérieure à 200 ha. Pour Ouégoa, deux incendies de plus de 500 hectares avaient été observés.

3.1.2.2.4. Comparaison de la densité des incendies 2019 pondérés par leur superficie en fonction de la moyenne 2012-2018 à partir des données VIIRS.

3.1.2.2.4.1. Méthode

Afin de représenter les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées en 2019 par rapport à l'historique 2012-2018, l'outil calculatrice raster du logiciel ArcGIS a été utilisé. Le raster représentant la densité moyenne des incendies pondérés par leurs tailles sur la période 2012-2018 a donc été soustrait au raster représentant la densité d'incendies pondérés par leurs tailles en 2019. Le résultat de cette opération est présenté dans la Figure 34.

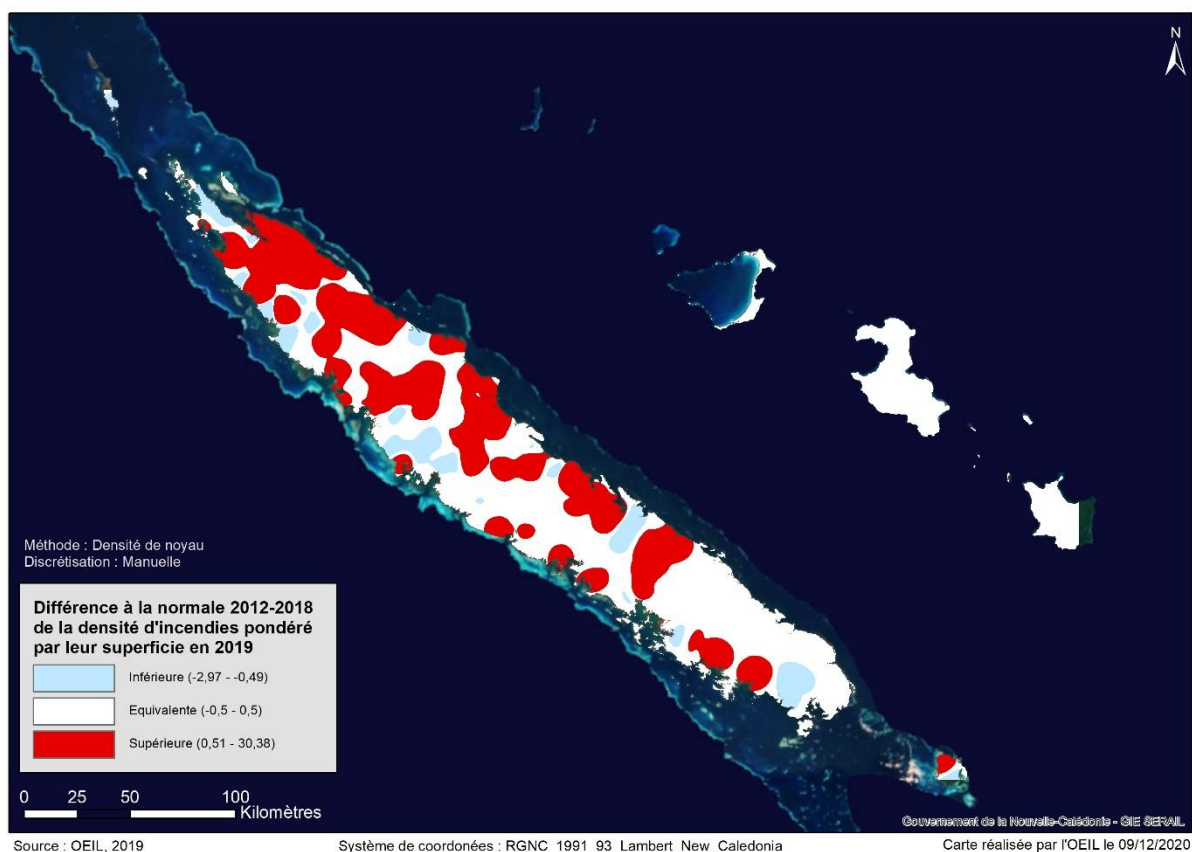


Figure 34: Carte de la différence à la normale 2012-2018 de la densité d'incendie pondéré par leur superficie en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.2.4.2. Résultats

La Figure 34 montre bien que les résultats sont similaires à ce que nous avons constatés précédemment avec la Figure 33. Les zones ayant le plus brûlées en termes de superficie en 2019 par rapport à 2012-2018, sont essentiellement concentrées sur le Nord de la Grand Terre avec une quasi-continuité sur le littoral Est, des valeurs plus élevées pour la côte Ouest entre Koné et Koumac, avec un axe Bouloupari-Thio qui reste bien visible. On recense les cinq plus gros incendies de 2019 dans les communes de Ouégoa, qui en comptabilise deux, Mont-Dore, avec la Montagne des Sources, Thio, Koumac et Kouaoua.

En effet, la région de Thio cumule près de 4 798 hectares brûlés en 2019 pour une moyenne de 56 hectares par an entre 2012 et 2018 (écart-type = 123). On peut faire référence notamment à l'incendie de la forêt de Saille.

3.1.2.2.5. Densité des incendies 2019 pondérés par leurs superficies à partir des données Sentinel.

3.1.2.2.5.1. Méthode

Ici, pour déterminer les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, les centroïdes des surfaces brûlées détectées par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2019 ont été utilisés. La méthode de calcul de densité de noyau a ensuite été appliquée.

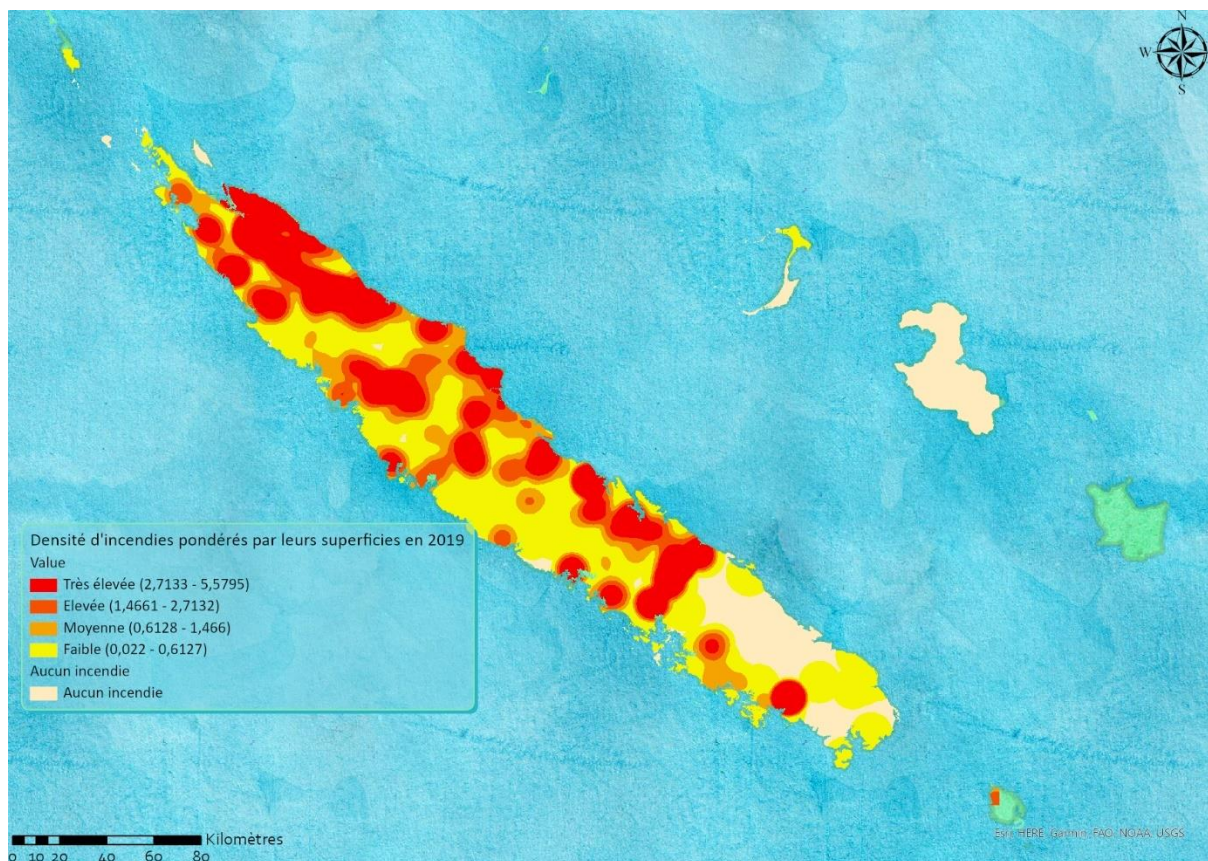


Figure 35 : Carte de la densité d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)

3.1.2.2.5.2. Résultats

Comme indiqué sur la Figure 35, les densités « très élevées » d'incendies de grandes superficies sont observées à Ouégoa, Hienghène et Thio en lien avec les incendies importants survenus dans ces zones. En effet à Hienghène ce sont, d'après les données Sentinel, 6 335 hectares qui sont partis en fumée. Dans la région de Ouégoa, 11 560 hectares ont été ravagés tandis que vers Thio, ce sont 4 837 hectares qui ont été incendiés. Des densités « élevées » et « moyennes » se localisent aussi au niveau de Koné, de Kouaoua et du Mont-Dore. Enfin, des îlots de densités « moyennes » d'incendies de grandes superficies sont réparties sur quelques zones comme Canala, au sud de Poum, à Koumac et au Mont-Dore.

Ces résultats se confirment au niveau des statistiques par commune sur le Tableau 19. En considérant la moyenne, Ouégoa reste en première position, mais en comparaison avec le Tableau 18, Koné et Pouébo remontent en seconde et troisième position devant Hienghène, ce qui signifie que ces deux communes ont dû être impactées par des incendies d'une taille plus importante.

En moyenne, les communes de la côte Est ont une densité d'incendies pondérés par leur superficie bien plus élevée que pour celles de la côte Ouest dans le Tableau 20, malgré que la côte Est comprend également la région de la côte Oubliée avec une densité très faible, voire quasi nulle.

Thio reste la commune ayant une densité moyenne d'incendies pondérés par leur taille la plus élevée parmi les communes de la Province Sud, en cinquième position dans le Tableau 19, avec des incendies qui semblent se concentrer en majorité sur l'axe Boulouparis-Thio comme on peut l'observer sur la Figure 36.

Tableau 19: Statistiques sur la densité d'incendies pondérés par leur taille sur Sentinel par commune

Commune	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
OUEGOA	0,00	54,85	14,58	12,35
KONE	0,01	17,57	6,42	4,93
POUEBO	0,36	19,38	6,14	4,57
HIENGHENE	0,00	23,66	5,81	6,07
THIO	0,00	34,18	4,55	7,79
KOUMAC	0,00	41,16	4,52	5,44
KOUAOUA	0,06	18,89	3,83	4,46
CANALA	0,00	10,25	3,30	2,63
TOUHO	0,01	7,02	2,42	1,84
MONT-DORE	0,00	20,33	2,35	5,02
HOUAILOU	0,03	17,92	2,24	2,90
KAALA GOMEN	0,00	10,08	1,99	2,00
POINDIMIE	0,07	10,90	1,93	1,48
ILE DES PINS	0,22	2,10	1,74	0,35
BOULOUPARI	0,00	25,86	1,73	3,10
POYA	0,01	7,59	1,64	1,82
PONERIHOUEN	0,09	5,77	1,57	1,32
POUM	0,00	10,77	1,37	1,50
POUEMBOUT	0,00	8,93	1,27	1,53
LA_FOA	0,00	4,83	1,22	1,19
VOH	0,01	10,54	1,10	1,15
MOINDOU	0,00	6,35	1,08	1,74
DUMBEA	0,00	14,64	0,81	2,09
PAITA	0,00	3,37	0,72	0,82
SARRAMEA	0,05	1,34	0,48	0,22
BOURAIL	0,00	2,07	0,43	0,47
FARINO	0,00	3,81	0,43	0,60
NOUMEA	0,00	0,78	0,28	0,22
BELEP	0,00	0,19	0,10	0,07
YATE	0,00	9,60	0,09	0,48
OUVEA	0,00	0,05	0,01	0,02
LIFOU	0,00	0,00	0,00	0,00

Tableau 20: Statistiques de la densité du nombre d'incendies 2019 pondérés par leur taille sur Sentinel 2019 pour les deux côtes principales de la Grande Terre

Zone	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Cote Est	0,00	54,85	3,85	6,61
Côte Ouest	0,00	41,16	1,75	3,02

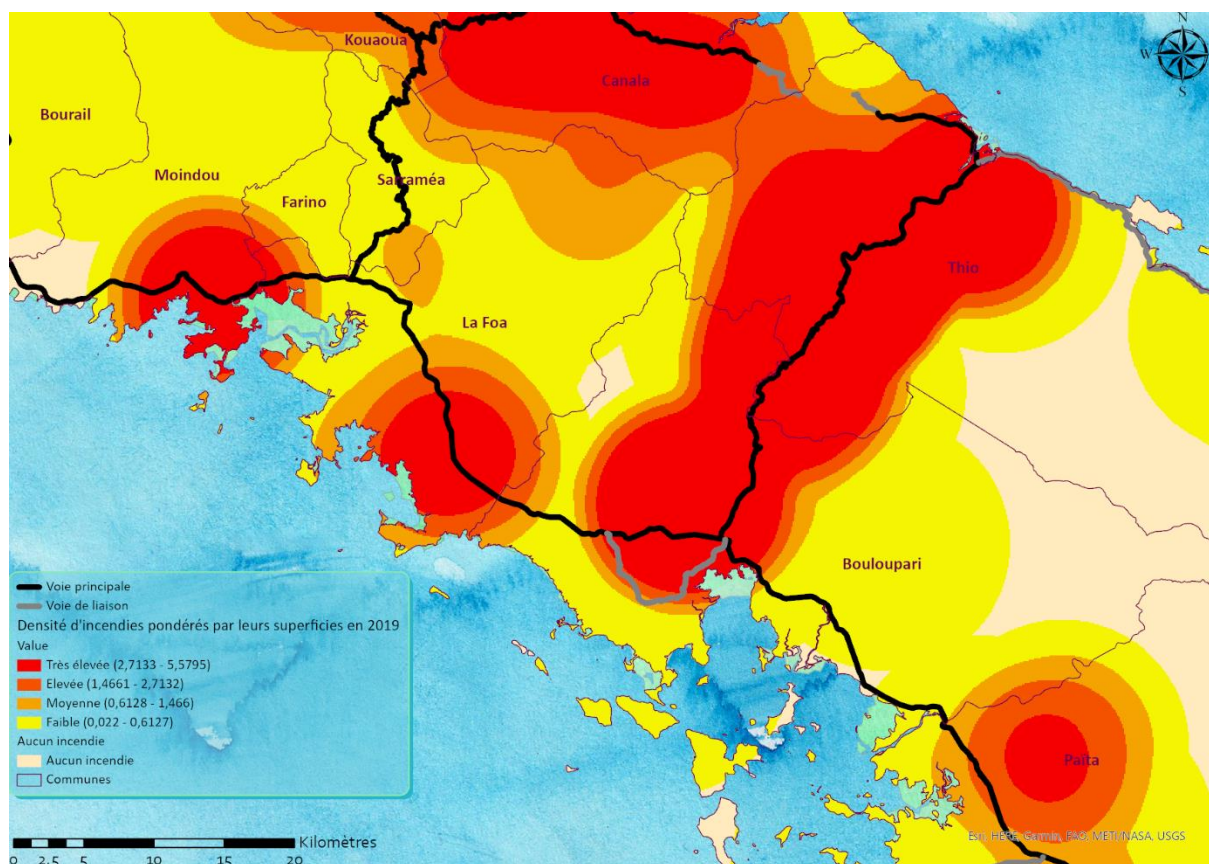


Figure 36: Carte de la densité d'incendies en 2019 de Sentinel pondérés par leur superficie en superposition avec le réseau routier sur la zone de Thio et Boulouparis

3.1.3. Répartition des incendies vis-à-vis du substrat.

3.1.3.1. Informations

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

Les roches ultramafiques sont très présentes en Nouvelle-Calédonie, elles occupent près du tiers de l'archipel et leurs caractéristiques minéralogiques procurent aux sols des

propriétés édaphiques particulières, permettant d'une végétation spécifique¹⁸. En effet, ces sols marqués par une faible fertilité et une concentration importante en métaux (manganèse, fer, chrome, nickel ou encore cobalt) leurs confèrent une flore quasiment entièrement endémique, à 96,7%⁴⁶. L'habilité de ces espèces à s'établir sur ce type de sol repose sur divers prérequis physiologiques tels que l'hyperaccumulation d'éléments métalliques, la sclérophylle ou encore les symbioses racinaires. Ainsi, les difficultés d'adaptation aux sols ultramafiques constituent une barrière contre les plantes néophytes, protégeant la Nouvelle-Calédonie de l'introduction de certaines espèces allochtones incapables de s'adapter¹⁹. Par ailleurs, ces sols sont caractérisés par des phénomènes érosifs très importants en raison des paramètres naturels (topographie, altération des substrats, régime des pluies, ...) mais aussi anthropiques tels que les feux de brousse, l'exploitation minière du Nickel. Les forêts sur sol ultramafique sont l'un des écosystèmes les plus riches, autant que celles sur sol acide, bien plus que celles sur sol calcaire et couvrent actuellement 1 200 km² du territoire²¹. En effet, dès lors que la végétation est altérée, les sols développés sur ce type de roches sont très sensibles à l'érosion notamment à l'érosion par ruissellement²⁰. De plus, les forêts sur substrat ultramafique est soumise de manière plus importante à la pression minière et ne couvrent que 28% des sols miniers.

Les terrains volcano-sédimentaires et autres types de substrats géologiques ne présentent quant à eux pas les mêmes caractéristiques que les sols. En effet, leurs caractéristiques minéralogiques fondamentalement différentes des roches ultramafiques engendrent un taux d'endémisme beaucoup moins important²¹. Les propriétés édaphiques de ces sols permettent une revégétalisation plus facile compte tenu notamment de concentrations faibles voire nulles en métaux. Ainsi, les impacts environnementaux engendrés à la suite d'un incendie sur sol volcano-sédimentaire peuvent présenter moins d'effets délétères.

A noter que la persistance de la signature spectrale des incendies va aussi être influencée par le type de sol. En effet, sur les sols ultramafiques la persistance du signal s'étend sur plusieurs mois due à la difficulté de reprise de la végétation. A contrario, les sols volcano-sédimentaires favorisent une repousse rapide de la végétation. De ce fait, la persistance du signal sur substrat volcano-sédimentaire est beaucoup moins importante

¹⁸ P.QUANTI, E.BOURDON et T.BECQUER (1997), *Minéralogie et contraintes édaphiques des sols « ferritique » dérivés de roches ultrabasiques en Nouvelle-Calédonie : relations entre constituants minéraux et disponibilité en certains éléments (Al,Fe,Si, Mg,Mn,Ni,Co,Cr,Cu,Zn et Mo) facilement solubles.*

¹⁹ IRD, Unité de recherche UMR AMAP, Botanique et modélisation de l'architecture des plantes et des végétations (2019), *Les sols ultramafiques*, <https://nouvelle-caledonie.ird.fr/recherche-et-missions/unites-de-recherche-en-nc/umr-123-ecologie-et-diversite-des-plantes-et-des-communautes-vegetales-gestion-de-l-herbier-nou-amar/les-sols-ultramafiques>

²⁰ S. Luçon, F. Marion, J.F. Niel, B. Pelletier (1997), *Réhabilitation des sites miniers sur roches ultramafiques en Nouvelle-Calédonie*

²¹ T. Jaffré, J.M. Veillon, J.C. Pintaud (1997), *Comparaison de la diversité floristique des forêts denses humides sur roches ultramafiques et sur substrats différents en Nouvelle-Calédonie*

puisque la végétation réduira le temps de visibilité des traces d'incendies par les capteurs des satellites²².

3.1.3.2. Partenaires

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

3.1.3.3. Résultats

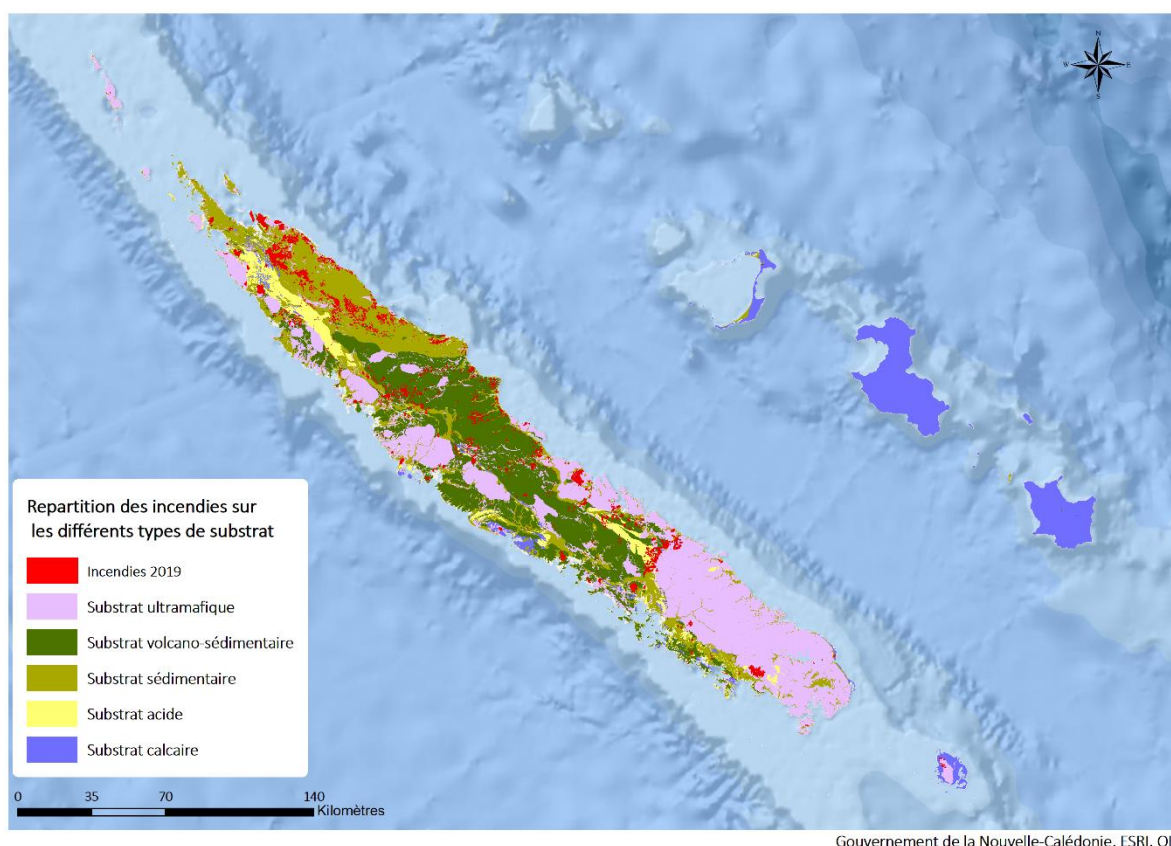


Figure 37: Carte de la répartition des incendies 2019 selon le type de substrat (Source : OEIL)

Tableau 21: Statistique des incendies sur les différents types de substrats (Source : OEIL)

Type de substrat	Surface totale (ha)	Nombre de feux par type de substrat	Surface incendiée (ha)	Pourcentage en fonction du nombre d'incendies total	Pourcentage en fonction de la surface incendiée totale

²² Luis (A-S) (2018), *Protocole de contrôle des détections de surfaces brûlées potentielles issues d'une chaîne de traitements d'images satellitaires haute résolution sur la Nouvelle-Calédonie*, INP Toulouse-ENSAT

Volcano-sédimentaire	478 568,76	734	12 714,09	51,58	25,93
Ultramafique	617 062,08	447	11 751,23	31,41	23,85
Sédimentaire	405 371,44	849	20 314,09	59,66	41,47
Acide	91 811,25	146	3 523,16	10,26	7,19
Calcaire	230 274,88	50	615,25	3,51	1,26

Comme montré dans le Tableau 21, les incendies se répartissent avec une plus grande proportion sur le **substrat sédimentaire**, soit **plus de 20 000 hectares** incendiés correspondant à plus de 40% de la superficie brûlée en Nouvelle-Calédonie. Les substrats volcano-sédimentaires et ultramafiques arrivent en seconde et troisième position, avec chacun plus de 10 000 hectares brûlés.

Le substrat sédimentaire se situe en grande partie sur la partie extrême Nord de la Grande Terre, une région qui a été relevée comme fortement impactée dans la partie 3.1.1. Ce résultat peut être mis en correspondance avec les échelons administratifs car ce type de substrat est essentiellement répartie sur l'aire coutumière Hot maa whaap dont 53% de son territoire se trouve sur sol sédimentaire. Ces résultats sont à lier avec ceux déjà mentionnés sur l'échelon communal, avec Ouégoa, Hienghène, et Pouébo, qui ont été déjà classées comme les communes les plus fortement impactées par les incendies en partie 3.1.1.3, et ayant plus de 75% de leurs territoires sur sol sédimentaire comme on peut l'observer sur la Figure 38.

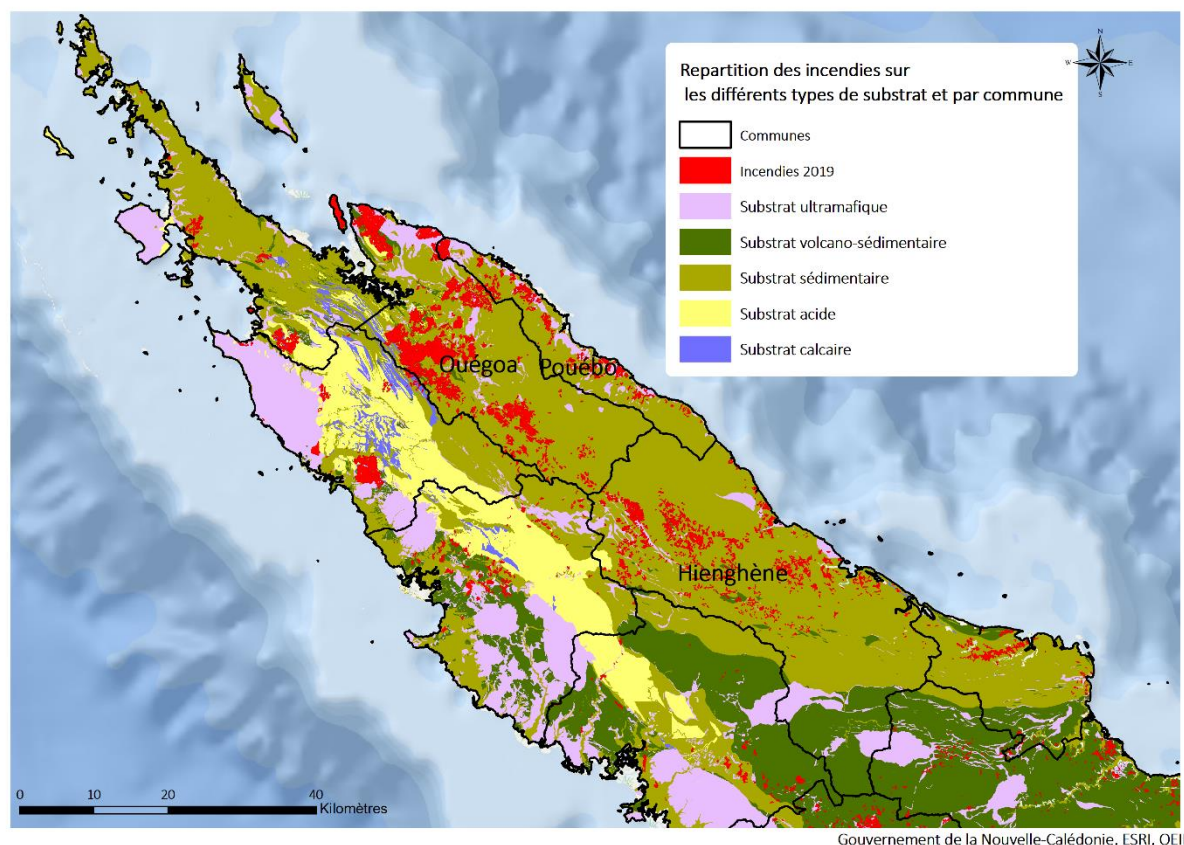


Figure 38: Répartition des incendies 2019 par type de substrat et par commune

3.1.3.4. Résultats selon la taille des incendies

La Figure 39 nous montre la superficie incendiée selon les différentes classes de taille d'incendies considérée dans la partie 3.1.1 en fonction de chaque grand type de substrat.

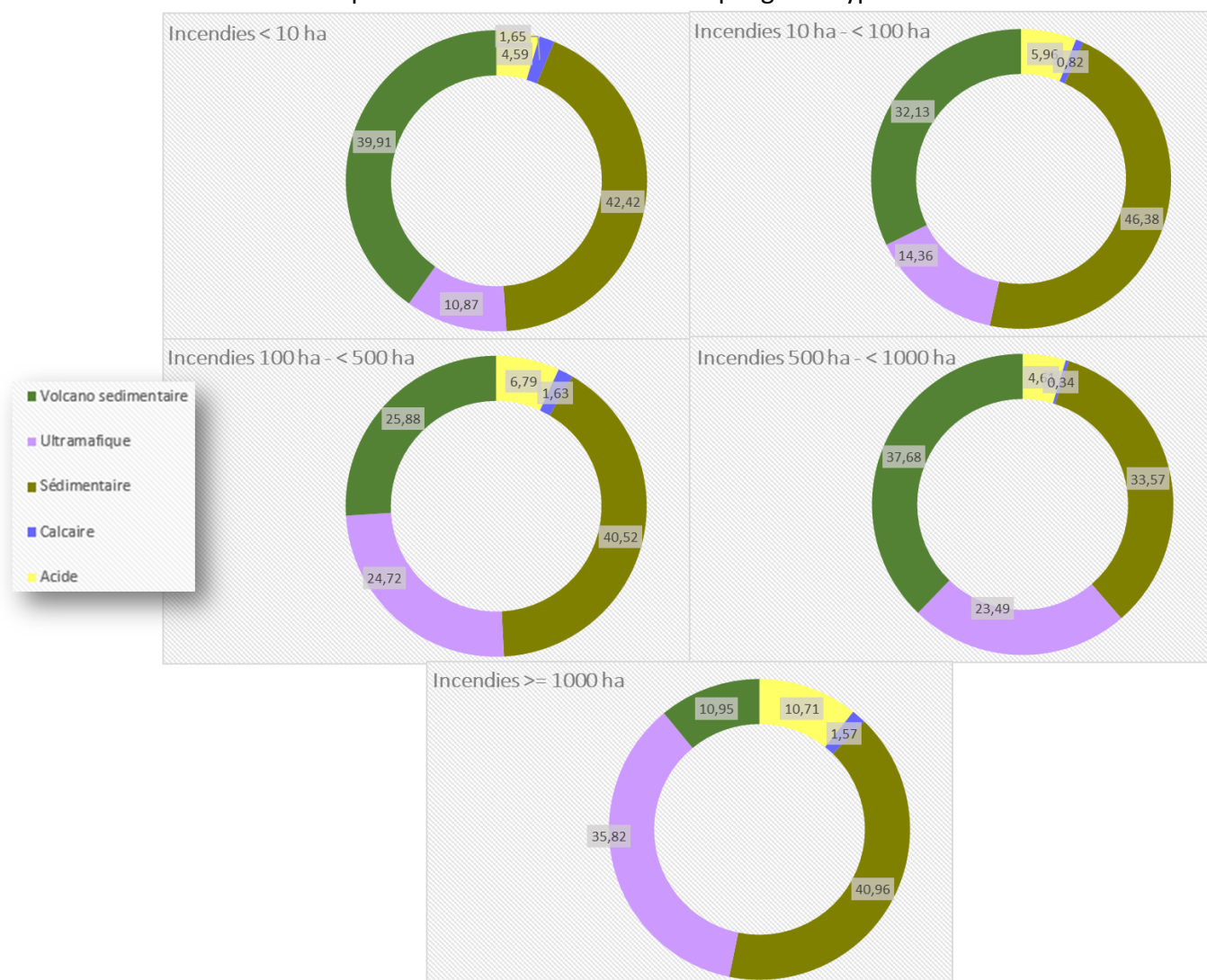


Figure 39: Répartition des incendies en fonction de leur superficie sur chaque substrat

La Figure 39 indique que le substrat sédimentaire présente la plus grande proportion en superficie incendiée (supérieure à 40 %) pour 4 des 5 classes considérées. Ce résultat correspond à celui vu précédemment en considérant l'ensemble des classes d'incendies par substrat (Tableau 16). Les incendies d'une taille comprise entre 500 à 1 000 hectares sont quant à eux principalement localisés sur sols volcano-sédimentaires, puisque près de 38 % de la superficie incendiée pour cette classe d'incendie se trouve sur sols volcano-sédimentaires. Le substrat ultramafique est davantage touché par des incendies de grande envergure. En effet, sa proportion est relativement faible pour les classes d'incendies de taille inférieure à 100 hectares (moins de 15%), puis augmentent pour les autres classes d'incendies, arrivant même en deuxième position pour la classe d'incendies remarquables (d'une taille égale ou

supérieure à 1000 hectares), avec plus de 35 % de la superficie incendiée pour cette classe d'incendie se trouve sur sols ultramafiques.

3.1.4. Répartition des incendies vis-à-vis de la topographie.

3.1.4.1. Informations

Dans cette partie du rapport, l'analyse portera sur la répartition des incendies de 2019 en fonction de la topographie en Nouvelle-Calédonie. Les données d'altitude sont issues du Modèle Numérique de Terrain (MNT) des terres émergées de la Nouvelle-Calédonie, à la résolution de 10 mètres, réalisée à partir des données topographiques de la base de données BD TOPO au 1/10 000^e de la Direction des Infrastructures, de la Topographie et des Transports Terrestres (DITTT) du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

C'est essentiellement sur la Grande Terre, l'île principale de la Nouvelle-Calédonie, que le relief est le plus souvent montagneux, avec un axe principal nommé la « Chaîne centrale » pouvant dépasser les 1000 mètres d'altitude dont certains monts culminant à plus de 1 500m tels que le Mont Panié ou encore le Mont Humboldt. Il est à noter qu'une grande majorité de la Nouvelle-Calédonie ne dépasse pas les 500m d'altitude, soit plus de 80% environ du territoire en se basant sur le MNT à 10 mètres. Les zones de basse altitude, inférieure à 150 mètres, sont localisées essentiellement sur les îles Loyauté, et concernant la Grande Terre, sur le littoral Ouest et la pointe Nord, avec des plaines côtières occupant des surfaces importantes, notamment lorsque les massifs montagneux qui les surplombent sont éloignés du littoral lagunaire caractérisée donc par une côte basse²³.

A partir des données du MNT à 10 mètres, une vectorisation a été réalisée sur 4 grandes classes d'altitude intitulées :

- Classe de « basses altitudes » (entre 0 et 150 mètres) ;
- Classe de « moyennes altitudes » (entre 150 et 500 mètres) ;
- Classe de « hautes altitudes » (entre 500 à 1000 mètres) ;
- Classe de « très hautes altitudes » (> 1000 mètres).

Pour compléter l'analyse, un second volet concernera la pente. Pour obtenir les données de pente, l'outil « Pente » d'ArcGIS est utilisée avec l'aide du MNT à 10 mètres²⁴. Celui-ci permet d'obtenir un raster de pente en pourcentage d'élévation. Afin d'utiliser des grandes classes de pentes, la méthode de discrétisation par quantile est utilisée²⁵. Les classes d'altitude obtenues sont les suivantes :

- Classe de pentes faibles (de 0 à 9%),
- Classe de pentes modérées (de 10 à 32%),
- Classe de pentes fortes (de 33% à 52%),
- Classe de pentes abruptes (supérieures ou égales à 53%).

²³ Atlas de la Nouvelle-Calédonie, IRD

²⁴ <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-slope-works.htm>

²⁵ Philippe Lahousse (2000), La discrétisation : un outil cartographique objectif ?

La Figure 44 montre ainsi la répartition de ces classes.

3.1.4.2. Partenaires

Ces données ont été obtenues par le biais du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, mettant à disposition le MNT à 10 mètres via son Géoportail, Geopre.

3.1.4.3. Résultats sur l'altitude

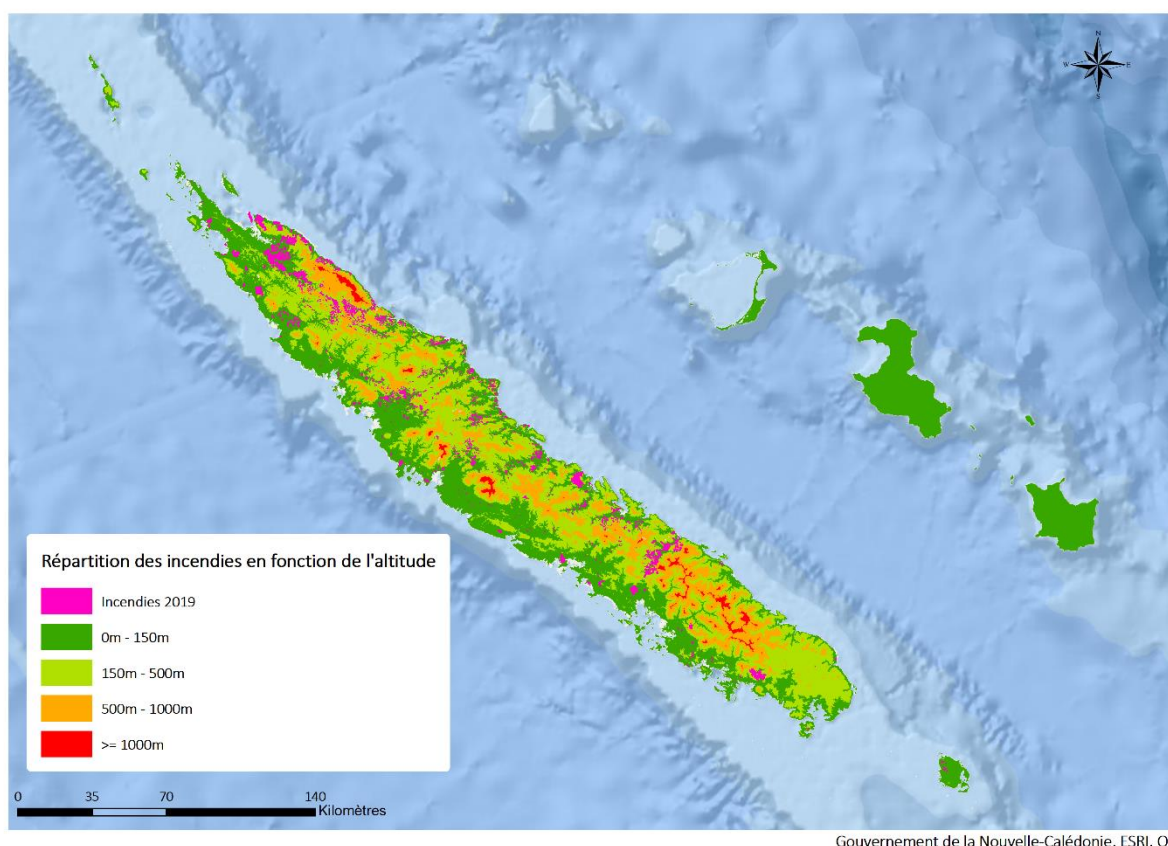


Figure 40: Carte de la répartition des incendies en 2019 en fonction de l'altitude

En considérant le nombre d'incendies de 2019, **plus de 90%** sont localisés sur des zones d'altitude **ne dépassant pas 500 mètres** comme l'indique la Figure 41. La classe d'altitude ayant une plus grande proportion est celle allant de 150 à 500 mètres.

En analysant la superficie incendiée, la répartition s'effectue essentiellement sur les classes d'altitude inférieures à 500 mètres, avec plus de 50% pour les zones de basses altitudes, inférieures à 150 mètres.

On peut souligner aucun incendie n'a touché les régions de très hautes altitudes culminant à plus de 1 000 mètres.

Tableau 22: Superficie brûlée et nombre d'incendies en 2019 par classe d'altitude

Classe d'altitude	Superficie (ha)	Nombre d'incendies	Superficie brûlée (ha)
-------------------	-----------------	--------------------	------------------------

0m - 150m	847 293,09	983	26 161,87
150m - 500m	681 127,56	1 018	20 735,06
500m - 1000m	268 393,33	168	1 958,92
>= 1000m	22 983,46	0	0,00

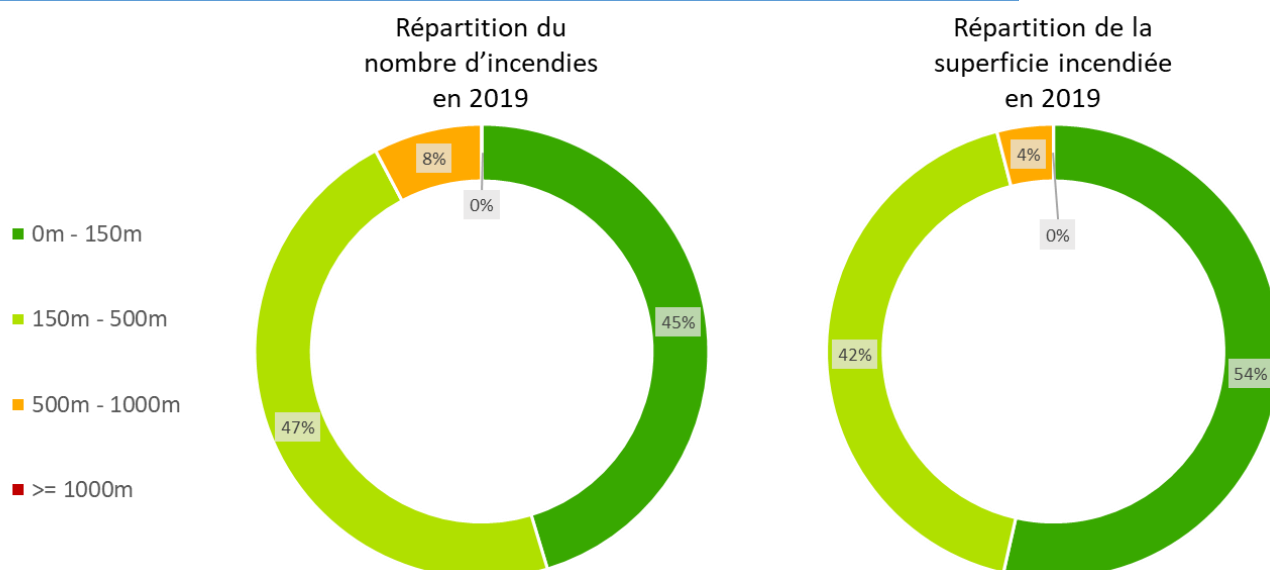


Figure 41: Répartition du nombre d'incendies et de la superficie incendiée en 2019 en fonction des classes d'altitude

Ces résultats sont en correspondance si l'on considère l'altitude moyenne de chaque incendie comme on peut l'observer à la Figure 42.

On constate que les incendies ayant une altitude moyenne inférieure à 20 m ont une plus grande proportion.

50% des incendies ont une altitude moyenne inférieure à environ 160 mètres. De plus, ce sont 90% des incendies qui ont une altitude moyenne inférieure à 400 mètres, et enfin aucun incendie ne dépasse les 950 mètres d'altitude.

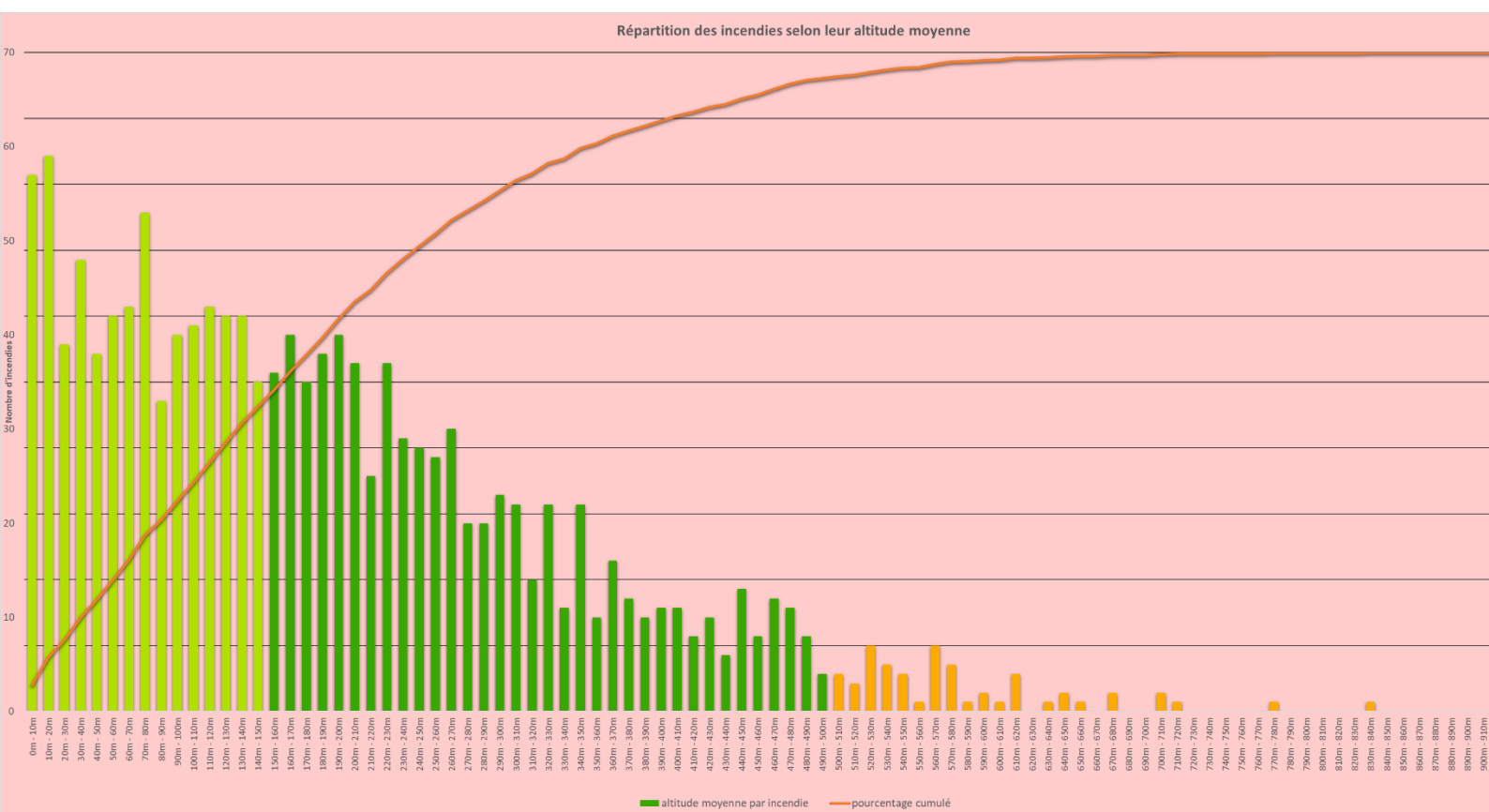


Figure 42: Répartition des incendies en fonction de leur altitude moyenne

L'incendie avec une altitude moyenne la plus haute est de 940 mètres environ se situe à Ouégoa d'une superficie de 4,45 hectares.

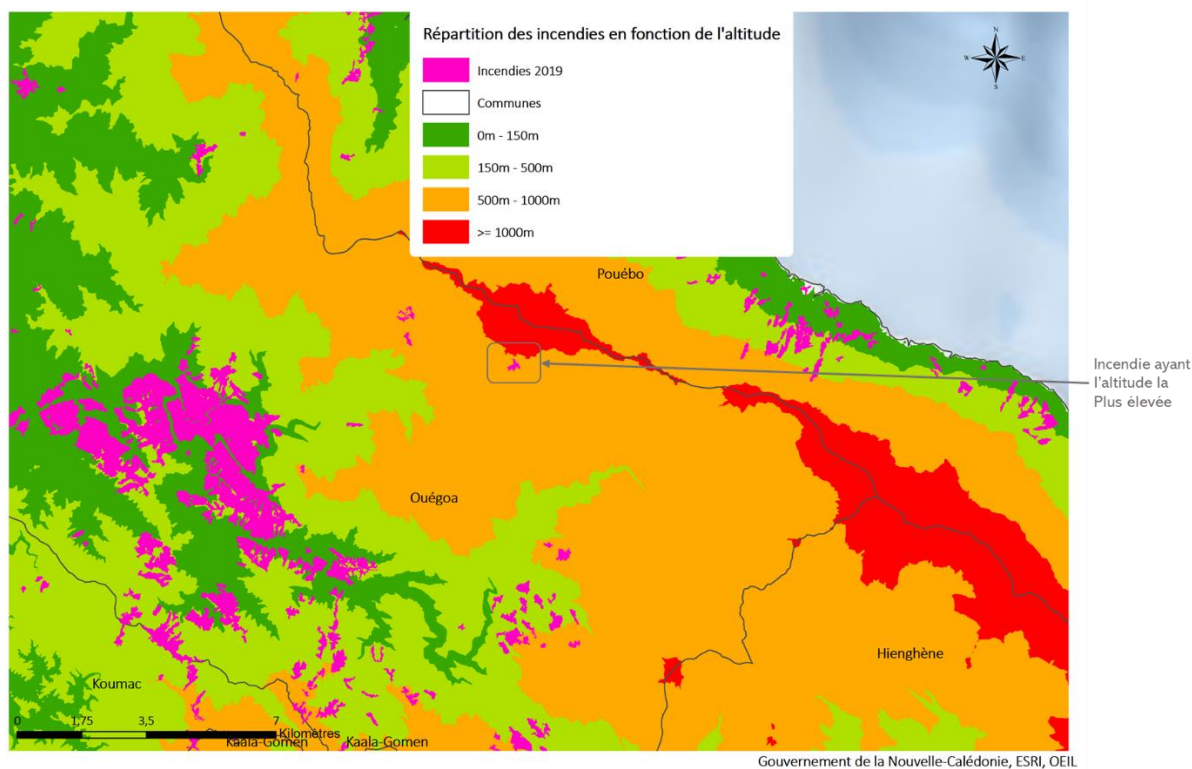


Figure 43: Incendie ayant l'altitude moyenne la plus élevée

En considérant la taille des incendies sur le Tableau 23, on constate que l'altitude moyenne pour les petits incendies inférieurs à 10 hectares varient bien plus que les autres catégories de feux, allant d'une altitude moyenne très basse de 1 mètre à des altitudes hautes dépassant les 900 mètres comme l'exemple sur la Figure 43. Concernant les incendies les plus conséquents, ils sont généralement localisés sur des altitudes peu à moyennement élevées, ne dépassant pas les 500 mètres.

Tableau 23: Altitude moyenne selon la taille des incendies 2019

Incendies par taille	Altitude moyenne la moins élevée	Altitude moyenne la plus élevée
Incendies > 1000 ha	69,13	324,13
Incendies entre 500 et 1000 ha	22,82	494,20
Incendies entre 100 et 500 ha	13,94	505,25
Incendies entre 10 et 100 ha	1,33	650,03
Incendies < 10 ha	1,00	943,62

3.1.4.4. Résultats sur la pente

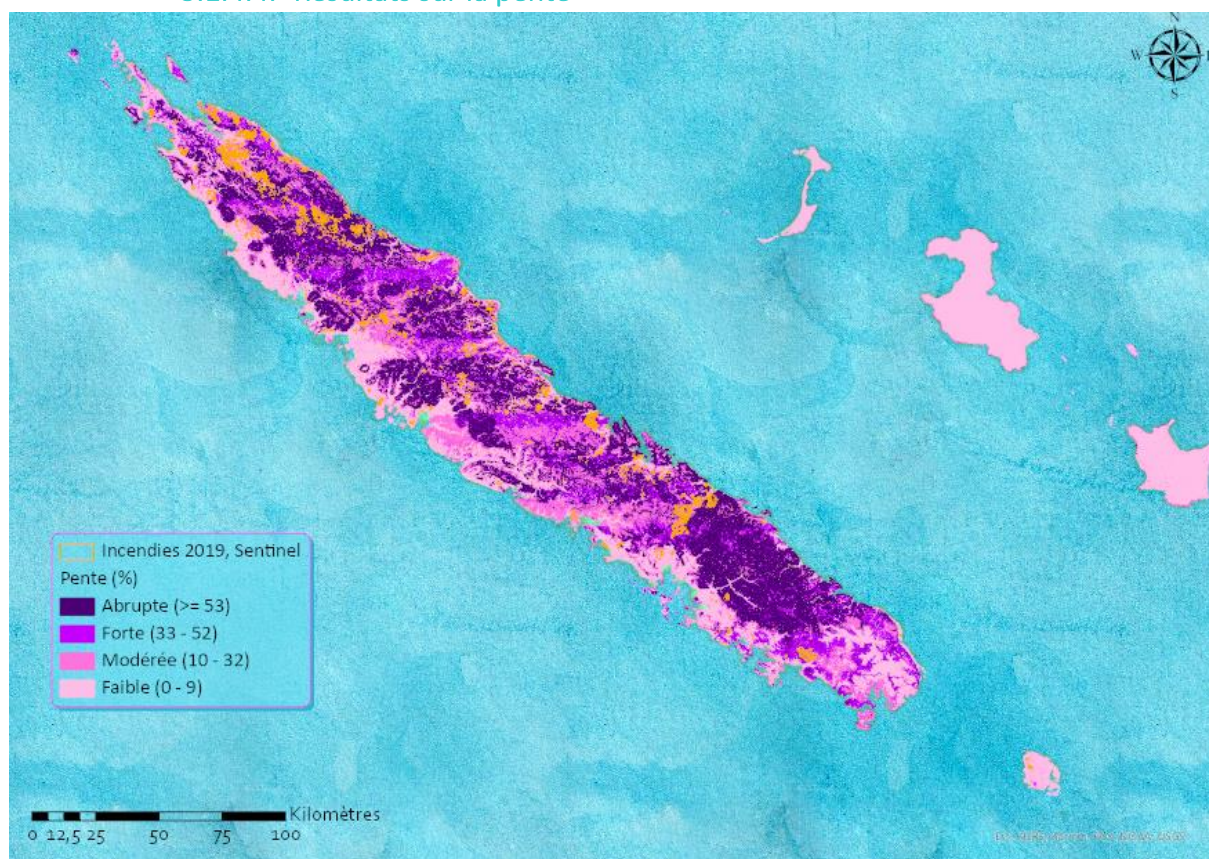


Figure 44: Répartition des incendies 2019 par rapport à la pente en Nouvelle-Calédonie

Les incendies 2019 sont répartis à plus de 80% sur chaque classe de pente. Cette répartition peut s'expliquer par la distribution relativement homogène de chaque classe de pente sur le territoire calédonien.

En considérant la superficie incendiée, elle se concentre avec une plus grande proportion sur les classes de pente modérée à forte, établie entre 10% à 52%, soit plus de 30 000 hectares de superficie incendiée.

Tableau 24: Superficie brûlée et nombre d'incendies 2019 par classe de pente

Classe de pente (%)	Superficie (ha)	Nombre d'incendies	Superficie brûlée (ha)	Pourcentage sur le nombre d'incendies de la Nouvelle-Calédonie	Part de la superficie incendiée de Nouvelle-Calédonie
Abrupte (≥ 53)	467 620,66	1180	11 259,09	83%	23%
Forte (33 - 52)	455 853,00	1 289	15 231,76	91%	31%
Modérée (10 – 32)	458 736,49	1350	16 151,86	95%	33%
Faible (≤ 9)	433 056,32	1 166	6 181,76	82%	13%

En tenant compte de la pente moyenne par incendie avec l'aide de la Figure 45, les résultats sont similaires à ceux évoqués précédemment. Près de 50% des incendies ont une pente moyenne modérément à fortement élevée entre 30% à 50%. 90% des incendies ont une pente inférieure à 50%. On constate tout de même une concentration plus importante des surfaces incendiées ayant une pente variant entre 30% à 60%.

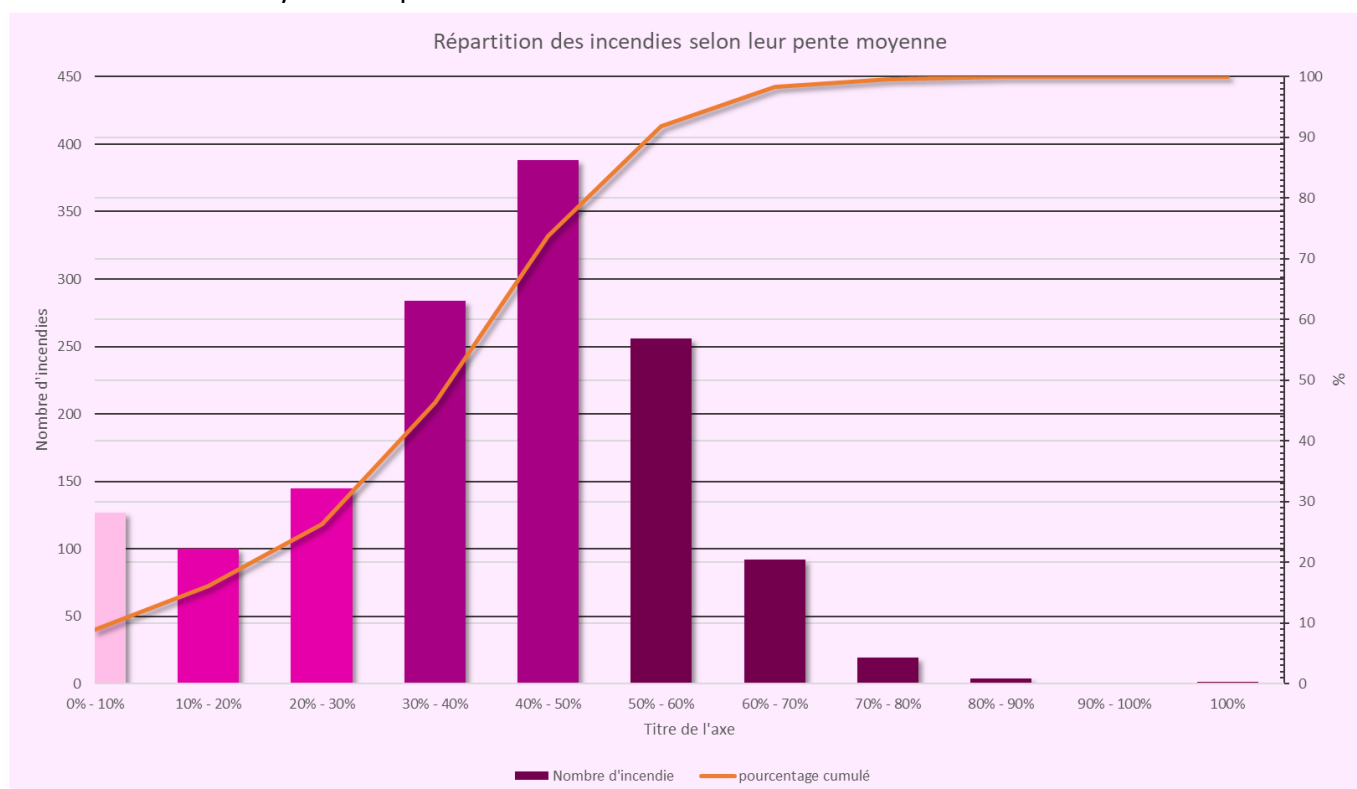


Figure 45: Répartition des incendies 2019 selon leur pente moyenne

Le Tableau 25 montre la répartition de la pente moyenne par incendies en tenant compte de la taille des incendies.

Plus la taille des incendies diminue, plus la pente moyenne varie. Ce sont les événements majeurs qui ont des pentes moyennes considérées comme modérément à fortement élevées, alors que les incendies de petite taille peuvent être répartis sur des zones avec des pentes faibles inférieures à 1% à des pentes abruptes à plus de 100%.

Tableau 25: Pente moyenne selon la taille des incendies

Incendies par taille	Pente moyenne la moins élevée (%)	Pente moyenne la plus élevée (%)
Incendies > 1000 ha	28,20	53,51
Incendies entre 500 et 1000 ha	11,75	59,42
Incendies entre 100 et 500 ha	1,84	62,39
Incendies entre 10 et 100 ha	0,63	101,11
Incendies < 10 ha	0,08	124,65

La Figure 46 tient compte des deux paramètres altitude moyenne et pente moyenne. La taille des bulles est proportionnelle à la superficie de chaque incendie.

On constate que la plupart des incendies sont répartis sur des zones de pentes modérément à fortement élevées ne dépassant pas généralement les 500 mètres d'altitude, notamment pour les événements majeurs dépassant les 1 000 hectares. Les incendies inférieurs à 100 hectares ont une dispersion plus importante concernant l'altitude et la pente.

Sur les zones à faible pente, inférieures à 20%, les incendies se concentrent généralement sur des zones de basse altitude ne dépassant pas 150 mètres, espaces correspondant en grande partie aux plaines côtières. Ces incendies sont pour la plupart inférieurs à 100 hectares avec tout de même quelques événements plus rares compris entre 500 à 1000 hectares.

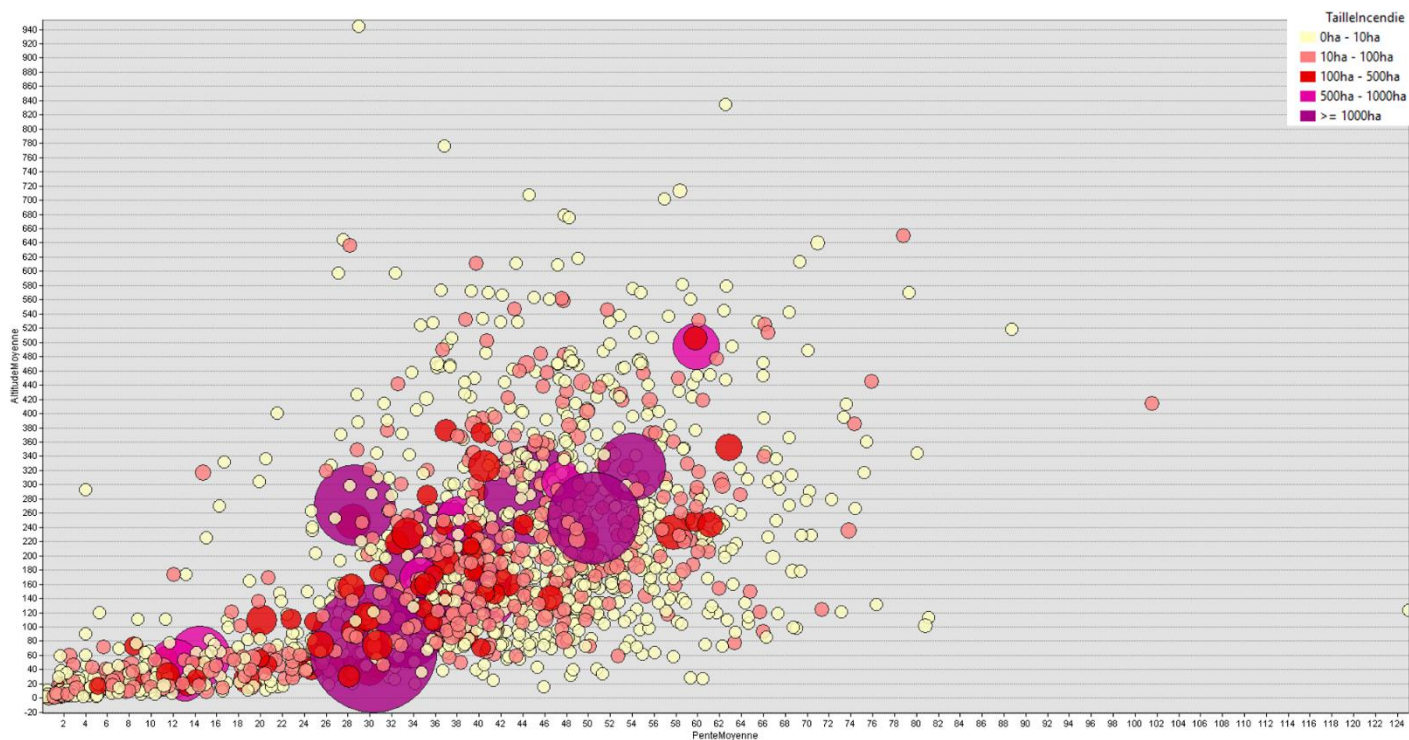


Figure 46: Répartition des incendies entre altitude moyenne et la pente moyenne

3.1.5. Distance entre incendies et sources potentielles

Dans cette partie, l'intérêt s'est porté sur l'étude de la proximité des incendies aux infrastructures humaines et à la foudre, pouvant potentiellement être à l'origine de ces événements. Cependant, 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.

3.1.5.1. Partenaires

Ces données ont été obtenues par le biais du gouvernement calédonien et celles sur la foudre ont été fournies par Météo Nouvelle-Calédonie, qui sont présentées dans le Tableau 2.

3.1.5.2. Distance entre incendies et constructions

3.1.5.2.1. Informations

Pour calculer la proximité entre les incendies et les constructions, l'outil proche²⁶ a été utilisé, il calcule la distance la plus proche, en ligne droite, entre les surfaces brûlées et les constructions. Les résultats sont classés par tranche de 0,5 kilomètre. L'ensemble des bâtiments de la couche EDI_CONSTRUCTION_S de la BDTOPO de la DITTT a été utilisé. La Figure 47 et la Figure 48 montrent les résultats de cette analyse.

3.1.5.2.2. Résultats

²⁶ Outil de traitement utilisé avec ArcGIS 10.6.1.

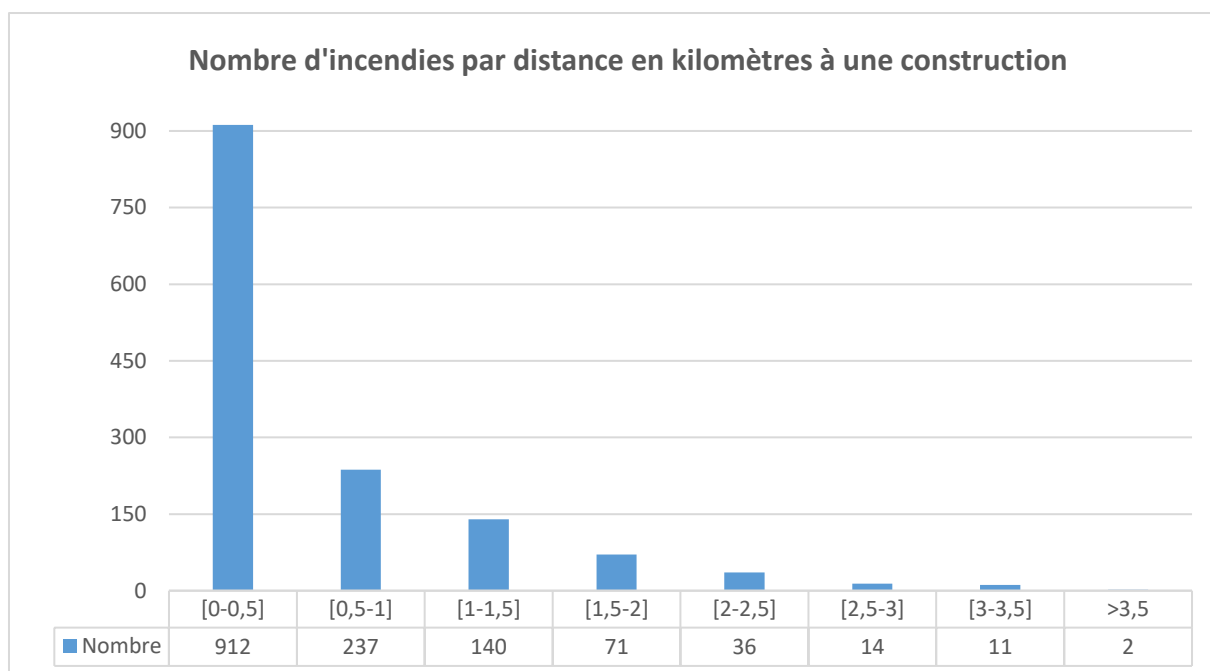


Figure 47 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2019

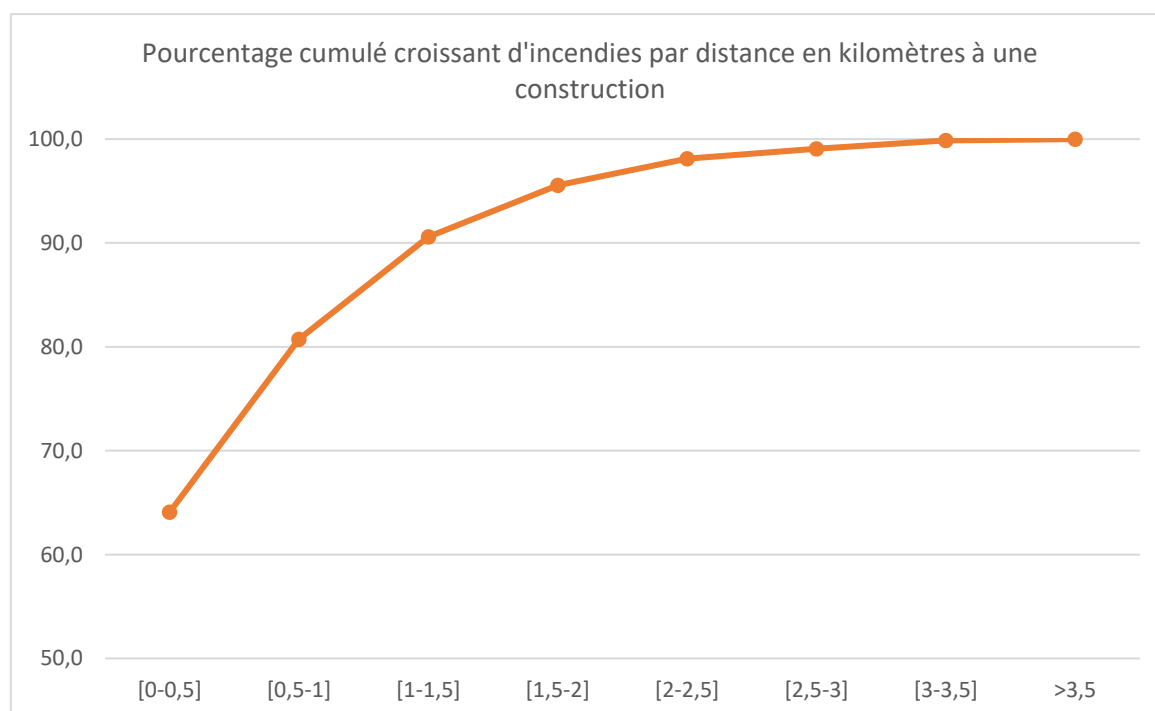


Figure 48: Pourcentage cumulé croissant d'incendies en 2019 par distance en kilomètres à une habitation.

L'analyse montre que **65%** des incendies sont situés à **moins de 0,5 kilomètre** d'une construction et **81%** à moins d'un kilomètre. A noter que la distance maximale est de 3,7 kilomètres, contre 3,8 kilomètres en 2018. On en déduit que plus on s'éloigne des infrastructures humaines et moins il y a d'incendies répertoriés.

En 2018, 59% des incendies se trouvaient à moins de 0,5 kilomètre d'une construction. En 2017, le constat était similaire, 70% des incendies étaient situés à moins de 0,5 kilomètre d'une construction et l'ensemble des incendies était localisé à un maximum de 4 kilomètres.

3.1.5.3. Distance entre incendies et voies d'accès

3.1.5.3.1. Informations

Pour calculer la proximité entre les incendies et les voiries, l'outil proche²⁷ a été utilisé, il calcule la distance la plus proche, en ligne droite, entre les surfaces brûlées et les voies d'accès. Les résultats sont classés par tranche de 0,5 kilomètre. Afin de prendre en compte les principaux axes routiers, la couche de voirie « VOI_VOIRIE_L » de la BDTOPO_NC a été utilisée. L'ensemble des éléments linéaires constituant les réseaux routiers et pédestres (ALPIETAM, AXPTCYCL, GUE, PASSEREL, AXEPISTE, SENTIER, AXNREV, AXREV) ont été conservés afin d'avoir une vision plus précise du possible impact de la proximité des constructions anthropiques sur les incendies (Tableau 26: Tableau descriptif des différentes classes de la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC). Les Figure 49 et Figure 50 dévoilent les résultats de l'étude sur la proximité des incendies 2019 avec les voies d'accès.

Tableau 26: Tableau descriptif des différentes classes de la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC

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

²⁷ Outil de traitement utilisé avec ArcGis 10.6.1

3.1.5.3.2. Résultats

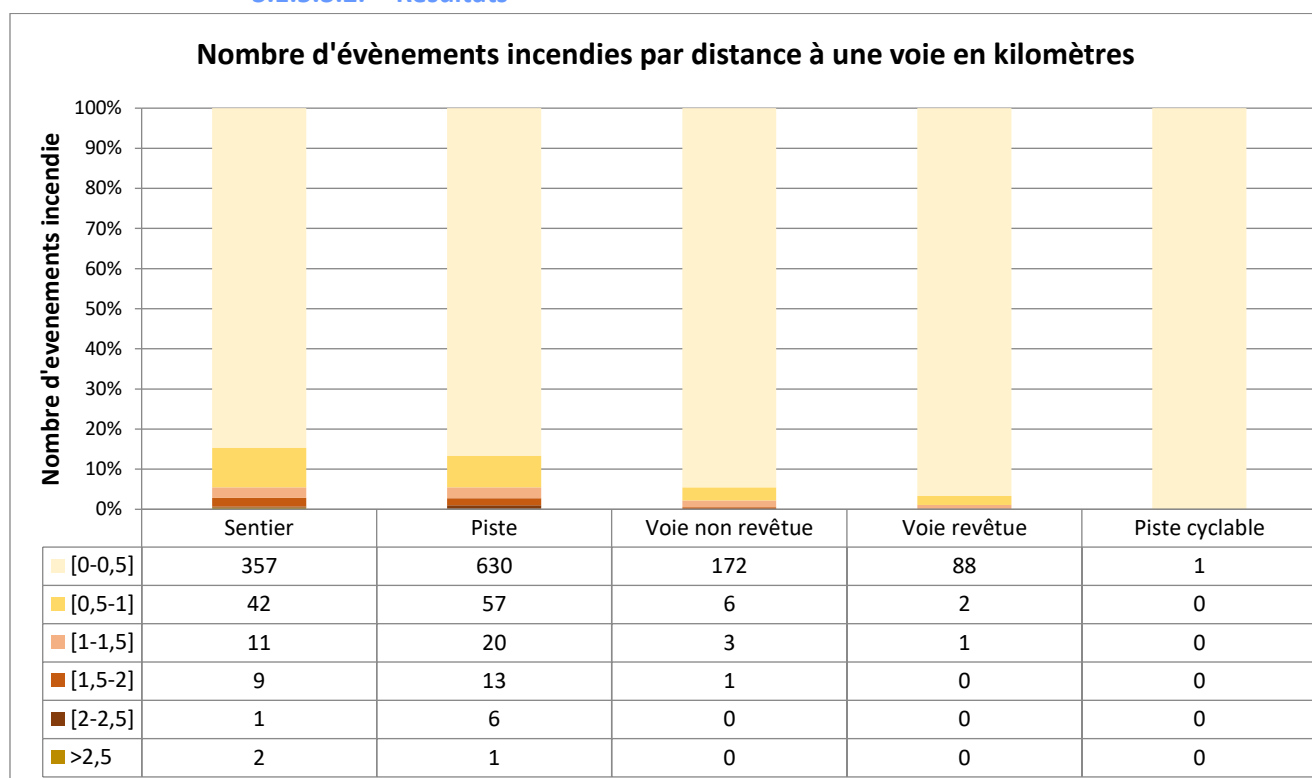


Figure 49 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2019

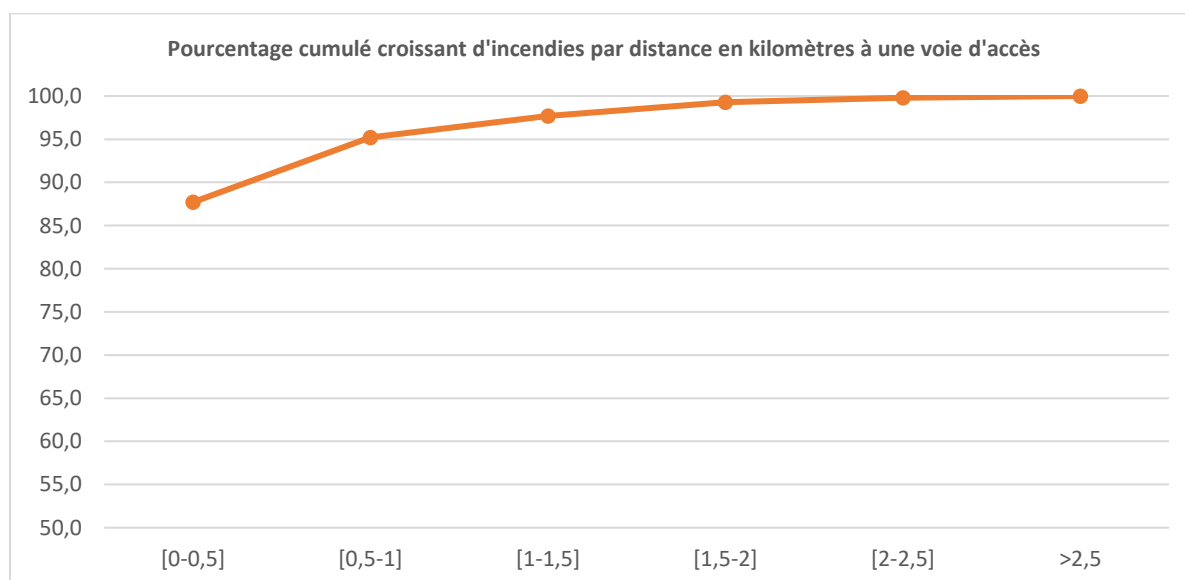


Figure 50 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une voie d'accès en 2019

La Figure 49 montre que les voies d'accès qui présentent le plus d'incendies situés entre 0 et 0,5 kilomètre sont les pistes avec 630 incendies détectés et les sentiers avec 357 incendies, soit 44% et 25% respectivement. Les voies revêtues et les voies non revêtues

présentent aussi une quantité importante d'incendies situés à moins de 0,5 kilomètre avec 88 et 172 incendies, soit 6,2% et 12% respectivement.

Globalement, **87%** des incendies sont situés à **moins de 0,5 kilomètre** d'une voie d'accès, et **95%** sont localisés à **moins d'un kilomètre**. Plus la distance aux routes est grande et plus le nombre d'incendies diminue.

En 2018, 90% des incendies étaient situés à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès et le nombre d'incendies régressait avec l'augmentation de la distance aux routes.

A noter qu'en 2019, tous les types de voies ne sont pas touchés par les incendies, contrairement à l'année 2018. En effet, aucun départ de feux n'est à signaler dans un périmètre proche d'un passage à gué, d'une passerelle ou d'une allée piétonne. Cependant, ces catégories sont souvent rares et ont une répartition relativement faible.

En 2018, la distance maximale séparant les feux d'une voie atteignait les 5 kilomètres. En 2019, les incendies restent dans une zone restreinte à moins de 3 kilomètres maximum. Le nombre de feux est donc plus élevé mais également plus proche des zones d'infrastructures humaines.

En considérant la taille des incendies avec l'aide du Tableau 27, on constate que tous les incendies supérieurs à 500 hectares sont tous à proximité d'une voie. La distance à la voirie peut varier énormément plutôt pour les incendies de moindre ampleur, et que les distances dépassant les 2km concernent essentiellement ceux d'une taille inférieure à 100 hectares.

Tableau 27: Distance maximale à la voirie en fonction de la taille des incendies

Incendies par taille	Distance minimale en fonction de la voirie (m)	Distance maximale en fonction de la voirie (m)
Incendies > 1000 ha	0	0
Incendies entre 500 et 1000 ha	0	0
Incendies entre 100 et 500 ha	0	580,87
Incendies entre 10 et 100 ha	0	2 335,84
Incendies < 10 ha	0	2 614,3

3.1.5.4. Distance entre incendies et impacts de foudre

3.1.5.4.1. Informations

Le développement de nuages verticaux de type cumulonimbus favorisent l'occurrence de la foudre, phénomène naturel atmosphérique caractérisé par une décharge électrique, dont les éclairs et le tonnerre sont la manifestation. La foudre pouvant être le déclencheur d'incendies, le but de cette étude est d'isoler les cas de départ de feux liés à un événement foudre.

Les données de foudres disponibles à partir de 2014 sont constituées à partir de cinq capteurs basses fréquences. Un logiciel « concentrateur » détermine la localisation des arcs électriques par triangulation. Sa précision est de 1 km au cœur du réseau de capteurs basse fréquence (Koumac, Koné, La Tontouta, Lifou et Maré) et peut aller jusqu'à 10 km hors de ce réseau. La couche d'information est constituée de points de localisation avec un demi petit axe et un demi grand axe qui sont définies sur une unité kilométrique et sont censés représenter les ellipses de précision de localisation. L'ellipse découle de l'utilisation de la « méthode des moindres carrés » qui permet au calculateur de traiter les mesures des capteurs et localiser les décharges. Cette méthode permet de minimiser les erreurs de mesures et d'aboutir à une position optimale. Les erreurs de mesure résiduelles déterminent l'erreur aléatoire théorique qui servent au calcul de l'ellipse.

D'après les travaux de Standsfield (1947), on peut estimer l'erreur aléatoire d'une localisation d'éclair avec une probabilité donnée, par une ellipse dont :

- Le $\frac{1}{2}$ grand axe représente l'erreur maximale théorique
- Le $\frac{1}{2}$ petit axe représente l'erreur minimale théorique
- L'orientation représente la direction de l'erreur maximale²⁸

Ces axes permettent ainsi de déterminer le secteur où la foudre a pu se produire.

L'analyse ne tient compte que des arcs électriques les plus précis aient un demi petit axe et un demi grand axe de 0,4 km. En considérant ces critères, il a été nécessaire à partir des points de localisation de créer une zone tampon de 0,4 km.

Ces zones tampons ont ensuite été croisées avec les données VIIRS, de 2014 à 2019. Les données VIIRS ont été préférentiellement choisies car elles recensent les feux actifs au moment de la détection. La date de détection correspond donc à un incendie actuel et non à la détection d'une surface brûlée, comme le fait Sentinel-2. Ainsi, la comparaison des dates associées aux deux données (celle de la foudre et du VIIRS) peut être effectuée sans trop d'erreur, bien que ce croisement doive tout de même être considéré avec précaution. En effet, ni la localisation des impacts de foudres, ni les données VIIRS ne sont précis dans l'espace. Pour rappel, le capteur VIIRS possède une résolution de 375 mètres.

Ensuite, les données foudre sont croisées avec celles de la DSCGR afin de confirmer ou non un départ de feu causé par la foudre.

Il faut tout de même rappeler que les impacts de foudre ont souvent lieu lorsque la couverture nuageuse est importante, or cette dernière fait partie des limites pour la détection des feux actifs par le capteur VIIRS. Il est donc possible qu'une partie des incendies liés à la foudre ne soient pas détectés lorsque les nuages sont souvent nombreux et qu'ils ne soient plus actifs lors du prochain passage du satellite.

²⁸ **Détecter la foudre en Nouvelle-Calédonie, Réseau, Mesures et Données**, Météo France Nouvelle-Calédonie, 2021 : <https://www.oel.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30485>

3.1.5.4.2. Résultats

La première analyse a été réalisée sur les données 2019. L'événement foudre et l'événement incendie (issu du VIIRS) les plus proches correspondent respectivement à un impact de foudre du 8 décembre 2019 et une surface potentiellement brûlée détectée par le VIIRS le 20 décembre 2019, soit une durée de 12 jours les séparant. Il est donc peu probable que cet impact de foudre ait pu être à l'origine de ce feu. En considérant les données de la DSCGR 2019, aucun feu n'a pu être relié à un impact de foudre, puisque les dates les plus proches présentent un écart de plus de 230 jours. Ainsi, on peut affirmer qu'en 2019 aucun départ de feu n'est dû à un impact de foudre.

Concernant le croisement de l'historique des points chauds (VIIRS) avec celui des données foudres sur la période 2014-2018, les dates les plus proches séparant les deux événements est de 6 jours, correspondant à un impact de foudre le 3 janvier 2014 pour un incendie déclaré le 9 janvier 2014 selon le VIIRS. La superficie brûlée est assez faible. Au vu de l'incertitude du croisement de ces données et de l'imprécision des résultats, nous ne pouvons affirmer que ces deux événements soient réellement liés. Concernant le reste du jeu de donnée, aucun lien n'a pu être effectué entre les départs de feux et la foudre.

Pour les données des incendies fournies par la DSCGR 2017 et 2018, l'écart entre les dates les plus proches séparant les deux événements est de 11 jours, avec un impact de foudre le 24 novembre 2018 pour une surface incendiée de la DSCGR remontée le 5 décembre 2018. Cet écart est trop important pour en conclure que la foudre est à l'origine de cet incendie. En conclusion, le constat global est que sur les données considérées, aucun lien n'a pu être établi entre les impacts de foudre et les incendies détectés. Cependant en tenant compte de l'imprécision de ces données, il est difficile d'affirmer de manière avérée qu'il n'y a aucune relation entre la foudre et les incendies.

Tableau 28: Impacts de foudre et données incendies VIIRS et DSCGR: Différence temporelle la plus courte

Date de l'impact	Intensité (kA)	Grand axe (km)	Petit axe (km)	Superficie de l'incendie (ha)	Date de l'incendie	Différence en jour	Source incendie
08/12/2019 13:41	-15,4	0,4	0,4	16,45	20/12/2019 00:24	12	VIIRS
24/11/2018 13:04	-13,3	0,4	0,4	1 104,37	05/12/2018	11	DSCGR
03/01/2014 14:16	-19	0,4	0,4	34,68	09/01/2014 00:33	6	VIIRS

3.2. Analyse temporelle

L'analyse temporelle des incendies qui suit a été produite à l'aide des données des satellites Terra et Aqua et du satellite SUOMI NPP. Les satellites Terra et Aqua disposent de la chronique de données la plus importante, à savoir 2001 à 2019, tandis que le satellite SUOMI NPP présente une chronique de données allant de 2012 à 2019. L'amplitude temporelle des

données satellites Terra et Aqua permet donc d'avoir une vision diachronique plus intéressante des incendies sur le territoire calédonien. Toutefois, leurs résolutions spatiales allant de 500m à 1 km, il semble intéressant de compléter ces données avec celles du satellite SUOMI NPP qui fournit depuis 2012, des informations à une résolution spatiale de 375 mètres. Cela permettra d'avoir une vision plus précise de l'évolution des incendies et de rendre compte des disparités entre les deux jeux de données.

3.2.1. Variabilité interannuelle des départs de feux

3.2.1.1. Informations

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

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

La Figure 51 met en avant le nombre total de surfaces brûlées en Nouvelle-Calédonie par année. Les données représentées sont issues de la chronique temporelle sur les incendies du satellite MODIS entre 2001 et 2019 ainsi que du capteur VIIRS du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2019.

3.2.1.2. Résultats

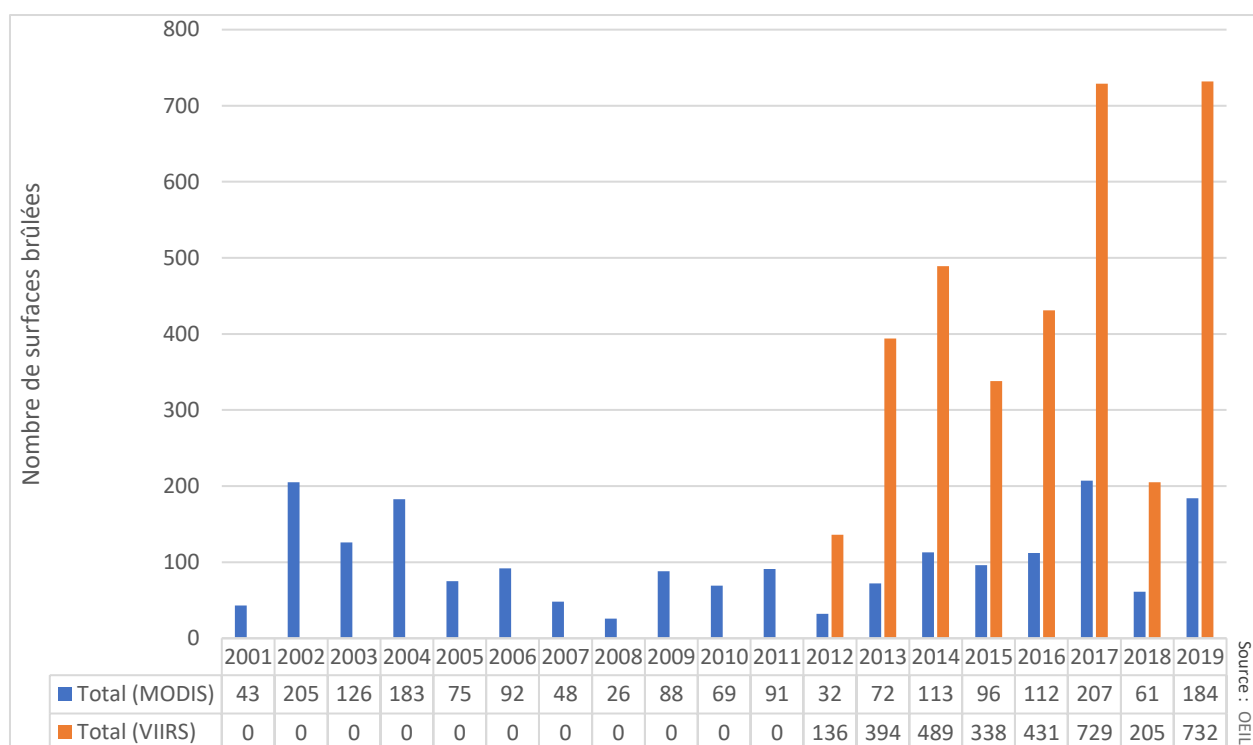


Figure 51: Comparaison du cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2019 et du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2019 pour la Nouvelle-Calédonie.

D'après les détections de MODIS, les années 2002 à 2004, 2014, 2016, 2017 et 2019 représentent les années où le plus grand nombre d'incendies ont sévi sur le territoire. Au cours de ces années, plus de cent incendies ont été détectés. L'année 2017 étant la plus importante, avec 207 surfaces brûlées captées par MODIS. Concernant l'année 2019, on constate qu'elle fait partie des années les plus dévastatrices. En effet, avec 184 surfaces incendiées, elle se classe comme la troisième année la plus importante en matière de nombre de surfaces brûlées détectées, derrière 2017 et 2002.

Les détections de SUOMI NPP montrent une similarité d'interprétation. Malgré une différence notable entre les deux jeux de données, les années 2014, 2017 et 2019 restent celles qui montrent le plus fort taux de surfaces brûlées. Le capteur VIIRS s'inscrit même dans un nombre record de feux en 2019, avec 732 surfaces brûlées détectées. De ce fait elle représente l'année la plus intense en matière de nombre d'incendies depuis 2012. L'année 2019 a été connue pour des conditions hydro climatiques favorable au déclenchement et la propagation des feux : 2019 a été enregistrée comme la cinquième année la plus sèche depuis 60 ans. En effet, cette année-là, la Nouvelle-Calédonie connaît un déficit hydrique moins élevé qu'en 2017 mais beaucoup plus long (8 mois, contre 3 mois en 2017)²⁹.

Elle devance ainsi l'année 2017, qui était, avant 2019, l'année la plus touchée par les incendies avec 729 surfaces brûlées.

L'année 2019 est divisée en deux phénomènes climatiques importants. La Nouvelle-Calédonie s'est d'abord soumise aux conditions d'El Nino, avant de retomber en « condition

²⁹ Téléchargement du bulletin climatique 2017 de Météo France : <http://www.meteo.nc/nouvelle-caledonie/climat/bulletins-climatiques>

neutre ». Dans la seconde partie de l'année, c'est sous l'influence du Dipôle de l'Océan Indien (IOD) que s'installent la sécheresse. S'arrêtant d'habitude aux côtes Australienne, la Nouvelle-Calédonie ne subit pas les masses sèches de ce phénomène.

Pour rappel, les capteurs de MODIS détectent peu d'incendies contrairement au capteur VIIRS de SUOMI NPP. Cette dissemblance dans les données est observable sur la Figure 51 avec une proportion moyenne d'écart entre les détections VIIRS et MODIS de 75%. On peut aussi souligner la très forte variabilité du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS depuis 2001.

3.2.2. Saisonnalité des surfaces brûlées

3.2.2.1. 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 Nino³⁰. Ce dernier provoque une réduction de la pluviométrie impliquant un état de sécheresse accru, augmentant notablement le risque d'inflammabilité du couvert végétal.

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

3.2.2.2. Résultats

3.2.2.2.1. Saisonnalité des surfaces brûlées sur l'année 2019

La Figure 52 représente la comparaison des cumuls mensuels du nombre d'incendies détectés par MODIS et SUOMI NPP sur l'année 2019 en Nouvelle-Calédonie.

³⁰ Des informations sur le phénomène El Nino sont disponibles sur le site de Météo France en cliquant sur les liens suivants : [El Nino](#) ou encore [informations supplémentaires](#)

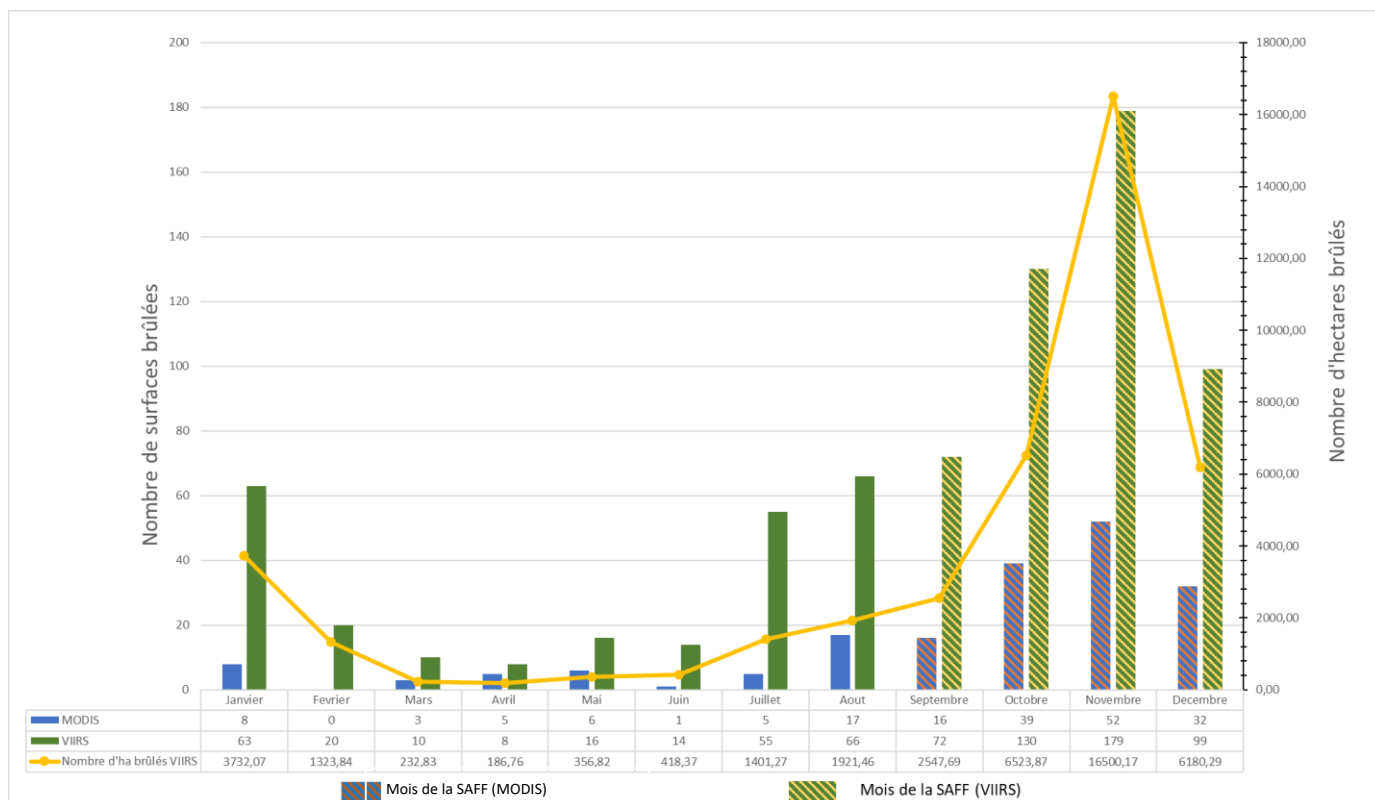


Figure 52: Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS et de SUOMI NPP en 2019 et évaluation moyenne des surfaces brûlées correspondantes selon VIIRS sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie (Source OEIL)

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

Plus précisément, ce sont les mois d'octobre et novembre qui présentent le plus de surfaces brûlées détectées, à l'image des incendies de Ouégoa, de Kouaoua, de Thio ou encore du Mont-Dore, qui s'étaient déclarés en novembre. **Le mois de novembre** a notamment été caractérisé par un déficit exceptionnel des précipitations, soit - 90% en moyenne sur le pays marqué par plusieurs vigilances de vent fort, selon le bulletin de Météo France du mois de novembre 2019. Ces conditions climatiques sont propices à l'émergence d'incendies car la végétation brûle plus facilement, du fait de sa sécheresse. *A contrario*, le mois de septembre représente le mois de la SAFF avec le plus faible nombre de surfaces incendiées avec 16 incendies détectés par MODIS et 72 détectés par VIIRS en 2019. Ces résultats sont assez proches des caractéristiques du mois d'août, qui est d'ailleurs un mois hors SAFF. Ceci pourrait s'expliquer par le fait que le mois de septembre 2019 a été marqué par des pluies abondantes, avec une dépression le 1^{er} septembre qui permet, pour Touho, de battre des records pluvieux sur 24 heures et pour Hienghène, d'enregistrer en 48 heures, près de 2 mois de précipitations habituelles³¹.

³¹ Téléchargement du bulletin climatique 2019 de Météo France [ici](#)

En considérant les données VIIRS, **une période assez creuse est visible donc entre février à juin avec moins de 20 incendies, et une augmentation observée à partir de juillet, dépassant également en superficie, les 1000 hectares.**

L'ensemble de ces conditions hydro-climatiques a influé sur le nombre d'hectares incendiés. Ainsi, novembre affiche 16 500 hectares partis en fumée soit 40% de la surface totale brûlée. Il est à rappeler que les surfaces incendiées mentionnées sont calculées à partir des données VIIRS et que, de ce fait, elles peuvent être surestimées.

3.2.2.2. Saisonnalité des surfaces brûlées sur différents historiques de données

La Figure 53 représente la comparaison des cumuls mensuels du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS entre 2001 et 2019 et par SUOMI NPP entre 2012 et 2019 en Nouvelle-Calédonie. De plus, l'évolution du nombre d'hectares brûlés selon les données VIIRS est aussi indiquée.

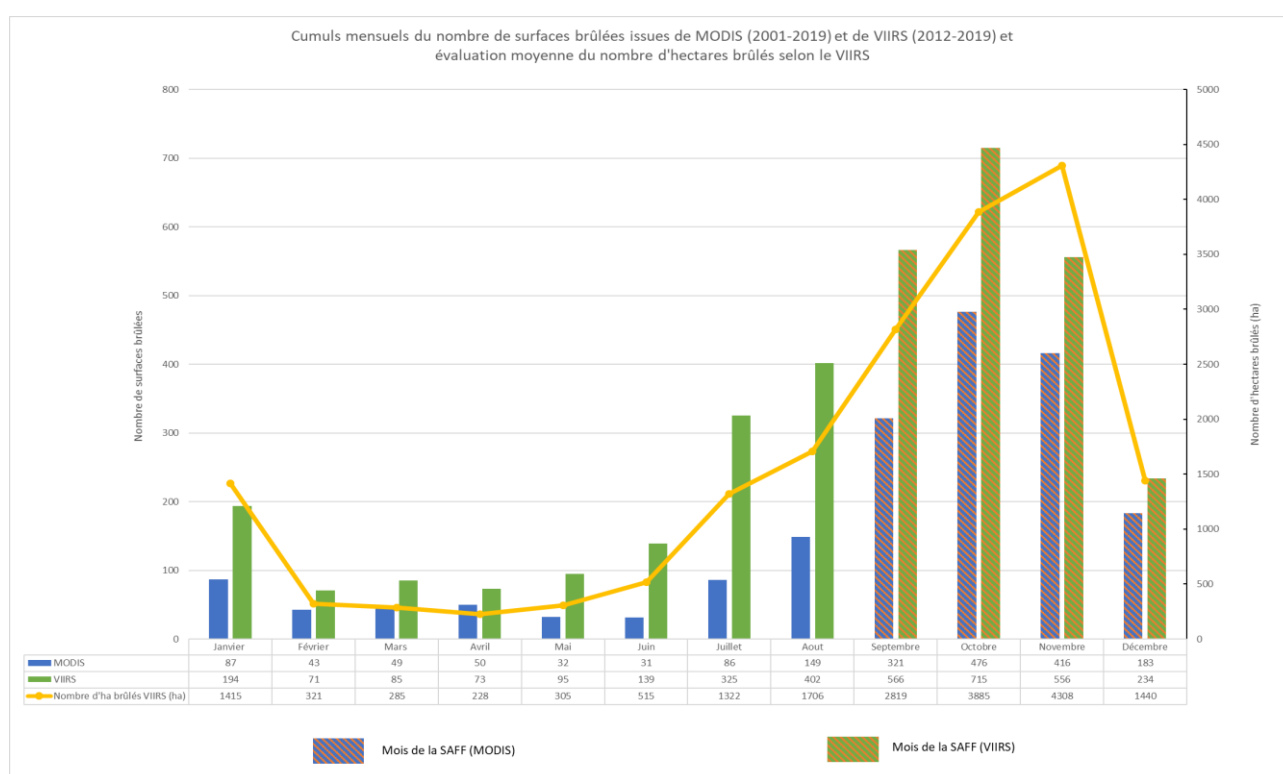


Figure 53 : Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS entre 2001 et 2019 et de SUOMI NPP entre 2012 et 2019 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et évaluation moyenne du nombre d'hectares brûlés selon le VIIRS

Les incendies ont principalement lieu en fin d'année à savoir entre septembre et octobre en regroupant 73% et 60% de l'ensemble des incendies détectées par MODIS et SUOMI NPP respectivement.

Concernant le nombre d'hectares brûlés par mois sur la période 2012-2019, une moyenne a été calculée pour chaque mois.

La période qui cumule le plus grand nombre d'incendies se situe aussi pendant la SAFF (septembre - décembre). Elle regroupe 67% du nombre total d'hectares brûlés. Les mois les plus calmes en termes d'hectares brûlés correspondent aux mois où peu d'incendies ont été détectés. Cette période **s'étend de février à juin**. À partir de **juillet**, le nombre de d'incendies et d'hectares incendiés augmentent pour atteindre un pic en octobre, avec des mois hors de la SAFF relativement importants pour juillet et août, notamment pour le VIIRS, où on constate une moyenne des incendies plus conséquente que le mois de décembre, et ces mêmes conditions peuvent s'étendre jusqu'au mois de janvier de l'année suivante

La Figure 54 représente les box-plots des observations du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS durant la période de la SAFF pour la période 2012 à 2019. Ce sont les mois de septembre et octobre qui présentent la plus forte disparité en nombre de surfaces brûlées par rapport aux mois de novembre et décembre. En effet, pour le mois de septembre, 50% des données VIIRS se situent entre 20 et 75 surfaces brûlées et pour le mois d'octobre, 50% des données se situent entre 46 et 115. A noter que le mois d'octobre représente le mois où la majorité des incendies sont détectés car la moyenne se situe à 89. La différence entre les données observées pour les mois de septembre et octobre est cohérente avec les conditions hydro-climatiques qui prévalaient au cours des différentes années durant ces mois-ci. Si on considère les principaux paramètres qui favorisent l'apparition et la propagation du feu à savoir la pluviométrie, le vent et la température, il devient plus aisé de comprendre l'alternance du nombre de feux détectés. Ainsi, pour le mois d'octobre, l'année 2012 a été caractérisée par une pluviométrie importante et des températures inférieures à la normale engendrant peu d'incendies sur le territoire. En 2013, le temps était globalement sec et les températures supérieures à la moyenne. De plus, le vent étant présent, l'ensemble des conditions favorisaient l'apparition et la propagation du feu. En 2014, la pluviométrie était relativement importante avec des températures sous la normale provoquant peu de départs de feux. En 2015, la sécheresse persistante et des alizées bien présents ont contribué aux 106 surfaces incendiées répertoriées. En 2016, malgré un temps très sec et des températures élevées, il y avait peu de vent participant sûrement au fait que moins de surfaces brûlées aient été détectées. En 2017, l'ensemble des conditions hydro-climatiques ont participé aux 186 surfaces incendiées répertoriées. En 2018, la pluviométrie étant majoritairement excédentaire sauf à l'ouest du territoire, peu d'incendies ont pu se déclencher. En 2019, malgré une phase neutre de l'ENSO, les précipitations ont été plutôt inférieures aux normales avec des vents d'alizé assez soutenu surtout en fin et début du mois, favorisant les 130 feux détectés³².

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

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

³² L'ensemble des bulletins climatiques de la Nouvelle-Calédonie sont téléchargeables [ici](#)

années. A noter que l'année 2019 fait partie des exceptions. Septembre étant le mois de la SAFF le moins touché par les incendies.

Le Tableau 29 présente la statistique descriptive des deux jeux de données présentés dans la Figure 54 avec une médiane et une moyenne plus élevée pour le mois d'octobre.

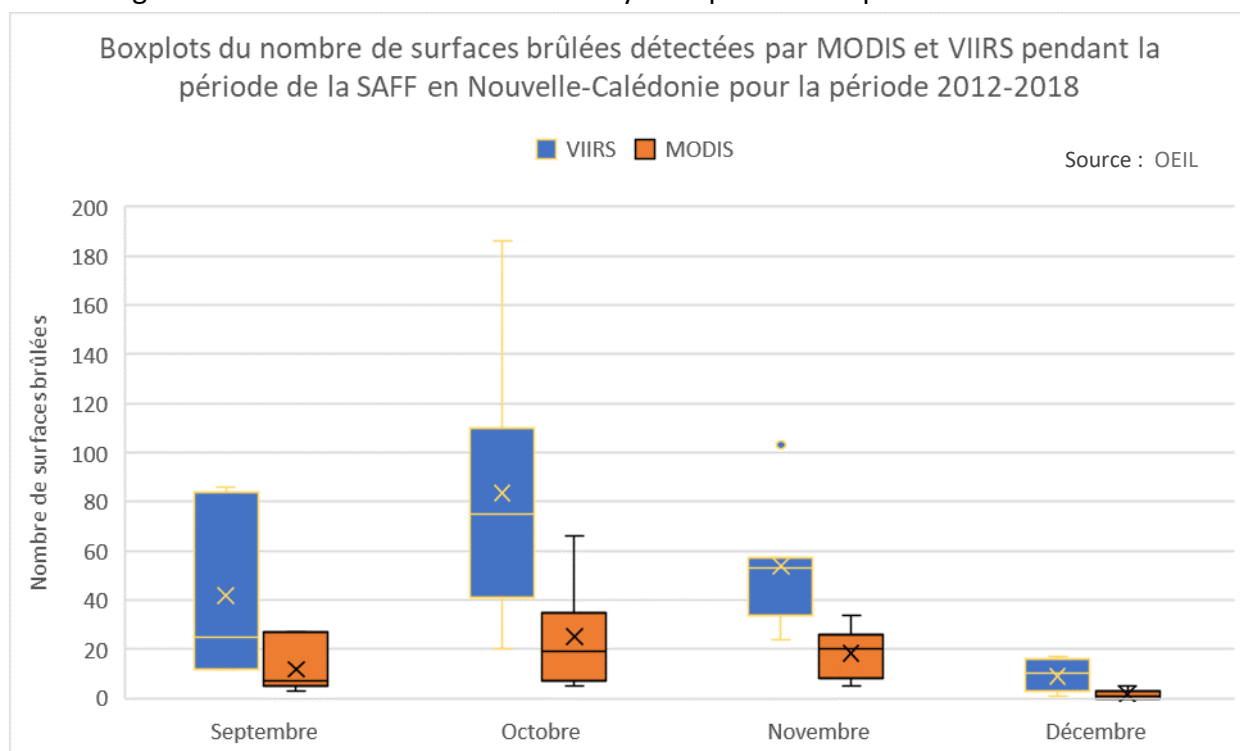


Figure 54 : Box plots du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour la période 2012-2019.

Tableau 29 : Statistiques descriptives du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018,2019.

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

Les Figure 55 et Figure 56 illustrent les cumuls mensuels du nombre d'incendies détectés par VIIRS et MODIS entre 2012 et 2019 en Nouvelle-Calédonie. En considérant seulement les données VIIRS, le mois d'octobre est le mois comptabilisant le plus d'incendies sur 4 des 8 années considérées. Il est suivi du mois de novembre ayant le plus d'incendie sur 3 années, 2014, 2018 et notamment l'année 2019.

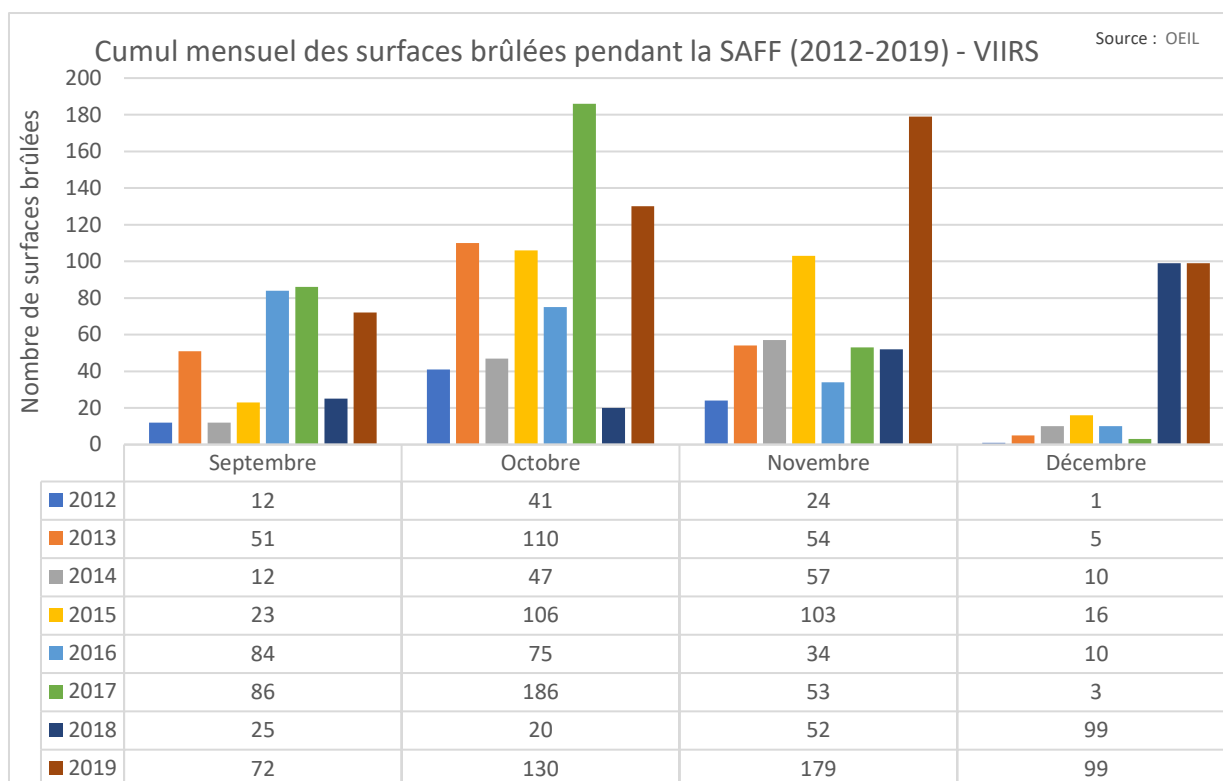


Figure 55: Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par SUOMI NPP pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 et 2019 (Source : OEIL)

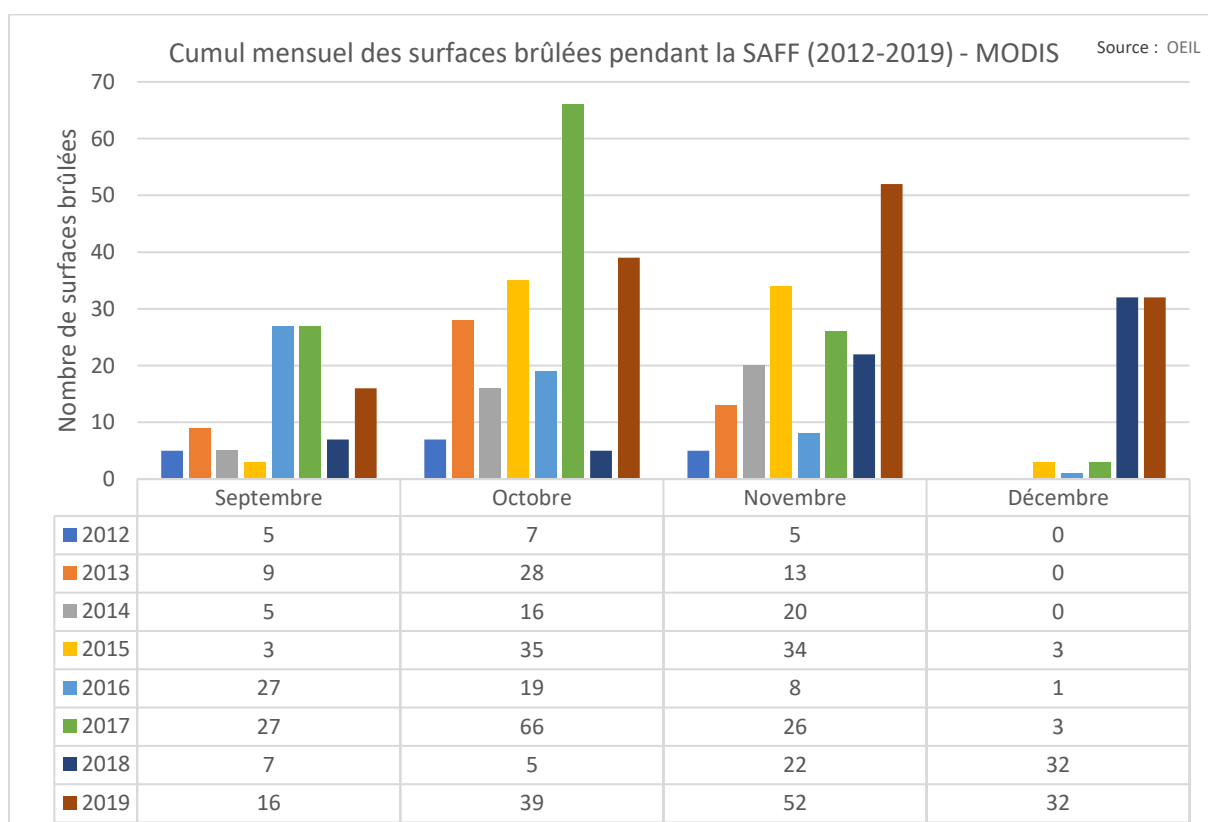


Figure 56 : Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 et 2019 (Source : OEIL)

3.3. Bilan sur la répartition spatio-temporelle des incendies

L'étude de la caractérisation des incendies montre que 2019 est une de années les plus dévastatrices avec un total de **48 981 hectares**, soit 2,66% de la Nouvelle-Calédonie est impactée par les feux de 2019. Ce constat est confirmé par une analyse temporelle, où 2019 est estimé être la 3^{ème} année la plus conséquente en nombre d'incendies depuis 2001 selon les données de MODIS, la 1^{ère} si on considère celles du VIIRS depuis 2012. Cette année est considérée selon Météo France comme la cinquième année la plus sèche depuis 60 ans, lié aux conditions favorables avec la présence du phénomène El Nino. En tenant compte des données du VIIRS, c'est le **mois de novembre** sur l'année 2019 cumulant le plus d'incendie qui peut s'expliquer par un déficit exceptionnel de précipitations et des vents soutenus selon Météo France avec des incendies majeurs qui se sont produits sur Ouégoa, Kouaoua, Thio ou encore le Mont-Dore. Les mois de la SAFF qui restent toujours les plus intenses de l'année **avec 65% des surfaces brûlées**. Globalement, l'analyse temporelle montre toute de même une opposition entre deux grandes saisons sur l'année, **une saison basse marquée entre février à juin et une saison plus intense qui début de juillet jusqu'en décembre**, pouvant s'étendre jusqu'au mois de janvier de l'année suivante.

Près de 82% des surfaces brûlées en 2019 concerne des secteurs jamais incendiés en comparaison avec les deux années précédentes. La répartition spatiale de ces incendies reste hétérogène sur le territoire calédonien avec **une grande partie Nord de la Grande Terre** plus sévèrement touchée, et ce sont **l'extrême Nord et le littoral Est** comptabilisent un nombre d'incendies plus importants et une superficie plus élevée. La commune de **Ouégoa** reste la plus impactée avec près de 11 000 hectares brûlés, ce qui représente **1/5^e** de la superficie incendiée en Nouvelle-Calédonie. L'aire coutumière **Hot ma whaap**, constituée des communes les plus impactées par les incendies (Ouégoa, Hienghène et Pouébo) concerne à elle seule près **de 50% de la superficie brûlée** en Nouvelle-Calédonie.

Cette répartition correspond également aux résultats sur le substrat, où il s'agit **du sol sédimentaire** qui a été le plus impacté, en grande partie situé sur l'extrême Nord de la Grande Terre (Poum, Koumac, Ouégoa, Pouébo, Hienghène) avec plus de 20 000 hectares, soit près de 41% de la superficie incendiée en Nouvelle-Calédonie. Le reste de la superficie brûlée est essentiellement réparti sur les substrats volcano-sédimentaire (26%) et ultramafique (24%). En considérant le relief qui est souvent très varié sur la Grande Terre mais peu sur les autres îles, **90% des incendies ont une altitude moyenne ne dépassant pas les 500 mètres**, et près de 50% ont une pente moyenne établies entre 30% à 60%, ce qui signifie que la plupart des incendies 2019 se situent sur des régions de moyenne et basse altitude en grande partie avec un relief marqué par des pentes modérément à fortement élevées.

Il est constaté que **87% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre** d'une voie d'accès et ce sont **65% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre d'une habitation ou d'une construction** (81% pour les incendies se produisant à moins d'un kilomètre).

De plus, aucun lien n'a pu être **déterminer entre les impacts de foudres** et les surfaces brûlées avec les données disponibles.

En considérant la taille des incendies, les surfaces brûlées sont en grande partie de **petite taille avec 64% ne dépassant pas les 10 hectares**. Les incendies inférieurs à 100 hectares sont souvent répartis de façon très hétérogène sur le territoire avec une pente et une altitude moyenne qui varient bien plus que les incendies les plus conséquents. Ils peuvent être très éloignés des constructions et du réseau routier parfois à plus de 2km, alors que les incendies supérieurs à 500 hectares sont tous à proximité d'une voie d'accès. Néanmoins, les **incendies de grande envergure**, c'est-à-dire ceux dépassant 100 hectares incendiés, représentent plus de 6% de tous les incendies, mais **sont à l'origine de 67 % de la superficie totale brûlée**.

4. Caractérisation des impacts environnementaux liés aux incendies

4.1. Impact des incendies sur la biodiversité

Cette partie du rapport présente 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 2.

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

4.2. Impact des incendies sur les milieux terrestres

Cette partie s'intéresse à l'impact des incendies sur la faune et la flore calédoniennes. De nombreuses sources d'informations ont été utilisées afin de caractériser au mieux les conséquences des incendies de l'année 2019 sur la richesse environnementale de Nouvelle-Calédonie.

4.2.1. Impacts des incendies sur les strates de végétation

4.2.1.1. Informations

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

Afin de construire une couche d'informations relatives aux différents types de strates de végétation pour l'ensemble du territoire, les Modes d'Occupation du Sol (MOS) de 2014 de la province Sud, Nord et celle des Iles ont été utilisés. 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. La strate arbustive est composée d'une dominance d'arbustes d'une hauteur comprise entre 1 et 5 mètres. La strate herbacée regroupe la végétation inférieure à 1 mètre, notamment les zones de pâturages ou encore de savanes.

En effet, contrairement à l'année 2017 où faute d'actualisation, le MOS 2008 de la province Nord avait dû être utilisé, depuis 2018, il a été possible d'accéder aux données 2014 de cette couche d'information. Ainsi, la part d'incertitude liée aux calculs a pu être diminuée.

La carte de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 (Figure 57) apparaît très différente de celle utilisée en 2018 et 2019 (Figure 58)

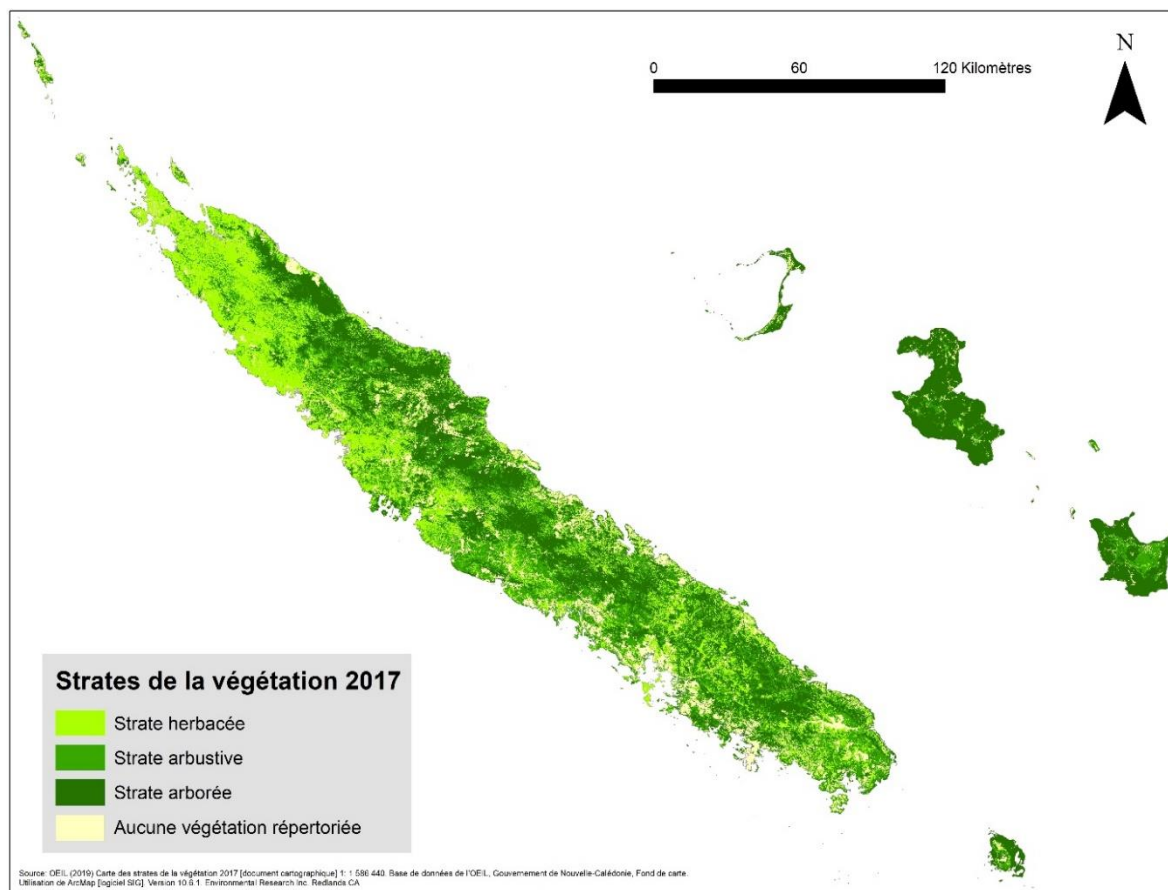


Figure 57: Carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 (Source : OEIL)

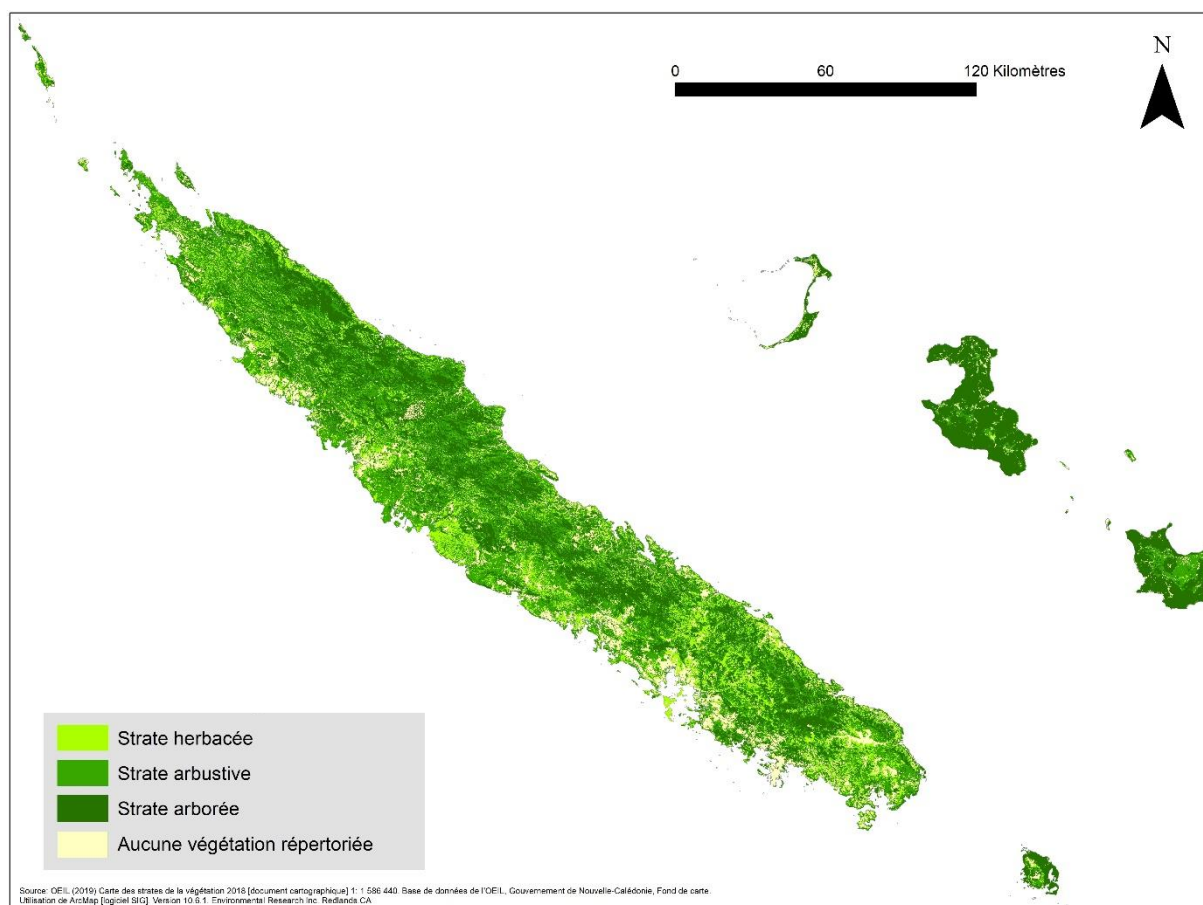


Figure 58: Carte des strates de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 et 2019 (Source : OEIL)

Sur la carte des strates de végétation produite en 2017 à l'échelle du territoire (Figure 57), la strate herbacée en province Nord est plus représentée que sur la carte produite en 2018 (Figure 58). Le Tableau 30 permet d'apprécier les différences d'hectares entre le MOS 2008 de la province Nord utilisé dans l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 et le MOS 2014 de la Province Nord utilisé dans l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2018 et 2019. Cette disparité dans les données se répercute dans l'analyse et contribue notamment à expliquer pourquoi les proportions incendiées des différentes strates de végétation présentent des écarts importants entre 2017 et 2018 d'une part, 2017 et 2019 d'autre part puisque les mêmes données ont été utilisées en 2018 et 2019 (Figure 59 et Figure 60).

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

	2017 (MOS 2008)	2018 et 2019 (MOS 2014)
Strate arborée	303 177	333 474
Strate arbustive	207 478	404 767
Strate herbacée	345 085	117 485

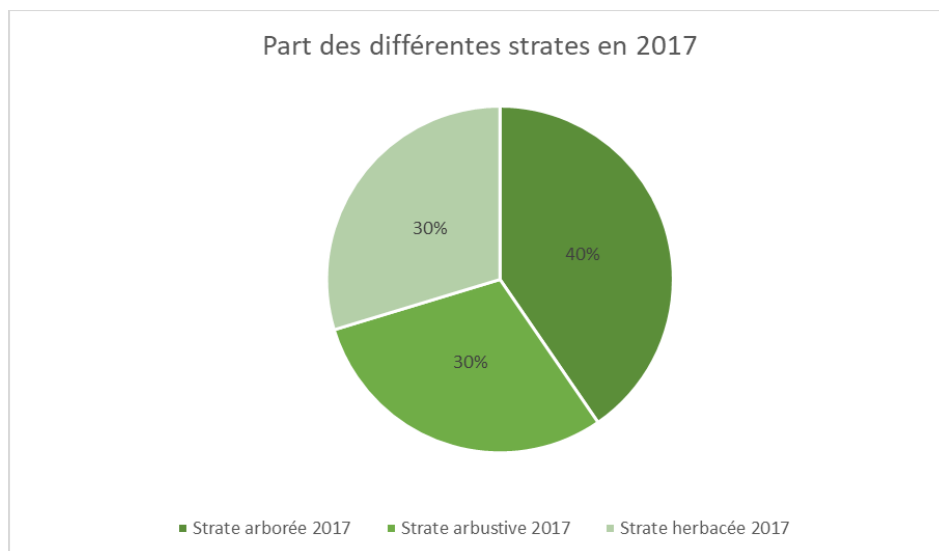


Figure 59: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2017 (Source : OEIL)

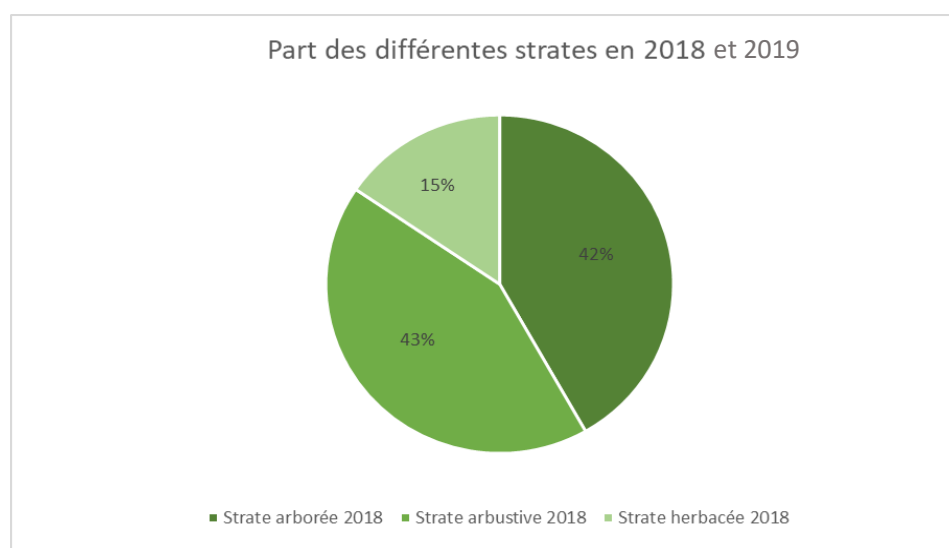


Figure 60: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2018 et 2019 (Source : OEIL)

La comparaison des Figure 59 et Figure 60 montre que la proportion de la strate herbacée régresse de 30% à 15% selon que l'on considère le MOS 2008 ou 2014 de la province Nord. A l'inverse, la proportion de de la strate arbustive progresse de 30% à 43%. D'après Gomez et al³³ qui s'appuient sur les propos de Jaffré et al³⁵, les strates herbacées et arbustives sont considérées comme des milieux dégradés issus d'anciennes strates arborées.

Il est tenu de préciser que la diversité en termes de richesses d'espèces des formations arbustives et herbacées est inférieure à celle des formations forestières (cf Tableau ci-dessous).

	Forêt humide	Maquis associé à la strate arbustive	Forêt Sèche	Savane
Nombre d'espèces	2013	1144	424	410

De la même manière, d'après Gomez et al³³, la résilience, la vulnérabilité ainsi que la perte en biodiversité des écosystèmes 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 est très lent et peut s'étaler sur plusieurs siècles sous réserve que le feu ne revienne pas altérer les mêmes milieux.

L'effet répété des incendies engendre une ouverture du milieu qui le rend plus perméable à la propagation des futurs incendies et risque d'interrompre le processus de recolonisation des espèces. Les formations végétales initiales sont fréquemment remplacées par des espèces envahissantes végétales héliophiles et pyrophiles, (ex : lantana et sensitive géante) ou animales (ex : fourmis dont fait mention la thèse de Berman³⁴).

D'après Jaffré et al³⁵, « la forêt dense humide, qui est la végétation climatique de ces zones, ne possède pas, sauf en période sèche exceptionnelle, une inflammabilité suffisante pour être la proie des flammes. Néanmoins, l'action des feux se fait largement sentir sur ses marges. Dans les secteurs soumis à des incendies fréquents, la forêt se trouve rognée progressivement. Aussi observe-t-on une discontinuité nette entre la forêt dense humide et les savanes ou les maquis voisins. Les feux, poussés par les vents dominants, les alizés du sud-est, sont souvent arrêtés en crête et ne se propagent pas sur les versants sous le vent qui demeurent généralement les plus boisés. A basse et moyenne altitude, la fréquence des feux a réduit l'étendue des forêts à des reliques forestières qui garnissent les versants sud, sud-ouest et nord-est ainsi que les flancs et les fonds de vallées encaissées ». Le tableau ci-dessous montre l'évolution des proportions respectives de forêts et savanes entre l'état climatique et 2019 en se basant sur les données de formations végétales et climatiques du projet ANR datant de 2012 sur les Incendies et la biodiversité des écosystèmes en Nouvelle-Calédonie.

Type de végétation	Etat climatique	Etat actuel
Forêt humide	81,08%	35,55%
Forêt sèche	9,06%	0,28%
Maquis associé à la strate arbustive	2,64%	23,09%

³³ *Ibid.*

³⁴ 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.

³⁵ 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.

D'après Ibanez³⁶, « 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 l'autre si une composante du régime de perturbation (fréquence, intensité...) vient à changer. ». Ainsi, les incendies impacteraient les dynamiques des forêts humides et des savanes, et se révéleraient favorables au développement des savanes en Nouvelle-Calédonie. En effet, après avoir empiété sur les secteurs des forêts humides, les incendies permettraient de maintenir la savane en consommant les nouvelles pousses d'arbres forestiers.

L'effet de lisière, induit par les incendies, crée des conditions climatiques et écologiques particulières sur plusieurs centaines de mètres en profondeur qui vont réduire les cœurs de forêt et contribuer à la fragmentation des milieux (Laurance et al, 2002³⁷). 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, 1998³⁸). Les incendies vont ainsi contribuer à réduire ces espaces forestiers déjà fragmentés. L'exemple sur le Grand Sud dans le cadre du projet CORIFOR³⁹ a permis de déterminer que ces forêts ont été fragmentées « par succession de nombreuses activités anthropiques, notamment les exploitations forestières et minières (cobalt, fer, nickel) qui ont progressivement morcelé le paysage ne laissant alors que quelques stigmates des forêts originelles ».

4.2.1.2. Partenaires

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

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

4.2.1.3. Résultats

4.2.1.3.1. Strate arborée

Les Tableau 31 et Tableau 32 présentent la répartition des incendies de 2019 sur la strate arborée, en Nouvelle-Calédonie, puis sur les trois provinces de Nouvelle-Calédonie, respectivement.

³⁶ 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.

³⁷ 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.

³⁸ 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.

³⁹ *Projet CORIFOR, Caractérisation des connectivités structurelle et fonctionnelle des paysages fragmentés sur sols ultramafiques*, CNRT, CIRAD, IAC, IRD, Mai 2016.

Tableau 31 : Statistiques à l'échelon territorial pour la strate arborée pour l'année 2019

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate arborée par rapport à la surface totale de la strate (%)
Nouvelle-Calédonie	691 959	3 396	0,5

D'après le Tableau 31, près de **3 400 hectares** de végétation arborée sont partis en fumée, soit respectivement 4 et près de 11 fois le résultat de 2017 et 2018.

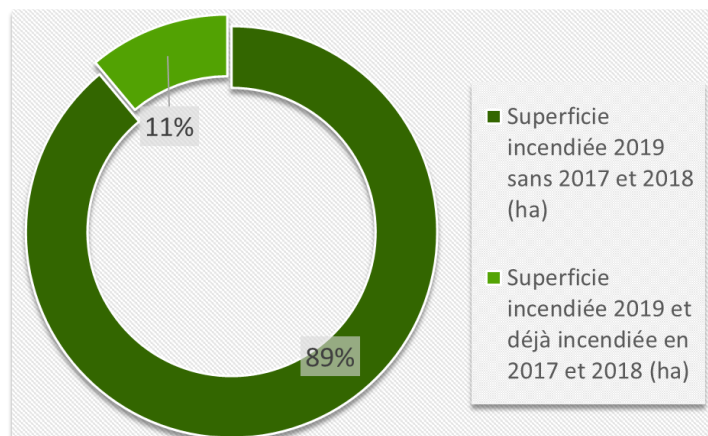


Figure 61: Répartition des zones de végétation arborée nouvellement impactée en 2019

La Figure 61 montre que 11% de la strate arborée (soit plus de 350 hectares, dont des hectares de forêts) a été impactée de manière récurrente sur les 3 dernières années, de 2017 à 2019. A l'inverse 89% de la strate arborée ayant brûlée en 2019 ne l'avait pas été les deux années précédentes.

En considérant tous les secteurs de végétation arborée ayant été incendiés au moins une fois **entre 2017 à 2019**, la superficie de ces impacts est estimée à environ **4 491 hectares**.

Tableau 32: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée pour l'année 2019

Province	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate arborée par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	334 196	2988	0,90	4269
Province Sud	205 307	412	0,20	589
Province des Iles	152 457	0	0	0

La province Nord est celle dont la strate arborée a été la plus impactée avec 2988 hectares brûlés, contre 268 hectares l'année précédente, soit l'équivalent de 4 756 terrains de football de 7140 m².

Le Tableau 33 présente la superficie de strate arborée qui a brûlé au cours de l'année 2019 par commune (29 communes touchées).

Tableau 33: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Superficie de la strate arborée (ha)	Superficie incendiée de la strate arborée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arborée (%)
BELEP	1786	2	0,09
BOULOUPARI	20830	10	0,05
BOURAIL	16311	2	0,01
CANALA	16187	109	0,68
DUMBEA	9816	3	0,03
HIENGHENE	52775	516	0,98
HOUAILOU	36066	97	0,27
ILE DES PINS	10575	31	0,29
KAALA GOMEN	19673	65	0,33
KONE	9628	97	1,01
KOUAOUA	12346	238	1,93
KOUMAC	13963	110	0,79
LA FOA	13149	13	0,10
MONT DORE	10441	136	1,30
NOUMEA	442	0,1	0,01
OUEGOA	25124	1387	5,52
PAITA	19174	59	0,31
POINDIMIE	31145	34	0,11
PONERIHOUEN	29956	13	0,04
POUEBO	7166	90	1,26
POUEMBOUT	12080	35	0,29
POUM	9023	99	1,09
POYA	20956	25	0,12
SARRAMEA	6020	0,0	0,00
THIO	32191	158	0,49
TOUHO	11377	10	0,09
VOH	29938	58	0,19
YATE	44476	0,5	0,00

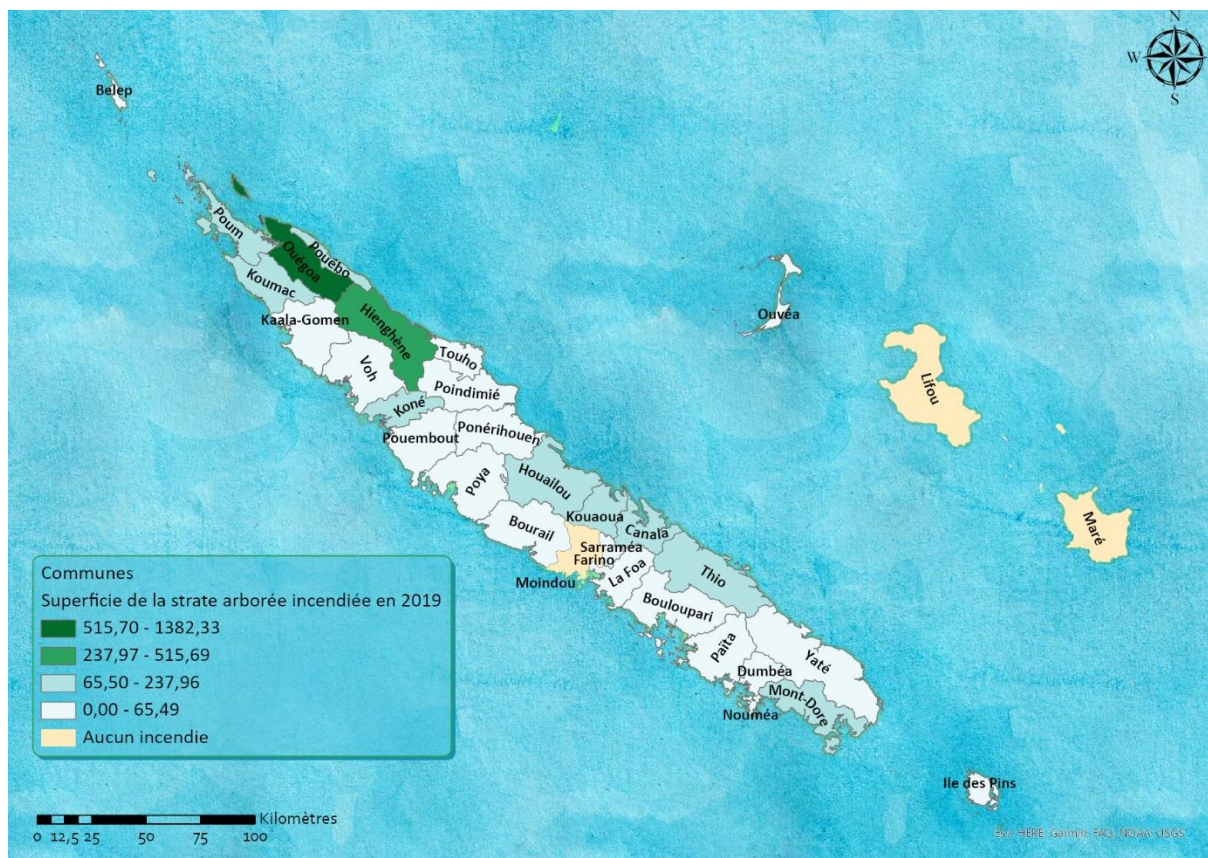


Figure 62: Carte de la superficie incendiée de la strate arborée par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)

D'après le Tableau 33 et la Figure 62, la commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie de strate arborée est **Ouégoa** avec près de 6%. Avec plus de 1 387 hectares, elle est de loin la commune la plus impactée en termes de surface incendiée. Ainsi, ces résultats sont cohérents avec ceux de la 3.1.1.3, où Ouégoa est la commune la plus touchée. Pour rappel, trois gros évènements incendies ont dévasté la commune et son environnement : celui de l'île de Pam (383 ha), celui près de la tribu de Tiari (1 355 ha) et celui de Paroua (1 084 ha), comptabilisant plus de 400 hectares de végétation arborée touchée, comme le montre la Figure 63.

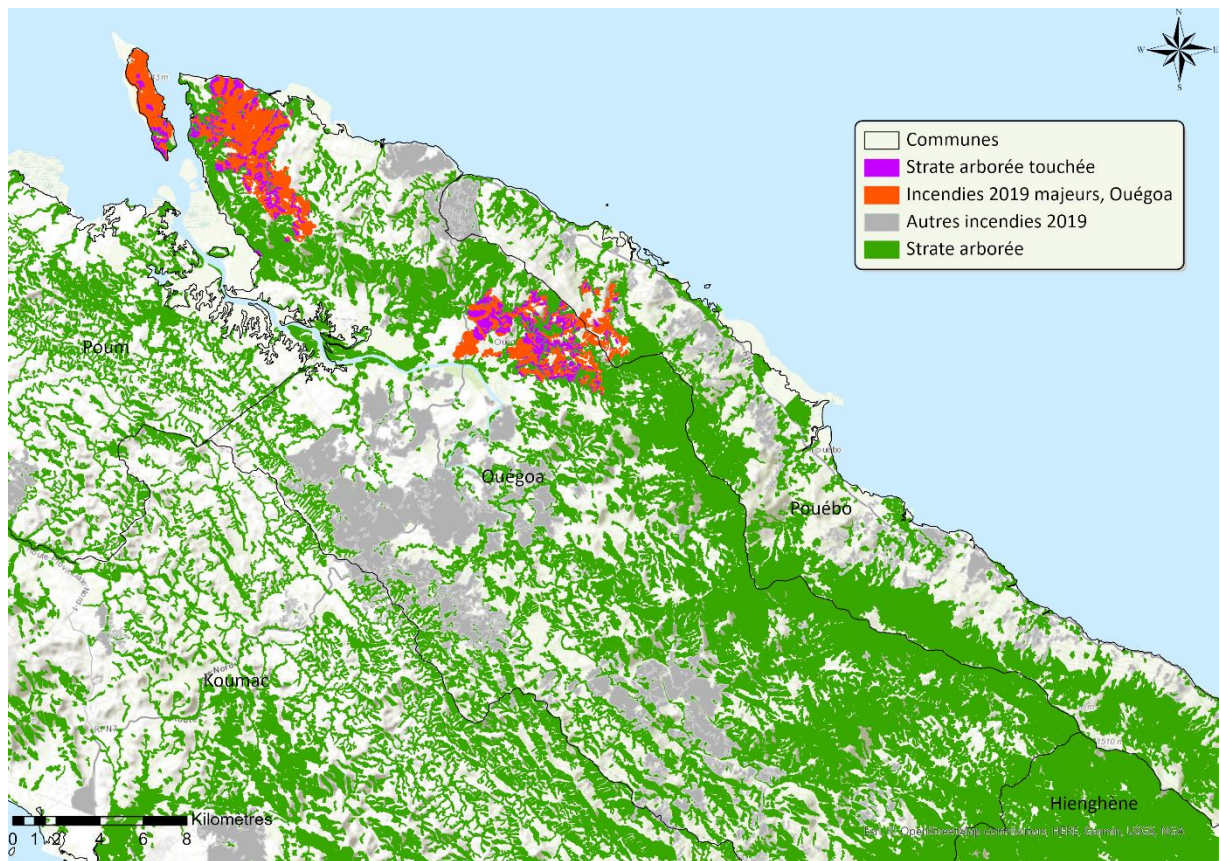


Figure 63: Localisation des incendies majeurs qui ont impacté la strate arborée sur Ouégoa

A noter que les strates arborées des communes de Farino, Sarraméa et Moindou n'ont pas été touchées par les incendies en 2019, comme on peut le constater sur la Figure 64.

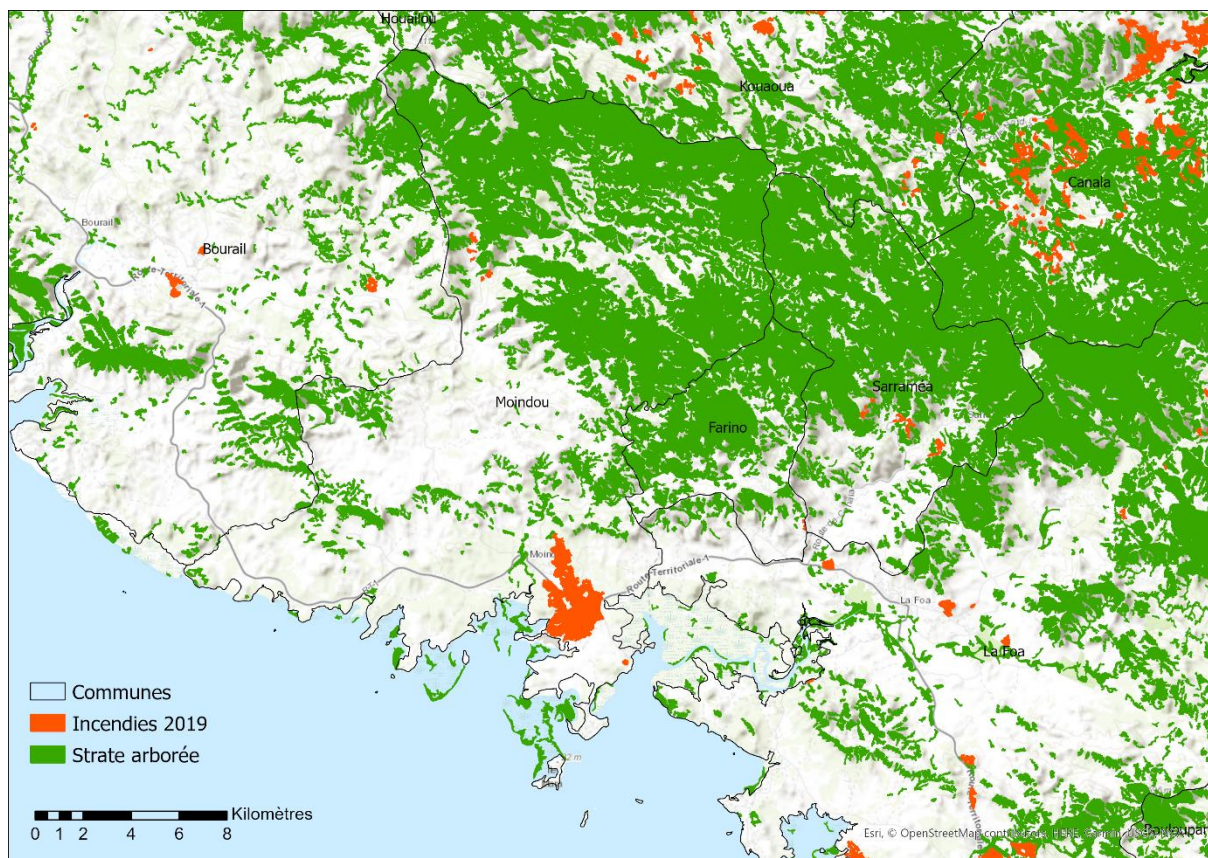


Figure 64: Localisation des incendies 2019 et de la strate arborée sur les communes de Farino, Moindou.

Le Tableau 34 compare les communes ayant subi le plus de dégâts causés par les incendies de 2017 à 2019. En 2018, la commune de Poum était la plus touchée et comptabilisait 0,99 % de sa surface initiale incendiés. En 2017, il s'agissait de Païta.

Tableau 34: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arborée

	2017	2018	2019
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate arborée la plus importante	Païta	Poum	Ouégoa
Commune avec la superficie incendiée de la strate arborée la plus importante	Païta	Poum	Ouégoa

4.2.1.3.2. Strate arbustive

Le Tableau 35 et le Tableau 36 exposent les impacts subis par les incendies sur la strate arbustive respectivement à l'échelle territoriale puis par Province.

Tableau 35: Statistiques à l'échelon territoriale pour la strate arbustive pour l'année 2019

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate par rapport à la surface totale de la strate (%)
Nouvelle-Calédonie	707 121	23 424	3,3

En se basant sur le Tableau 35, c'est plus de **23 000 hectares** de végétation arbustive qui est parti en fumée, soit près de 7 fois le chiffre obtenu en 2018, et c'est 4 fois celui de 2017.

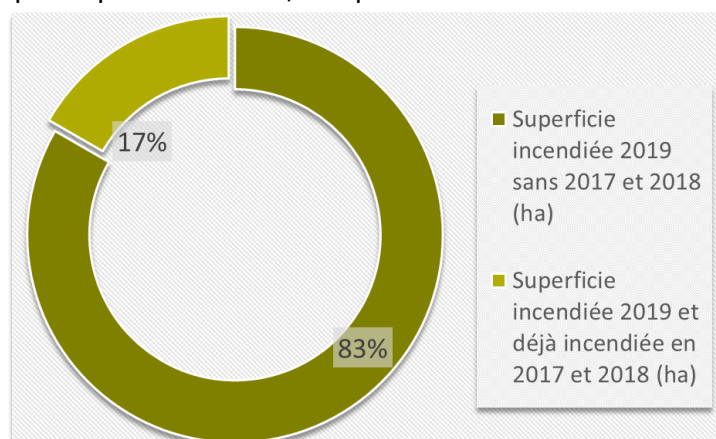


Figure 65: Répartition des zones de végétation arbustive impactée seulement en 2019

La Figure 65 montre ainsi que plus de 80% de la strate arbustive ayant brûlée en 2019 ne correspond pas à des zones qui ont déjà été impactées sur les deux années précédentes 2017 et 2018.

En considérant tous les secteurs de végétation arbustive ayant été incendiés au moins une fois **entre 2017 à 2019**, la superficie de ces impacts serait estimée à environ **30 883 hectares**.

Tableau 36: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive pour l'année 2019

Province	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate arbustive par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nombre de terrains de football
Province Nord	405 822	19397	4,78	27711
Province Sud	251 696	4071	1,62	5816

En observant le Tableau 36, une fois de plus, la **province Nord** a subi le plus de pertes, se chiffrant à 19 397 hectares de strate arbustive, soit l'équivalent de 27 711 terrains de football. En 2018, la strate arbustive de la province Nord comptabilisée également le plus de pertes avec 2 965,47 hectares partis en fumée en considérant le MOS 2014 pour l'ensemble du territoire.

Le Tableau 37 présente la superficie de strate arbustive qui a brûlé au cours d'année 2019 par commune. Les incendies ont touché 30 communes de Nouvelle-Calédonie.

Tableau 37 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Superficie de la strate arbustive (ha)	Superficie incendiée de la strate arbustive (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate arbustive (%)
OUEGOA	27 821	6 599	23,72
HIENGHENE	34 357	3 048	8,87
THIO	32 020	1 400	4,37
KONE	16 791	1 306	7,78
MONT DORE	27 068	942	3,48
HOUAÏLOU	39 316	930	2,37
KOUAOUA	16 838	906	5,38
POINDIMIE	26 087	826	3,17
POUEBO	6 700	771	11,51
KOUMAC	27 171	677	2,49
BOULOUPARI	28 334	651	2,30
POUEMBOUT	33 965	626	1,84
KAALA GOMEN	30 443	589	1,93
CANALA	16 285	582	3,58
POYA	36 727	576	1,57
PONERIHOUEN	31 881	524	1,64
POUM	23 379	505	2,16
TOUHO	12 516	491	3,92
VOH	32 617	445	1,36
LA FOA	16 768	311	1,85
PAITA	23 906	284	1,19
BOURAIL	38 434	212	0,55
MOINDOU	11 335	99	0,87
ILE DES PINS	2 640	74	2,82
YATE	48 561	49	0,10
DUMBEA	8 059	22	0,27
BELEP	2 297	12	0,51
SARRAMEA	3 292	7	0,21
NOUMEA	463	5	1,09
FARINO	1 448	0,30	0,02

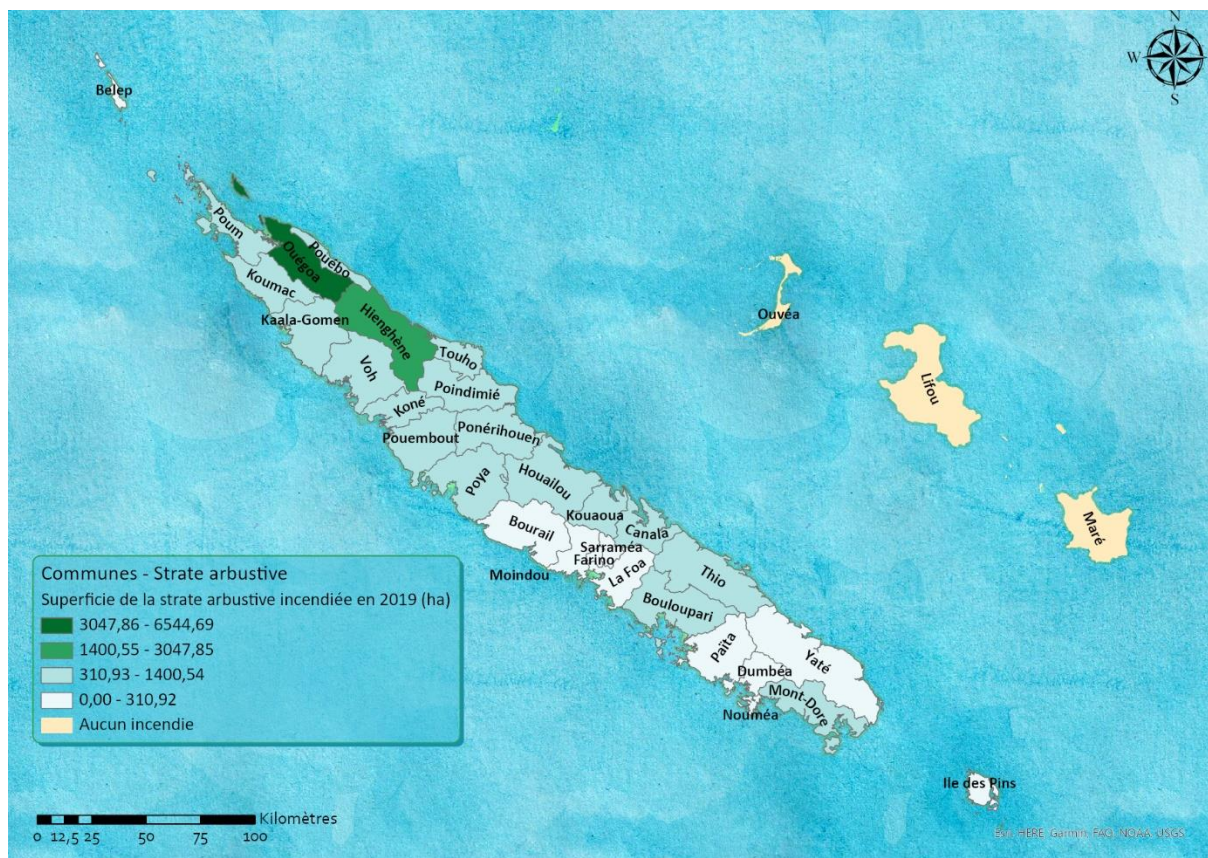


Figure 66: Carte de la superficie incendiée de la strate arbustive (ha) par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)

D'après la Figure 66 et en cohérence avec les résultats obtenus pour la strate arborée au niveau des périmètres administratifs communaux, **Ouégoa** est la commune qui a subi le plus de pertes en 2019, avec près de 24% de sa strate arbustive incendiée, contre 3% en 2018. Il s'agit également de la commune qui présente le plus grand nombre d'hectares brûlés sur de la strate arbustive, soit plus de 6 000 hectares. Les zones impactées sont visibles sur la Figure 67. La végétation arbustive de **Hienghène** apparaît aussi fortement impactée par les incendies. En effet, Hienghène est considérée également comme la commune ayant été touchée par le plus grand nombre d'incendie (partie 3.1.1.3), et faisant partie des secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées (partie 3.1.2.2). En effet, près de 9% de la végétation arbustive présente dans cette commune a été consommé, soit 3 048 hectares.

Considérées comme des communes fortement impactées (partie 3.1.1.3), **Koné** et **Thio** sont également les plus touchées concernant la strate arbustive avec plus de 1 000 hectares brûlés pour chacune d'entre elles.

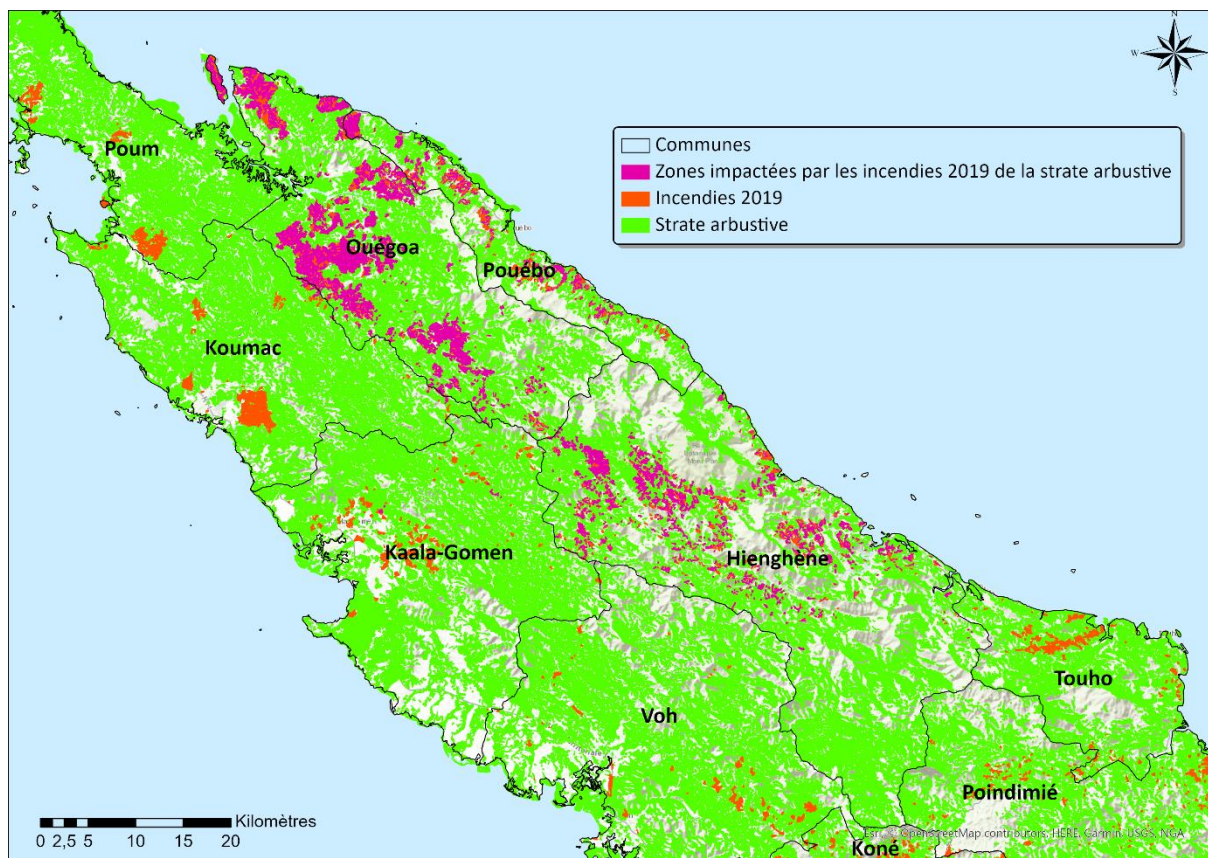


Figure 67: Impact des incendies 2019 sur la strate arbustive sur les communes de Ouégoa, Pouébo, et Hienghène.

Le Tableau 38 compare les communes ayant subi le plus de dégâts sur la strate arbustive causés par les incendies de 2017 à 2019. On constate qu'en 2018 et 2019, la commune de Ouégoa est la plus touchée par les incendies. En 2017, Touho et Païta présentent les forts impacts sur la strate arbustive.

Tableau 38: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arbustive.

	2017	2018	2019
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate arbustive la plus importante	Touho	Ouégoa	Ouégoa
Commune avec la superficie incendiée de la strate arbustive la plus importante	Païta	Ouégoa	Ouégoa

4.2.1.3.3. Strate herbacée

Le Tableau 39 et le Tableau 40 exposent les résultats des impacts de la strate herbacée en Nouvelle-Calédonie puis par Province.

Tableau 39: Statistiques à l'échelon territorial pour la strate herbacée

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate par rapport à la surface totale de la strate (%)
Nouvelle-Calédonie	257 230	19 125	7,43

En se basant sur le Tableau 39, c'est plus de **19 000 hectares** de végétation herbacée qui est parti en fumée, soit près de 7 fois le chiffre obtenu en 2018, et c'est 22% d'augmentation de la superficie incendiée par rapport à 2017.

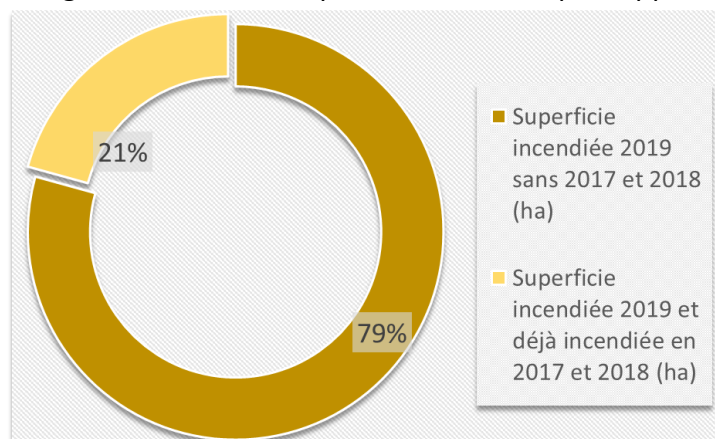


Figure 68: Répartition des zones de végétation herbacée seulement impactée en 2019

La Figure 68 montre ainsi que près de 79% de la strate herbacée ayant brûlée en 2019 ne correspond pas à des zones qui ont déjà été impactées les deux années précédentes sur 2017 et 2018.

En considérant tous les secteurs de végétation herbacée ayant été incendiés au moins une fois **entre 2017 à 2019**, la superficie de ces impacts serait estimée à environ **24 373 hectares**.

Tableau 40: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée

Province	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la strate herbacée par rapport à la surface totale de la strate par province (%)	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	117 452	14 138	12,4	20197
Province Sud	136 703	5 019	3,67	7171
Province des Iles	1 837	4,09	0,22	6

Sans surprise, en 2019, la province Nord reste la plus impactée par les incendies avec 14 138 ha brûlés, soit l'équivalent de 20 197 terrains de football. En 2018, la **province Nord** était également la plus touchée avec 2 392,31 hectares incendiés, soit l'équivalent de 3351 terrains de football.

Le Tableau 41 présente la superficie de strate herbacée qui a brûlé au cours de l'année 2019 par commune. Ce sont 30 communes qui ont été impactées par les feux.

Tableau 41 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Superficie de la strate herbacée (ha)	Superficie incendiée de la strate herbacée (ha)	Part de la superficie incendiée de la strate herbacée (%)
OUEGOA	8 956,38	3 266	36,46
THIO	25 708,48	3 026	11,77
HIENGHENE	9 709,28	2 666	27,46
POUEBO	4 874,59	1 233	25,29
KONE	6 979,78	1 132	16,22
HOUAILOU	10 278,68	926	9,01
POYA	19 652,77	800	4,07
CANALA	5 255,88	656	12,49
KOUMAC	8 772,80	655	7,47
MONT DORE	12 371,74	528	4,27
PONERIHOUEN	4 705,30	487	10,35
POINDIMIE	4 547,95	457	10,05
KAALA GOMEN	10 142,41	440	4,34
KOUAOUA	4 527,88	411	9,09
MOINDOU	5 221,00	409	7,84
BOULOUPARI	21 024,51	375	1,79
TOUHO	2 691,13	341	12,66
POUEMBOUT	10 156,26	295	2,90
LA FOA	6 175,15	210	3,41
VOH	8 133,74	206	2,54
POUM	8 679,20	205	2,36
BOURAIL	15 246,20	170	1,12
PAITA	12 046,00	152	1,26
ILE DES PINS	680,91	52	7,68
SARRAMEA	555,30	31	5,67
YATE	23 055,39	17	0,07
NOUMEA	29,86	5	17,87
OUVEA	847,61	4	0,48
DUMBEA	2 938,36	3	0,09
BELEP	834,45	2	0,20

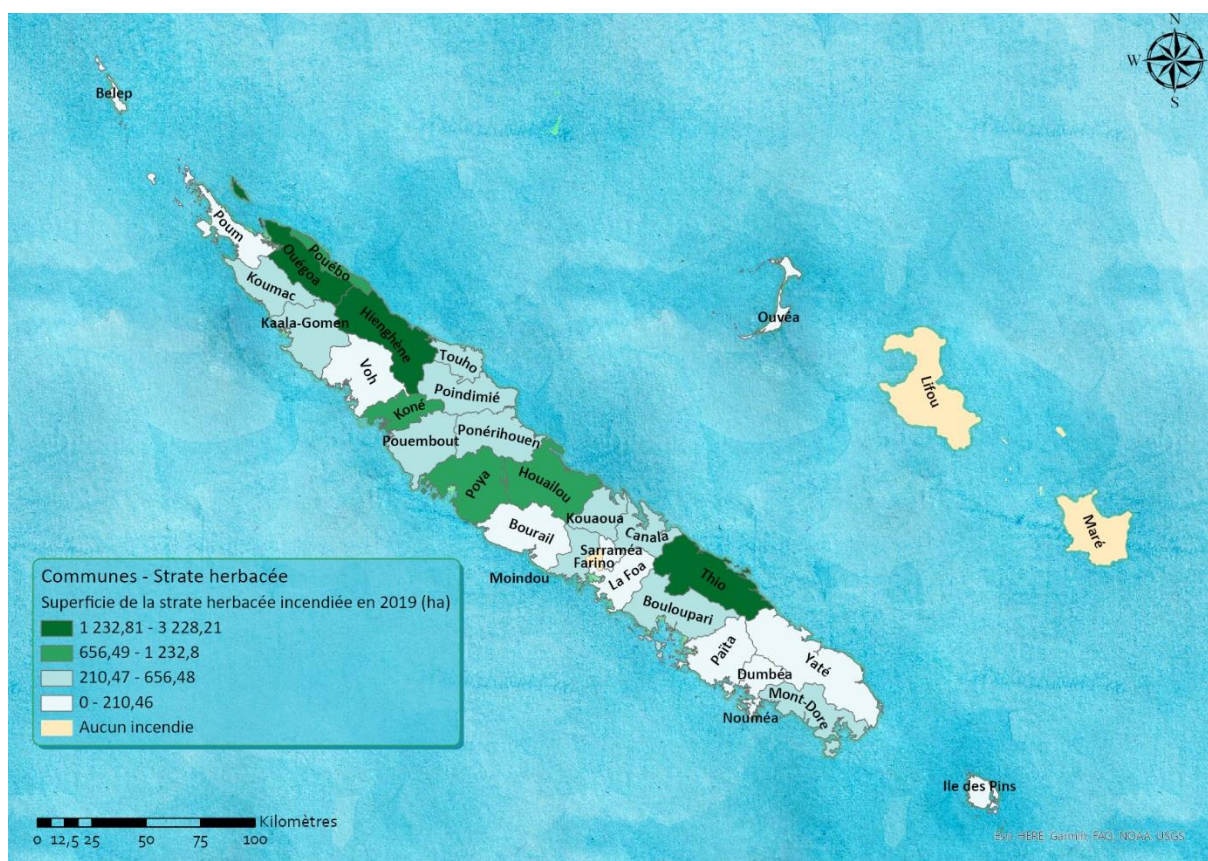


Figure 69: Carte de la superficie incendiée de la strate herbacée (ha) par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)

Comme pour les autres strates de végétation, la commune de Ouégoa est celle qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie de strate herbacée, avec plus de 36% de surfaces incendiées (soit 3 817 ha), contre 6% en 2018.

La commune de **Thio**, avec près de 12% de sa superficie en strate herbacée brûlée (3 026 ha) est la commune de la province Sud la plus impactée (cf. partie 3.1.1.3).

Hienghène et Pouébo ont également perdu une grande partie de leurs surfaces herbacées, soit respectivement 27% et 25%. **Pouébo** semble avoir subi un impact plus conséquent sur la végétation herbacée par rapport aux résultats sur les autres strates, en comparant la Figure 69 avec les Figure 62 et Figure 66. La Figure 69 révèle que les communes de l'extrême Nord-Est de la province Nord sont les plus touchées.

Le Tableau 42 compare les communes ayant subi le plus de dégâts sur la strate herbacée causés par les incendies de 2017 à 2019. Ouégoa possédait déjà la part de surfaces herbacées la plus impactée par les incendies en 2018. De plus, en s'intéressant à la superficie de strate herbacée incendiée en valeur absolue par commune, Ouégoa était également la commune la plus touchée en 2017.

Tableau 42: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate herbacée.

	2017	2018	2019
Commune avec la part de la superficie incendiée de la strate herbacée la plus importante	Pouébo	Ouégoa	Ouégoa

Commune avec la superficie incendiée de la strate herbacée la plus importante	Ouégoa	Kaala-Gomen	Ouégoa
---	--------	-------------	--------

4.2.1.3.4. Bilan sur l'ensemble des strates

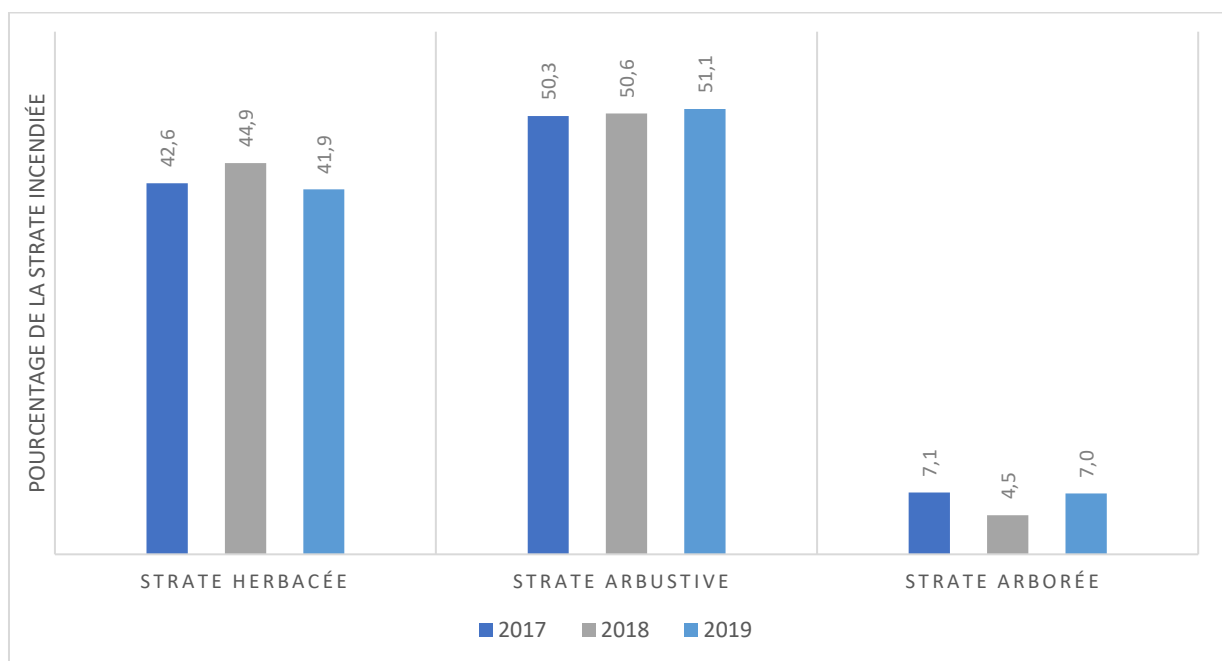


Figure 70: Comparaison 2017-2019 de la répartition de la végétation par strate pour 100 ha incendiés (Source : OEIL)

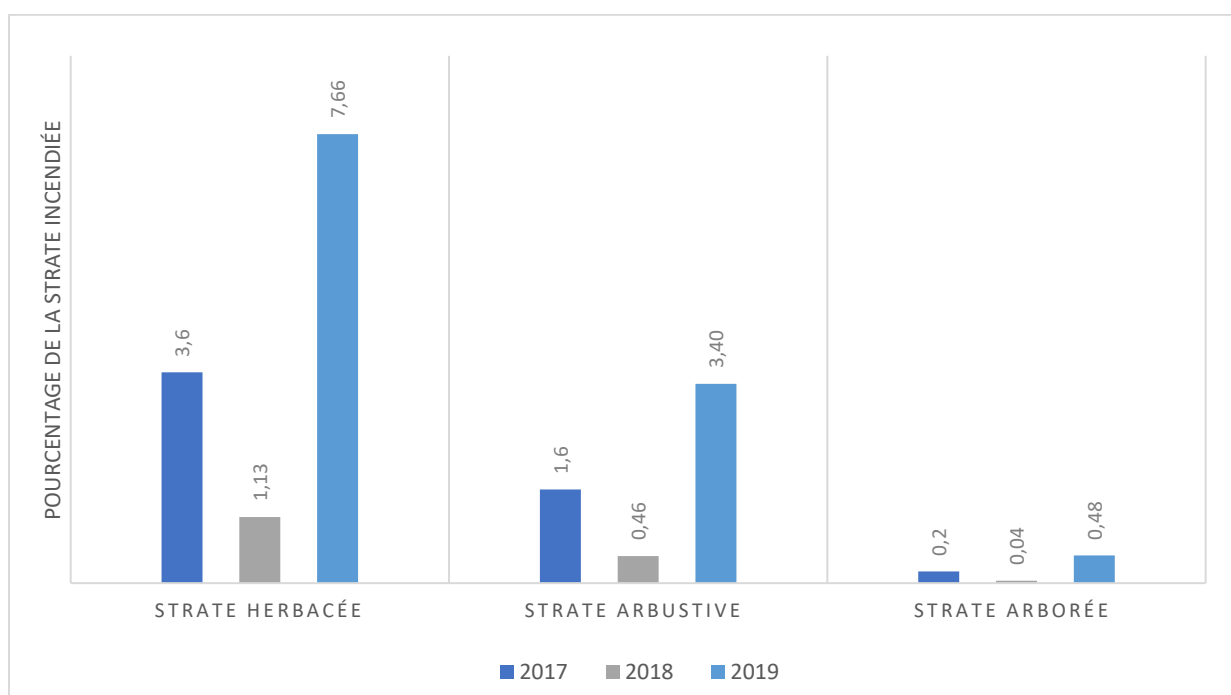


Figure 71: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur chaque strate (Source : OEIL)

En 2019, c'est la **strate arbustive** qui a été la plus impactée par les incendies. Pour 100 hectares incendiés, 7 touchent la strate arborée, 51 la strate arbustive et 42 la strate herbacée (Figure 70). On remarque que les schémas de répartitions des incendies à travers les strates se ressemblent d'une année à l'autre. En effet, même si 2019 a connu plus de surface incendiée que les années précédentes la répartition est similaire. Ces résultats peuvent s'expliquer en partie par le fait que la strate arbustive reste la plus importante sur la donnée du MOS 2014.

La Figure 71 permet de visualiser l'impact des feux sur la superficie initiale de chaque strate. La **strate herbacée**, qui représente 15% de l'ensemble des strates de végétation (Figure 60), apparaît comme étant la plus touchée, son caractère continu et sa faible hauteur facilitant la progression des incendies. En 2019, plus de 7% de sa superficie a été incendiée, contre 1,13% en 2018.

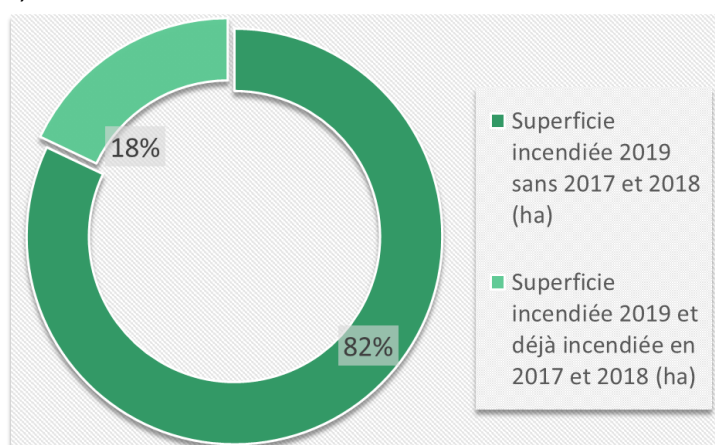


Figure 72: Comparaison des secteurs de végétation impactés en 2019 en fonction des analyses précédentes 2017 et 2018

La Figure 72 montre que 18% de cette superficie de strate de végétation, soit plus de 8 000 hectares, correspondrait potentiellement à des secteurs ayant subi des impacts de manière répétée sur un temps relativement court, de 2017 à 2019. A l'inverse, 82% des strates de végétation ayant brûlée en 2019 ne l'avait pas été les deux années précédentes. Pour rappel, selon Ibanez, la récurrence des incendies pourrait ainsi privilégier le maintien, voir l'avancée d'une végétation herbacée telle que les savanes au détriment d'une végétation arborée comme les forêts, en limitant l'installation des arbres forestiers⁴⁰.

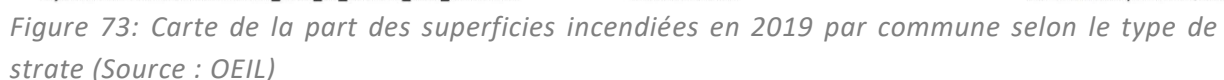
La superficie de toutes les strates de végétation ayant été incendiées au moins une fois **entre 2017 à 2019** est estimée à environ **59 747 hectares**, (Tableau 43).

Tableau 43: Superficie incendiée depuis 2017 à 2019 sur la végétation

Territoire	Strate de végétation	Superficie des secteurs ayant été impactés au moins une fois entre 2017 - 2019 (ha)
Nouvelle-Calédonie	Arborée	4 491,03
	Arbustive	30 883,37
	Herbacée	24 372,46
	Toutes strates	59 746,86

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

Superficies incendiées par strates de végétation en 2019



4.2.2.1. Informations

113

Dans notre étude, les données de perte en couvert forestier seront utilisées afin de quantifier le pourcentage de perte de végétation en Nouvelle-Calédonie lié aux incendies.

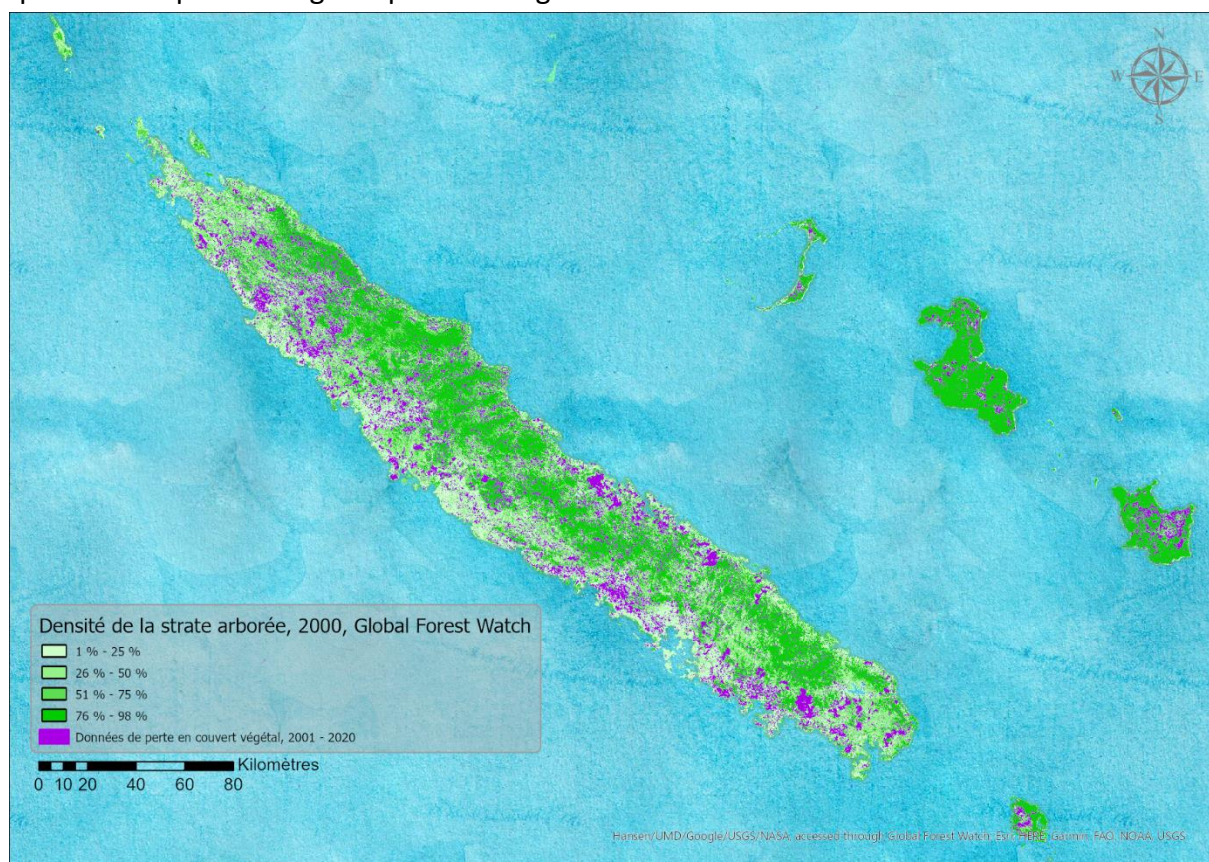


Figure 74: Couvert végétal et les pertes estimées 2001 - 2020, Global Forest Watch

La perte de surfaces forestières peut s'expliquer par un ensemble de facteurs, d'origine anthropique ou naturelle. Afin de déterminer la perte de surfaces forestières, les données du satellite LANDSAT 8 OLI disponibles depuis 2013 ont été utilisées par GFW. Pour information, le satellite LANDSAT 8 possède une résolution spatiale de 30 mètres, soit un décalage de 20 mètres par rapport à la résolution de Sentinel 2, étant de 10 mètres. Pour ainsi mieux comparer ces deux données, il a été jugé utile de considérer les données incendies issus de Sentinel 2 avec une zone tampon de 20 mètres afin de s'approcher de la résolution spatiale de Landsat 8. Les données publiées par le GFW concernent donc la perte du couvert végétal en Nouvelle-Calédonie de 2001 à 2020.

Il est difficile de déterminer exactement à quels événements incendies sont associés les secteurs de perte en couvert forestier car les résultats du GFW sont agrégés à l'année. De plus, ces données comportent une limite non négligeable mentionnée par le GFW. L'utilisation de manière itérative de l'algorithme de détection sur l'ensemble des données chronologiques a pu créer d'éventuelles limites. En effet, certaines zones de perte en couvert végétal qui se sont produites sur une année civile, peuvent être enregistrées sur les données de l'année suivante, souvent en raison de la couverture nuageuse⁴¹.

⁴¹ <https://blog.globalforestwatch.org/fr/data-and-research/ce-qu'il-faut-savoir-sur-la-perte-de-couvert-arbore-en-2019/>

En considérant cette limite, un décalage est constaté d'une année sur l'autre entre les pertes de superficies forestières détectées par GFW et les superficies incendiées détectées par la chaîne de traitement des incendies. Cette limite est illustrée sur la Figure 75, montrant une valeur élevée de perte en surfaces forestières en 2018 (~2 500 ha) d'après les données du GFW alors qu'il s'agissait d'agit d'une année avec peu de superficie incendiée d'après les données de Sentinel 2 (moins de 10 000 ha). L'explication pourrait venir du fait que les nombreuses surfaces incendiées de 2017 (plus de 20 000 ha) aient elles aussi été comptabilisées comme étant à l'origine de la perte en surfaces forestières de 2018.

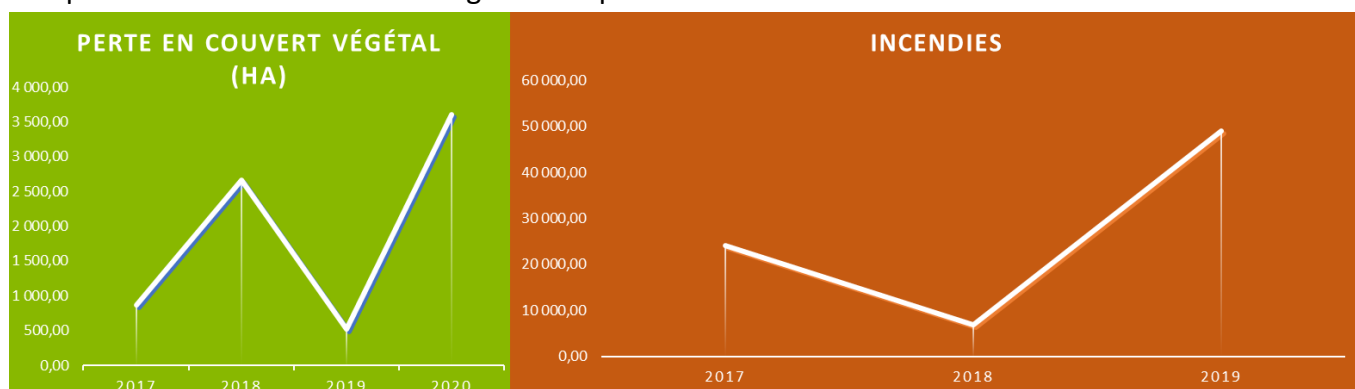


Figure 75: Comparaison des superficies (ha) détectées entre les incendies et la perte en couvert végétal du GFW

Cette limite s'observe également visuellement sur la Figure 76- photo A, représentant les surfaces incendiées du Bois du sud ayant eu lieu en décembre 2018 qui semble être superposées aux surfaces 2019 de perte en couvert végétal du GFW. Le même constat est fait sur la photo B, représentant des surfaces brûlées en 2019 sur le secteur entre Kouaoua et Houaïlou et qui ont potentiellement été intégrées aux superficies de pertes en couvert végétal du GFW de l'année 2020. Cependant, les incendies de la même année que les données du GFW doivent être aussi considérés. Sur les images C,D,E de la Figure 76 montrent ainsi que certains incendies de l'année 2018 sont en correspondance avec certaines zones de perte en couvert forestier de la même année.

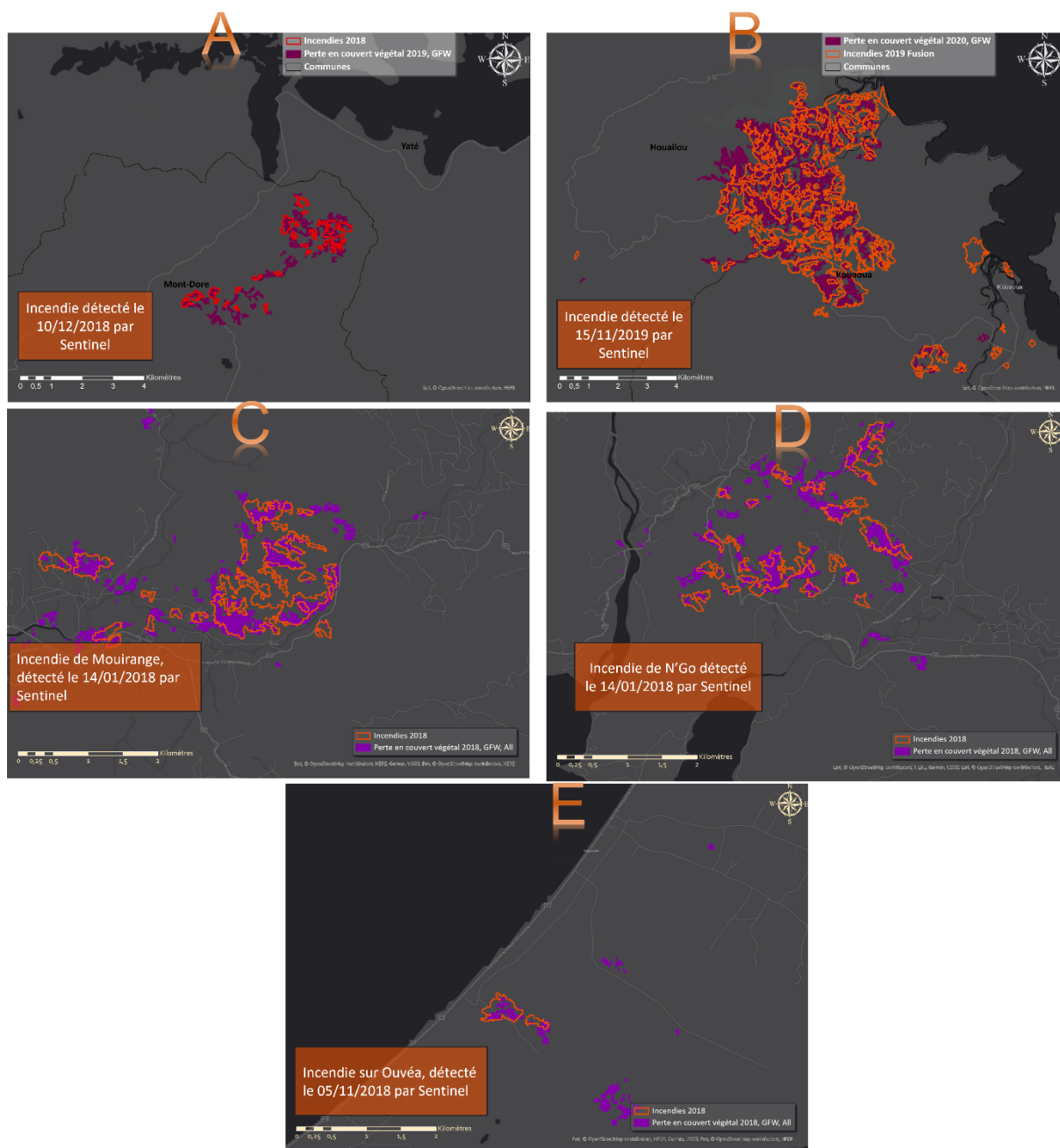


Figure 76: Cartes de perte en couvert végétal 2019 sur le Bois du Sud (photo A) et en 2020 sur Kouaoua et Houailou (photo B), les images C, D, E concernent la perte en couvert végétal 2018 justifiés par des incendies de 2018.

En tenant compte de cette limite, il a été décidé que pour estimer la part de perte en couvert végétal occasionnée par les incendies, les données de l'année considérée par le Global Forest Watch seront ainsi comparées aux données des incendies de la même année combinées à celles de l'année précédente. Pour citer un exemple, les données GFW 2018 seront analysées avec les incendies 2017 et 2018. Cette étape est réalisée en utilisant l'outil *Combiner*⁴² d'ArcGIS.

L'information sur la perte en couvert végétal du GFW est obtenue globalement sur l'année et ne comprend aucun cumul de superficie, ce qui n'est pas le cas des incendies qui

⁴² <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/merge.htm>

peuvent avoir lieu sur le même espace l'année suivante. Il est donc nécessaire de fusionner les surfaces brûlées qui se superposeraient. Cette étape est réalisée en utilisant l'outil Fusionner⁴³ sur d'ArcGIS.

Il est important de rappeler que les incendies ne sont pas la seule cause de dégradation et de disparition de la végétation.

Afin de traiter de manière optimisée ces données, un outil a été développé par l'OEIL sous ArcGIS spécifiquement pour les données du GFW, afin d'intégrer toutes les étapes nécessaires vues précédemment (comparaison aux données incendies de l'année précédentes, fusion des surfaces incendiées) pour générer les résultats attendus. Seules les zones en commun entre les pertes en couvert végétal et les incendies sont retenus dans les résultats.

Dans cette étude, les données 2020 de perte en couvert végétal ne pourront être comparées qu'aux données des incendies 2019, celles de 2020 n'étant pas encore disponibles.

4.2.2.2. Résultats

Tableau 44: Part des incendies sur les données de perte en couvert végétal entre 2017 à 2020

Année considérée pour la perte en couvert végétal	Année des données Incendies + 20m	Perte en couvert végétal (ha)	Part potentielle des incendies (%)	Part issues d'autres sources (%)
2020	2019	3 608,21	68%	32%
2019	2018 - 2019	520,16	51%	49%
2018	2017 - 2018	2 664,35	46%	54%
2017	2017	861,07	9%	91%

Il ressort de la comparaison des données du **GFW de 2020** avec les surfaces incendiées Sentinel 2 **de 2019** que les incendies ont potentiellement pu être à l'origine de **68%** des pertes en couvert végétal. Ce chiffre élevé atteste qu'une partie des pertes en couvert végétal liées aux feux de 2019 a bien été comptabilisée avec un certain décalage sur l'année 2020. Ce chiffre est important en comparaison des **38%** de perte en couvert végétal liée aux incendies obtenus en moyenne sur la période 2017-2019 (Tableau 46). La comparaison de ces chiffres est tout de même à prendre avec précaution, sachant qu'une amélioration de la chaîne de traitement a permis potentiellement de mieux détecter les surfaces brûlées en 2019 par rapport aux deux autres années (cf. partie 2.2.2).

L'année 2017 présente une part très faible de perte en couvert végétal de l'ordre de 9% par rapport aux autres années sur le Tableau 44, mais ce chiffre est à prendre avec

⁴³ <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/h-how-dissolve-data-management-works.htm>

précaution car seuls les incendies 2017 issus de Sentinel ont été pris en compte pour cette année.

Le décalage d'une année sur l'autre entre les données des incendies et celles de la dégradation du couvert végétal est bien marquée sur les années les plus conséquentes, **2020 et 2018**. Ces années ont plus de 2 000 hectares détectés de perte du couvert végétal, dont la part potentielle liée aux incendies est également plus importante, supérieure à la moyenne. L'origine de ces pertes s'explique en grande partie par des surfaces potentiellement brûlées des années qui les précèdent, **2019 et 2017**.

Pour rappel, les données du GFW de 2019 et 2018 ont été comparées aux données sur les incendies de la même année et d'une année précédente. Le Tableau 45 montre ainsi que la part la plus conséquente a pu être justifiée par les incendies de l'année qui précède celle des données de perte en couvert forestier. Par exemple, parmi les pertes en couvert végétal de 2018 liés aux incendies, 85% ont pu être justifiés grâce aux incendies datant de 2017.

Tableau 45: Part potentielle des incendies en fonction de l'année

Année Perte couvert végétal	Perte en couvert végétal (ha)	Part potentielle des incendies de la même année (ha)	Part potentielle des incendies de l'année n-1 (ha)	Part potentielle des incendies de la même année (%)	Part potentielle des incendies de l'année n-1 (%)
2018	2 664,35	186,27	1 031,81	15%	85%
2019	520,16	115,48	149,46	44%	56%

Tableau 46: Part moyenne des incendies sur les données GFW 2017 - 2020

Période des données GFW	Part moyenne des secteurs incendiés (zone tampon 20m)	Origine de détection des incendies + zone tampon 20m
2017-2020	52%	Sentinel 2
2017-2019	38%	Sentinel 2

4.2.2.3. Discussions

Dans cette analyse, il a été décidé de ne considérer que les secteurs en commun entre les incendies et les zones de perte en couvert forestier (zones intersectées). Or une analyse visuelle montre qu'une partie des secteurs de perte en couvert forestier ne sont pas pris en compte, visible sur la Figure 76 mais également sur l'exemple de la Figure 77 de l'incendie de la Forêt de Saille, à Thio, en 2019. En considérant seulement les zones d'intersection avec les incendies, une partie, parfois minoritaire, des secteurs de perte en couvert forestier est pris en compte dans les résultats. Il semble donc peu probable que les secteurs hors du périmètre des surfaces incendiées ne soient tout de même pas liés aux incendies, et soient dus à d'autres sources potentielles. De plus, la méthode de détection des incendies peut potentiellement ne pas avoir détecté une partie des surfaces brûlées, ou qu'elle puisse être détectée assez tardivement.

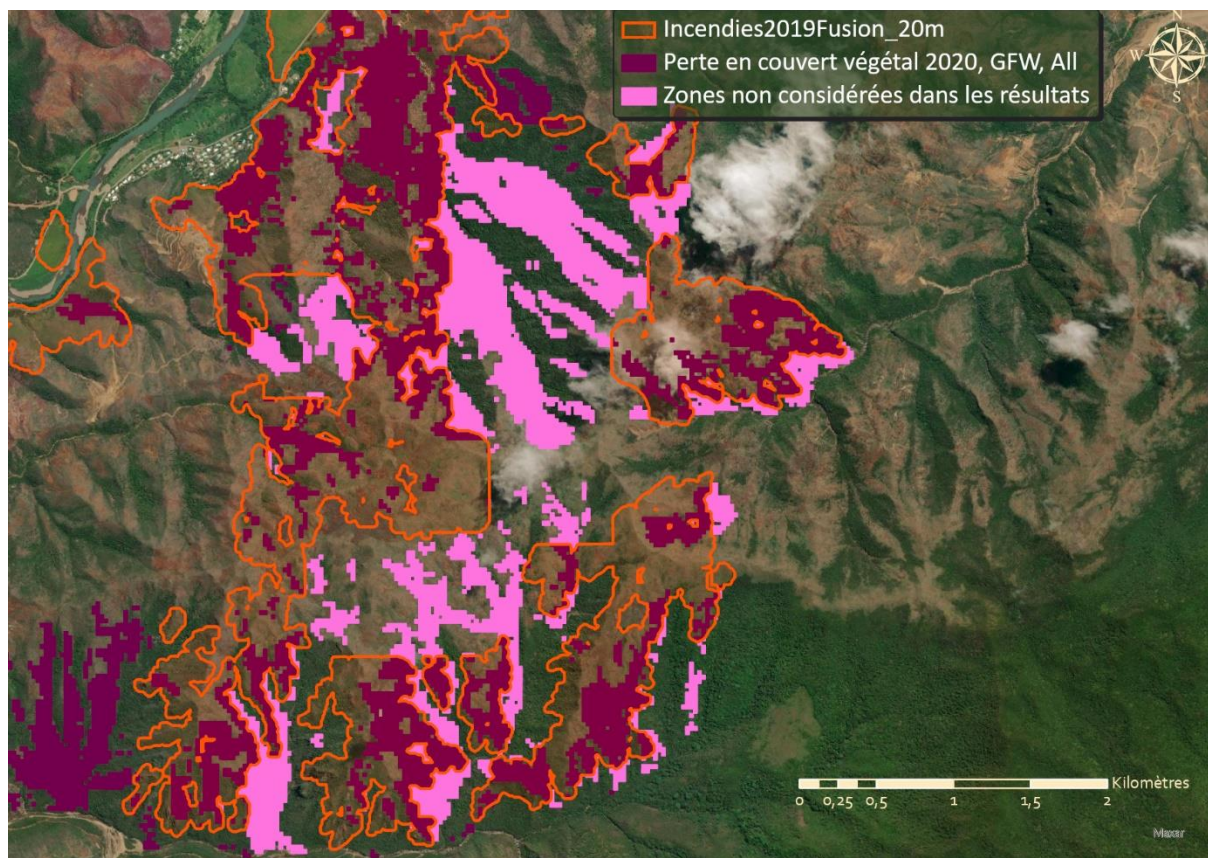


Figure 77: Perte en couvert forestier 2020 et Incendie 2019 sur le secteur de Thio, Forêt de Saille

La part incendiée semble plus conséquente lorsque l'on considère les résultats de la nouvelle version de méthode de détection des incendies avec Sentinel, expliquée en partie 2.2.2. Pour rappel, seuls les incendies de 2019 ont été traités avec la nouvelle méthode de détection, et ainsi la part a pu être estimée à 68% sur les pertes en couvert forestier de 2020 (Tableau 44). L'objectif serait à terme de pouvoir retraiter l'historique des incendies depuis 2017 avec Sentinel en utilisant la nouvelle méthode de détection afin d'avoir des résultats comparables.

Pour une analyse plus précise, les données dites de déforestation du TMF (Tropical Moist Forest) pourrait être utilisée. En comparaison, avec les données du Global Forest Watch, sur 2010 à 2019, on estime en moyenne les pertes à 1 330 hectares par an tandis que si l'on se base sur les données du TMF, la déforestation est estimée à près de 3 100 hectares par an.

Une analyse a été également réalisée sur l'historique de données en comparant avec les données incendies du VIIRS – Suomi NPP entre 2013 à 2017, fournie en Annexe. La part liée aux incendies en moyenne sur la période considérée est seulement de 27%, ce qui reste relativement basse. Ces résultats s'expliquent par le fait que la méthode de détection des incendies issus du capteur VIIRS se basent sur les anomalies thermiques, et donc, que seuls les incendies actifs sont détectés par le satellite. Certains feux peuvent ne pas avoir été

détectés si l'intensité de l'incendie et sa répartition restent relativement faibles ou si la couverture nuageuse est importante. De plus, environ 38% de la superficie incendiée issue de Sentinel a pu être mise en correspondance avec celles du VIIRS, montrant une sous-estimation du phénomène en considérant les données de Suomi NPP.

4.2.3. Impacts des incendies sur les forêts de la Province Nord

4.2.3.1. Informations

La cartographie des forêts en Province Nord reproduit les zones où la végétation est supérieure à 5 mètres (hors plantations sylvicoles, savanes et formations d'espèces végétales envahissantes). Cette couche possède une échelle de 1 : 3 000^e, qui permet une meilleure précision et une meilleure connaissance de la couche arborée de la Province Nord, afin de compléter l'analyse concernant la strate arborée issue du MOS 2014 (partie 4.2.1.3.1). Cette carte a été réalisée en octobre 2019 par photo-interprétation., à partir d'ortho-photos datant de 2007 à 2012. Ainsi, cette couche recense 321 017 ha de forêt contre 334 196 ha pour la strate arborée en Province Nord issue du MOS 2014. Cette différence peut s'expliquer par l'échelle de travail (1 : 3 000^e) qui est plus précise sur la cartographie des forêts de la Province Nord que celle du MOS 2014, dont sont issues les strates de végétation (de l'ordre de 1 : 12 000^e). La méthode d'acquisition des données de strates du MOS 2014 utilise une approche semi-automatisée⁴⁴ tandis que l'étape par photo-interprétation des forêts peut apporter plus de précision en fonction des connaissances des experts sur la thématique, mais peut aussi induire des biais selon le photo-interprète. De plus, les deux couches d'information n'ont pas été réalisées sur la même chronique de données avec des ortho-photos entre 2007 à 2012 pour les forêts de la Province Nord alors que du traitement a été effectué sur des images satellites de SPOT 6 à une résolution 1,5 mètre pour le MOS 2014. La strate arborée du MOS 2014 peut quant à elle comprendre d'autres formations telles que les plantations sylvicoles ou encore certaines formations d'espèces invasives. A noter que les forêts forment des ensembles de couvert végétal, plus ou moins homogène en fonction de leur richesse spécifique. Ici, les espèces ne sont pas digitalisées.

⁴⁴ <https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/27689>

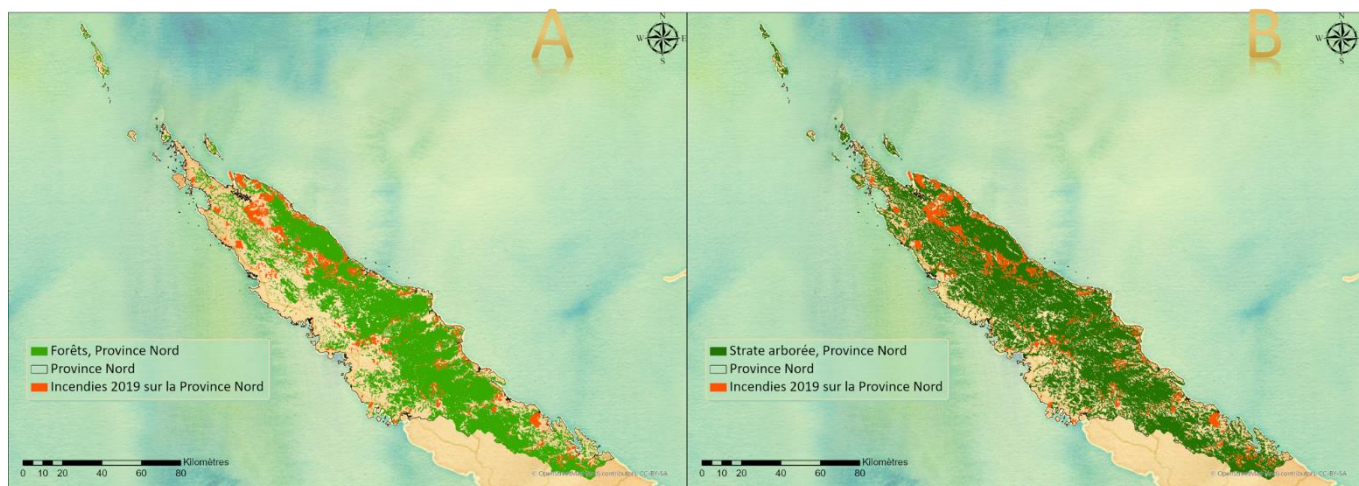


Figure 78: Cartes représentant la strate forêts de la Province Nord superposées aux incendies 2019 (photo A) et la strate arborée du MOS 2014 de la province Nord superposée aux incendies 2019 (photo B)

4.2.3.2. Partenaires

La cartographie des zones de forêts de la Province Nord est fournie par la Province Nord.

4.2.3.3. Résultats

Tableau 47: Statistiques à l'échelon de la Province Nord pour les zones de forêts

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la forêt par rapport à sa surface totale (%)
Province Nord	321 017	809	0,25

En observant le Tableau 47, la superficie brûlée pour les forêts de la Province Nord est **de 809 hectares**, c'est 31 fois le résultat obtenu en 2018 (26 hectares) et près 5 fois celui de 2017 (164,8). En comparaison avec la végétation du MOS 2014, cela représente **seulement 1/5^e** de la surface brûlée obtenue pour la strate arborée (2 988 hectares), ce qui signifie que les incendies ont touché moins d'espaces définis comme de la forêt par la Province Nord. La Figure 79 montre que cette différence peut s'expliquer par l'occurrence d'incendies en 2019 sur les zones supplémentaires de strate arborée (autres que de la forêt) localisées essentiellement sur la côte Ouest entre Koné à Poum et comprenant une partie du territoire de Ouégoa au Nord, commune ayant subi le plus de dommages liés aux incendies.



Figure 79: Secteurs supplémentaires de strate arborée (plantation, savanes, formation d'espèces végétales envahissantes) par rapport aux forêts de la Province Nord

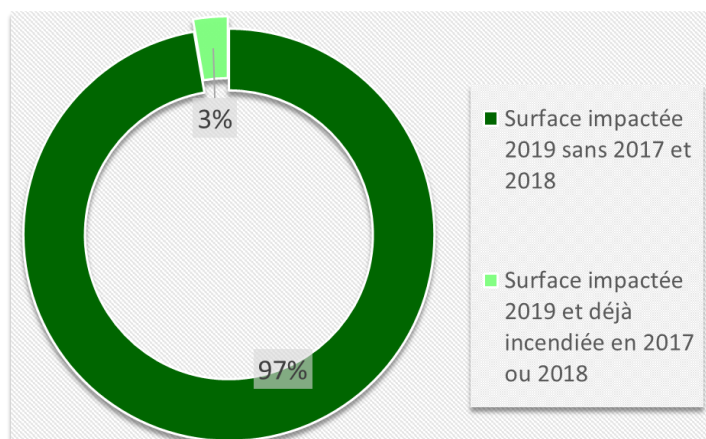


Figure 80 : Répartition de la superficie impactée en 2019 des zones de forêts en comparaison avec 2017 et 2018

La Figure 80 montre ainsi que près de **97%** des forêts de la Province Nord ayant brûlée en 2019 ne correspond pas à des zones qui ont déjà été impactées sur les deux années précédentes 2017 et 2018. Les 3% restant même s'ils ne représentent qu'environ 24 hectares, sont des zones où il y a eu donc un impact des incendies de manière répétée sur un temps relativement court. Pour rappel, la fréquence des incendies sur certaines zones pourrait potentiellement favoriser l'avancée des savanes en érodant les formations forestières et, permettraient également de maintenir la savane ouverte en limitant l'installation d'arbres forestiers.⁴⁵

En considérant tous les secteurs de forêts ayant été incendiés au moins une fois **entre 2017 et 2019**, la superficie de ces impacts serait estimée à environ **908 hectares**.

⁴⁵ 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.

Tout comme les résultats de strate de végétation vus précédemment en partie 4.2.1, le Tableau 48 indique que la commune la plus touchée est **Ouégoa**, avec **169 ha** brûlés, soit **0,95%** de sa superficie forestière, alors que sur la strate arborée du MOS 2014, le pourcentage s'élevait à près de 6% soit plus de 1 300 hectares. La seconde commune la plus impactée au niveau de la couverture forestière est Kouaoua (0,87 %), qui a perdu plus de **111 ha** de sa forêt notamment lors d'un incendie majeur d'une surface de 1562 ha survenu le 15 novembre 2019. Elle est suivie de Pouébo avec 0,70% de ses forêts qui ont été impactées, une autre commune définie comme très fortement impactée en partie 3.1.1.3.

Tableau 48: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones forestières de la Province Nord par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

COMMUNES	Superficie de la forêt de la Province Nord	Surface incendiée qui touchent des zones forestières de la Province Nord	Part de la surface incendiée des zones forestières de la Province Nord
Belep	883	0,14	0,02
Canala	14 618	23,26	0,16
Hienghène	53 231	87,75	0,16
Houailou	46 635	83,53	0,18
Kaala-Gomen	8 201	3,27	0,04
Koné	7 186	17,25	0,24
Kouaoua	12 767	111,41	0,87
Koumac	5 132	2,66	0,05
Ouégoa	17 857	169,28	0,95
Poindimié	38 470	33,99	0,09
Ponérihouen	42 325	18,40	0,04
Pouébo	9 065	63,39	0,70
Pouembout	12 244	16,35	0,13
Poum	2 420	7,23	0,30
Poya	19 458	25,43	0,13
Touho	14 087	4,65	0,03
Voh	16 406	9,73	0,06

4.2.4. Impacts des incendies sur les forêts sèches

4.2.4.1. Informations

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

nécessaire au maintien de l'intégrité des noyaux de forêt sèche, ainsi que l'anticipation de leur évolution.

La forêt sèche se rencontre sur la côte Ouest de la Grande Terre, 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.



Figure 81: répartition des zones de vigilance et des connectivités moyennes liées aux forêts sèches 2019, CEN

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 al⁴⁶ soulignent que la forêt sèche représente l'écosystème sur lequel la perte en diversité serait la plus préoccupante en cas d'incendie.

Près de 75% de secteurs de forêts sèches sont inclus au sein de la strate arborée du MOS 2014, et le reste est en grande partie réparti dans la strate arbustive.

⁴⁶ 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.

Elle se répartie à 53% sur le territoire de la Province Nord et à 47% sur celui de la Province Sud, et sur 17 communes présentées au Tableau 49.

Tableau 49: Communes ayant des zones de vigilance et de connectivité moyenne distance des forêt sèche

Commune	Superficie (ha) Zones de vigilance des forêts sèches	Superficie (ha) Connectivité moyenne distance forêt sèche
Belep	26,08	0
Bouloupari	137,23	412,09
Bourail	7 077,06	7 799,11
Dumbéa	585,73	687,91
Kaala-Gomen	2 044,52	2 085,28
Koné	497,09	993,10
Koumac	4 395,42	4 791,13
La Foa	700,87	753,97
Moindou	1 286,44	1 634,41
Mont-Dore	27,05	69,62
Nouméa	1 018,36	806,74
Ouégoa	685,67	385,12
Païta	3 693,54	4 156,06
Pouembout	1 865,42	2 430,78
Poum	1 629,06	2 538,01
Poya	4 601,99	5 109,22
Voh	596,86	564,45

4.2.4.2. 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 CEN⁴⁷ qui a fourni les données pour la présente étude.

4.2.4.3. Résultats sur les zones de vigilance des forêts sèches

Le Tableau 50 et le Tableau 51 présentent les zones de forêts sèches touchées par les incendies en Nouvelle-Calédonie et par province, respectivement.

Tableau 50: Statistiques à l'échelon territorial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2019

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la forêt sèche par rapport à sa surface totale (%)
Nouvelle-Calédonie	31 053	128	0,41

⁴⁷ Pour plus d'information, se référer au [rapport de ROTA.T](#), Cartographie des connectivités des forêts sèches de Nouvelle-Calédonie, 2016

Tableau 51: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2019

Province	Superficie des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (%)	Equivalent en terrains de football
Province Nord	15 736	88,45	0,56	126
Province Sud	14 003	39,19	0,28	56

La richesse faunistique et floristique qui compose ces habitats est extrêmement fragile et des incendies de cette ampleur pourraient avoir des conséquences irréversibles sur ces milieux. L'année 2019 étant l'une des plus impactée au niveau des incendies, cela est observé également pour la thématique sur la forêt sèche ayant perdu **128 ha** de sa superficie, c'est environ 90 hectares en plus de 2018, et c'est 55 ha de plus 2017. Cet impact reste très lourd pour des écosystèmes aussi fragiles. Avec l'aide de la Figure 82, celle-ci montre que c'est plus de 80% de la surface des zones de vigilance qui n'a pas été impacté sur les deux années précédentes 2017 et 2018.

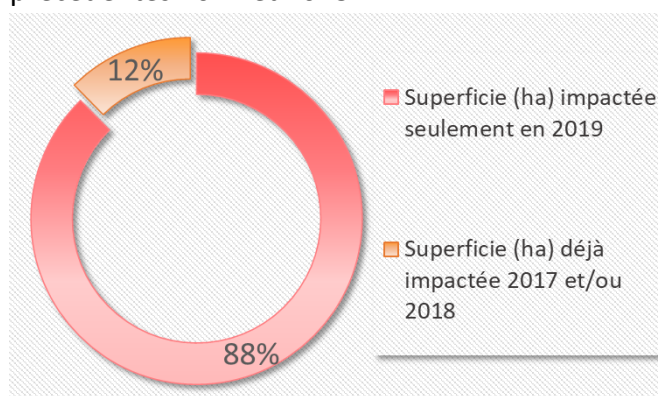


Figure 82: Part de la superficie nouvelle impactée en 2019 sur les zones de vigilances de forêt sèche

En 2019, plus de **88 hectares** des zones de vigilance des forêts sèches ont brûlé en **Province Nord**, soit l'équivalent de 126 terrains de football, contre 56

terrains en Province Sud. En 2018, la Province Nord voyait déjà 36 hectares de l'ensemble de ses zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée, et était déjà la province ayant eu le plus d'impact sur la forêt sèche contre 2,5 hectares en Province Sud. Par rapport à 2017, c'est une augmentation de plus de 100% pour la Province Nord tandis que pour la Province Sud ce sont 22% en plus.

Le Tableau 52 présente la superficie des zones de vigilance des forêts sèches qui a brûlé par commune en 2019. 11 sur les 17 communes ayant des zones de vigilances de forêt sèche ont été touchées par les incendies.

Tableau 52 : 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 2019

Commune	Superficie des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Superficie incendiée des zones de vigilance des forêts sèches (ha)	Part de la superficie incendiée des zones
---------	--	--	---

			de vigilance des forêts sèches (%)
BOURAIL	7075,576	0,91	0,01
KAALA GOMEN	2044,546	2,58	0,13
KONE	497,0191	37,73	7,59
KOUMAC	4395,789	0,27	0,01
MOINDOU	1286,166	0,22	0,02
NOUMEA	383,2939	6,62	1,73
PAITA	3693,216	22,10	0,60
POUEMBOUT	1843,705	3,00	0,16
POUM	1554,797	20,09	1,29
POYA	4551,932	34,01	0,75
VOH	597,9753	0,20	0,03

La commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses zones de vigilance des forêts sèches **est Koné** avec **7,59 %** de la superficie ayant été incendiée, une des communes soulignées comme fortement impactée en partie 3.1.1.3. Ce sont l'action de plusieurs incendies survenus au nombre de 4, avec une superficie de plus de 900 hectares, qui ont potentiellement étaient à l'origine des 38 hectares de forêt sèche brûlés sur la commune, suivi de Poya avec 34 hectares. On note tout de même plus de 20 hectares pour les communes de Poum et de Païta.

De plus, la forêt sèche de Nouméa a également été impactée, en considérant la part de la superficie incendiée, la capitale reste la deuxième commune avec près de 2% même si cela n'équivaut qu'à 6 hectares. Ces incendies se sont produits vers Normandie-Tina avec 7,7 ha et Nouville, où l'incendies faisant 3 ha dont la moitié comptait de la forêt sèche.

Les communes qui n'ont pas été impactées sur les zones de vigilances de forêt sèche en 2019 sont Bélep, Bouloupari, Dumbéa, La Foa ainsi que le Mont-Dore. En 2018, ce sont 11 communes qui n'ont pas été touchées sur leur zones de vigilance, et 7 en 2017, dont Bouloupari, La Foa et le Mont-Dore n'ayant pas eu d'impact de manière consécutive sur ces 3 années.

Le Tableau 53 met en lumière les différences des communes étant les plus impactées par les feux de 2017 à 2019. On constate qu'en 2018 c'était Poum la commune la plus impactée.

Tableau 53: Tableau comparatif 2017 à 2019 des communes étant le plus impactées par les incendies 2019 au niveau de leurs zones de vigilance des forêts sèches

	2017	2018	2019
Commune qui a subi le plus de pertes par rapport à la superficie totale des zones de vigilance des forêts sèches	Dumbéa	Poum	Koné
Commune qui a vu le plus d'hectares de ses propres	Poya	Poum	Koné

zones de vigilance des forêts sèches partir en fumée			
--	--	--	--

4.2.4.4. Résultats sur les connectivités moyenne distance

Le *Tableau 54* et le *Tableau 55* montrent les impacts des incendies de 2019 sur les zones de connectivité moyenne distance des forêts sèches à l'échelle territoriale, puis provinciale, respectivement.

Tableau 54: Statistique à l'échelon du territoire pour les zones de connectivité moyenne distance des forêts sèches en 2019

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée par rapport à la surface totale (%)
Nouvelle-Calédonie	35 457	258	0,73

Tableau 55: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivité moyenne distance en 2019

Province	Superficie incendiée des zones connectivités moyennes (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de connectivités moyennes distances (%)	Equivalent en terrains de football
Province Nord	203,48	1,10	291
Province Sud	54,61	0,32	78

Comme pour les précédents résultats sur les zones de vigilance, en 2019, les dégâts liés aux incendies sont plus conséquents sur les zones de connectivité de moyenne distance pour la forêt sèche avec **258 ha**. En comparaison avec 2018, c'est plus de 160 ha de zones de connectivité de moyenne distance impactées, et c'est une augmentation de plus de 76% par rapport à 2017.

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

Comme le montre le *Tableau 55*, la **province Nord** a subi une perte d'environ 203 hectares de connectivités moyennes distance en 2019, soit l'équivalent de 291 terrains de football. En 2017 et 2018, elle restait la plus touchée en matière de perte de connectivité moyenne distance avec respectivement 93 et 85 hectares incendiés sur ces années.

Le *Tableau 56* présente la superficie des zones de connectivités moyennes distances qui ont brûlé par commune en 2019. 12 communes ont été touchées.

Tableau 56 : 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 2019

Commune	Superficie incendiée des zones de connectivités moyennes (ha)	Part de la superficie incendiée des zones de connectivités moyennes distances (%)
BOURAIL	1,37	0,02
DUMBEA	10,22	1,49
KAALA GOMEN	1,79	0,09
KONE	48,34	4,87
KOUMAC	0,02	0,00
NOUMEA	3,99	0,50
OUEGOA	4,01	1,04
PAITA	27,95	0,67
POUEMBOUT	72,85	3,00
POUM	23,93	0,94
POYA	62,72	1,23
VOH	0,81	0,14

En considérant la part incendiée sur les zones de connectivité de moyenne distance pour chaque commune, celle ayant subi le plus de pertes au niveau de ses zones de corridors favorables à la conservation des forêts sèches est **Koné** avec **4,87% incendiés**, étant déjà la première commune pour les zones de vigilance des forêts sèches et considérée comme ayant été fortement impactée.

De plus, la commune de **Pouembout** a vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de connectivités moyennes distances, avec **73 hectares**. Même si elle a été classée comme modérément impactée en partie Figure 8 de la partie 3.1.1.3, Pouembout reste la 5^e commune ayant le plus de superficie de connectivité moyenne distance des forêts sèches avec plus de 2 400 hectares dont l'impact reste non négligeable. Elle est suivie de **Poya** avec **62 hectares**, qui était déjà la seconde commune ayant été impactée au niveau des zones de vigilance de forêt sèche. L'enjeu sur la thématique des forêts sèches reste primordial sur cette commune, étant classée en deuxième position après Bourail en termes de superficie des zones de connectivité, avec plus de 5 000 hectares, elle détient donc près de 15% des espaces de connectivité de moyenne distance avec la forêt sèche en Nouvelle-Calédonie. Ces ruptures de connectivités pourraient avoir des conséquences très néfastes sur le maintien des forêts sèches sur les territoires touchés.

Le Tableau 57 compare les années 2017, 2018 et 2019 sur les impacts des incendies sur la perte de la forêt sèche. On constate que Poum, les deux années précédentes a été la plus impactée, avec Poya, qui cumulait déjà le plus de superficie en 2017, et reste parmi les plus impactées en 2019 même si elle n'arrive pas en première position.

Tableau 57: Tableau comparatif 2017/2019 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches.

	2017	2018	2019
Communes avec le plus de pertes au niveau de ses zones de corridors	Dumbéa	Poum	Koné
Communes avec le plus de superficies incendiées de connectivités moyennes	Poum et Poya	Poum et Kaala-Gomen	Pouembout

La Figure 83 permet de visualiser l'impact des incendies sur les connectivités moyennes distances. Une emphase a été faite sur les connectivités les plus touchées.

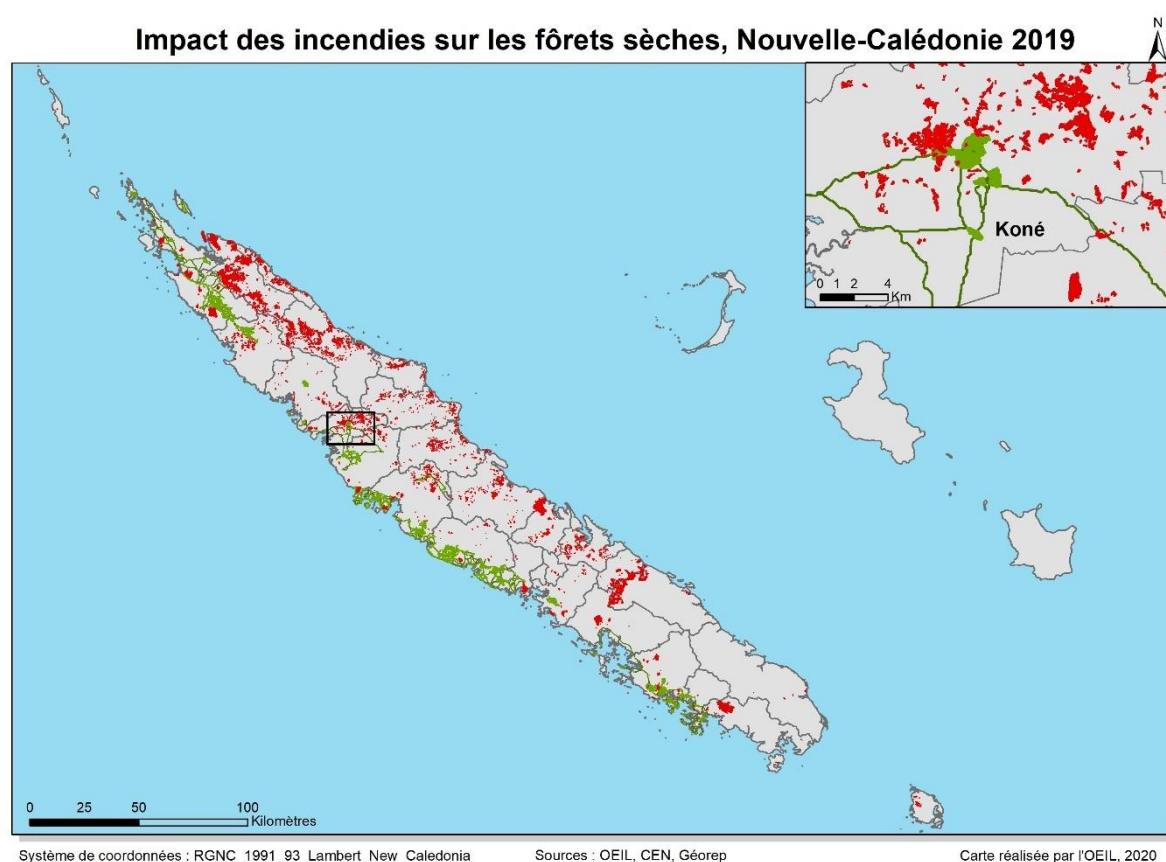


Figure 83: Carte de l'impact incendies 2019 sur les connectivités moyenne distance des forêts sèches avec emphase sur la commune où les connectivités moyennes ont été le plus touchées. (Source : OEIL)

4.2.5. Impacts des incendies sur les mangroves

4.2.5.1. Informations

La mangrove est un écosystème spécifique des régions tropicales. Majoritairement constituée de palétuviers, de nombreuses espèces viennent y trouver refuge notamment pour être à l'abri des prédateurs mais aussi pour s'y reproduire. Elle se situe dans la zone de balancement des marées sur les bandes littorales ce qui permet dans une certaine mesure de protéger le littoral contre l'érosion marine. En effet, les mangroves permettent notamment de filtrer les

sédiments apportés par les diverses voies d'accès qu'empruntent les eaux de ruissellement et évitent ainsi de perturber la santé des massifs coralliens. De plus, elles fertilisent le lagon par la production de nourriture issue de la décomposition de la matière organique. En Nouvelle-Calédonie, les mangroves représentent également une ressource pour la pêche du crabe de palétuvier (*Scylla serrata*). Il convient donc de protéger ces systèmes naturels sensibles afin d'éviter de désorganiser l'écosystème qui lui est lié.

4.2.5.2. Partenaires

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

4.2.5.3. Résultats

Le Tableau 58 présente les résultats de ce traitement à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

Tableau 58: Statistique à l'échelon territorial des mangroves impactées par les incendies en 2019

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée de la mangrove par rapport à sa surface totale (%)
Nouvelle-Calédonie	36 957	12	0,03

Le Tableau 59 présente la superficie par commune des mangroves impactées par les incendies. Ce sont 14 communes qui sont concernées par ces impacts en 2019.

Tableau 59 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Superficie incendiée des mangroves (ha)	Part de la superficie incendiée des mangroves (%)
BOULOUPARI	0,01	0,02%
DUMBEA	0,27	4,65%
KAALA GOMEN	0,02	0,10%
LA FOA	1,36	4,26%
MOINDOU	0,03	0,12%
OUEGOA	4,41	23,17%
PAITA	0,06	0,30%
POUEBO	0,01	0,09%
POUEMBOU	0,14	0,84%
POUM	4,80	10,07%
POYA	0,03	6,32%
THIO	0,01	0,20%
VOH	0,17	0,53%
YATE	0,90	19,18%

La Figure 84 permet de visualiser l'impact des incendies sur les mangroves en 2019. La couche des communes maritimes a été utilisée afin d'obtenir la part précise de l'impact des incendies sur la mangrove par commune. On observe que la mangrove de Ouégoa est touchée

sur 23,17% de sa superficie totale. La Figure 84 montre le désastre de l'incendie de l'île de Pam, survenu en novembre 2019, dans la commune de **Ouégoa**. Comme on peut le voir, plus de 80% de la richesse de l'île est parti en fumée dont une partie de sa mangrove.

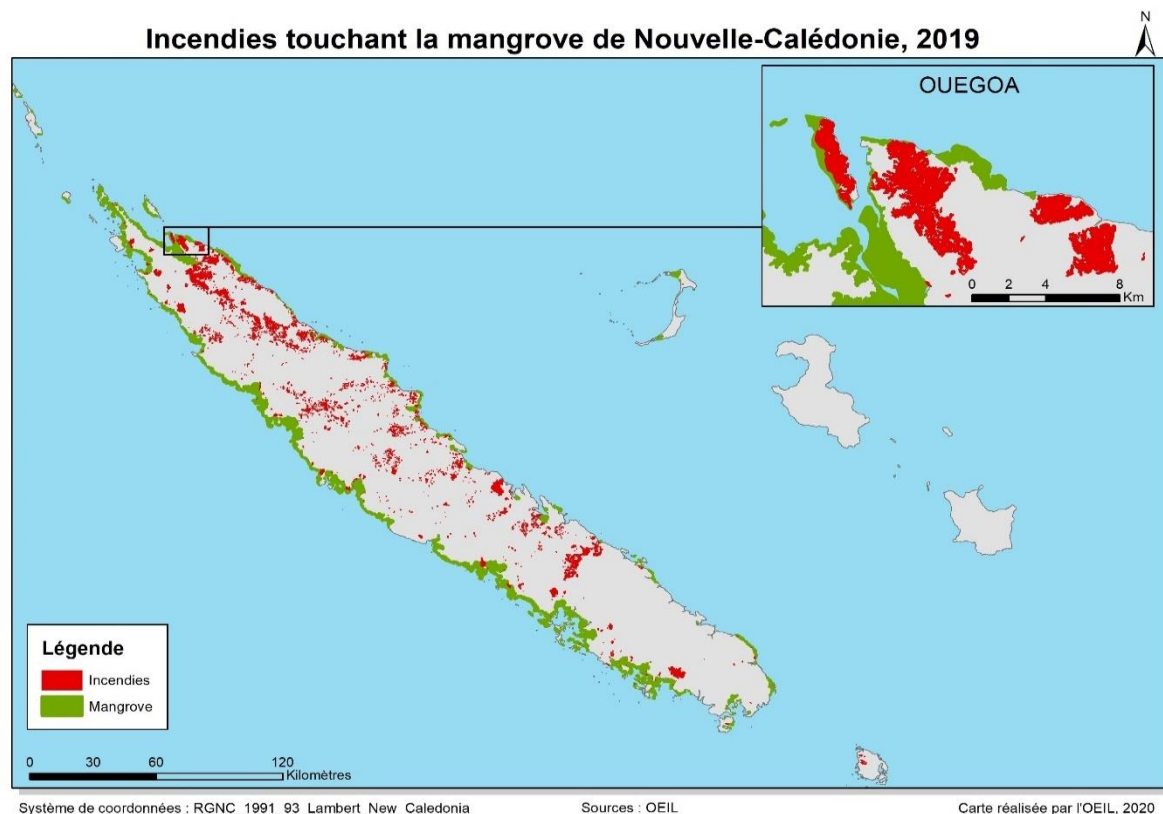


Figure 84: Carte de l'impact des incendies 2019 sur les mangroves (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, Programme Zonéco)

Les mangroves étant des milieux humides, elles ne brûlent que très rarement. Ce sont les zones d'arrière-mangroves qui sont impactées, avec les tannes et les *Avicennia*.

En 2018 moins d'un hectare avait été impacté par les feux, sur la commune de Poum. En 2017, huit communes présentaient des mangroves incendiées (Kouaoua, Canala, Kaala-Gomen, Koumac, Païta, Ouégoa, Poum et Pouembout) pour un total de d'environ 0,7 hectare incendié. En 2019, en revanche, **plus de 12 hectares de mangroves sont partis en fumée sur 14 communes de Nouvelle-Calédonie.**

Ces petites surfaces impactées correspondent aux extrémités des arrières-mangroves arbustives, plus sèches, qui sont composées d'une végétation dense pouvant être amenée à brûler si un feu intense se trouve à proximité.

4.2.6. Impacts des incendies sur les zones d'intérêts biologiques et écologiques situées en province Sud

4.2.6.1. Informations

La cartographie des zones d'intérêts biologiques et écologiques (Figure 86) identifie les secteurs présentant un intérêt pour la conservation des milieux naturels selon un indice de

conservation allant de 0 à 3. Cet indicateur composite a été associé à chaque formation terrestre afin de délimiter des zones d'actions prioritaires pour la sauvegarde du patrimoine naturel situé en province Sud. La détermination de cet indice a été construite 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 terrestre⁴⁸. Les deux indices croisés avec les surfaces brûlées détectées par Sentinel 2 sont :

- Les **milieux naturels essentiels à la préservation de la biodiversité**, composés d'espèces et de milieux considérés comme rares ou originaux, leur indice de priorité de conservation est de niveau 3
- Les **milieux d'intérêt 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

Il est à noter que les cartes de définition des milieux naturels et de priorisation de conservation de la biodiversité sont établies à différentes échelles de temps et en recourant à des sources multiples. Ainsi, les éléments issus de ces cartes sont à prendre en considération à titre indicatif, en tant qu'élément d'alerte et de vigilance sur les impacts des incendies sur les périmètres concernés. La connaissance de la nature, de la qualité et de la sensibilité des milieux naturels susceptibles d'être affectés par les incendies nécessite une visite de terrain afin de pouvoir confirmer et/ou infirmer les données issues de ces cartes⁴⁹.

Seuls les écosystèmes naturels du milieu terrestre ont été pris en compte. Ceux du milieu marin comme les herbiers ou les récifs ont été écartés.

⁴⁸ Se référer au [bulletin de la géomatique en Nouvelle-Calédonie n°24](#) du premier trimestre 2011 produit par le gouvernement, page 3

⁴⁹ Villemain Jérôme, Direction de l'environnement – Province Sud, communication personnelle



Figure 85: Répartition des milieux naturels d'intérêts de la Province Sud

4.2.6.2. Partenaires

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

4.2.6.3. Résultats

Le Tableau 60 présente les résultats des zones d'intérêts biologiques et écologiques impactées par les incendies en 2019 à l'échelle de la Province Sud.

Tableau 60: Statistiques à l'échelon provincial impactant les zones d'intérêt biologiques et écologiques

	Surface totale (ha)	Surface brûlée (ha)	Part de la surface brûlée par rapport à la surface totale (%)
Milieux essentiels à la préservation	304 834	1 231	0,4
Milieu d'intérêt important	107 080	2 177	2

4.2.6.3.1. Milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

Le présente la superficie des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2019. Ainsi, 13 communes ont été impactées, soit presque toutes les communes de la Province Sud (sauf Farino).

Tableau 61 : 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 2019

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 (%)
BOULOUPARI	6,93	0,024
BOURAIL	2,88	0,018
DUMBEA	3,6	0,026
ILE DES PINS	72,27	0,62
LA FOA	3,14	0,033
MOINDOU	0,03	0,0003
MONT DORE	304,86	1,4
NOUMEA	0,46	0,111
PAITA	123,45	0,512
POYA	0,66	0,013
SARRAMEA	0,04	0,0007
THIO	656,11	1,194
YATE	54,42	0,062

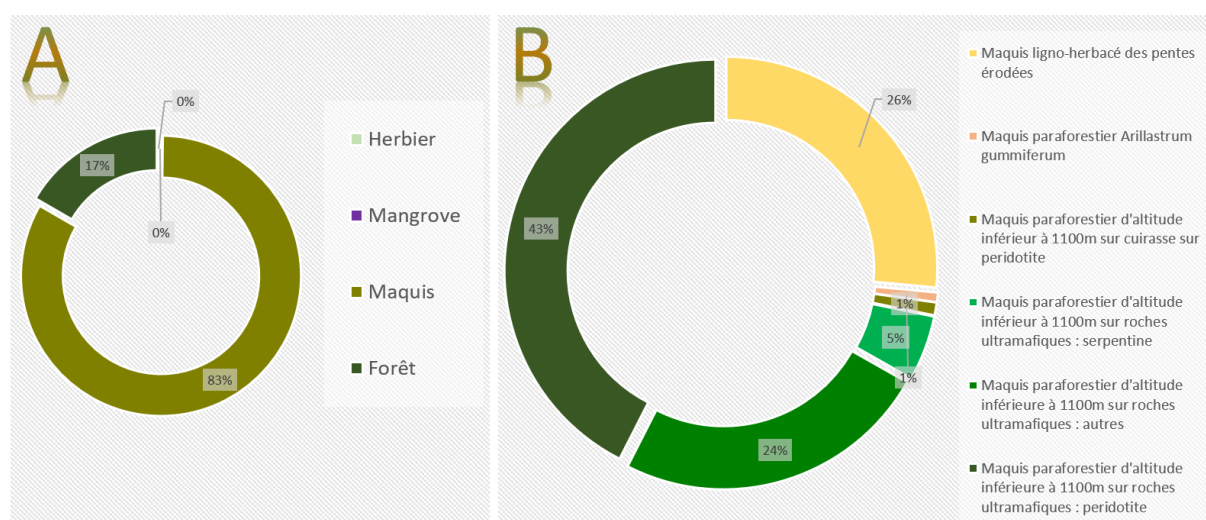


Figure 86: Répartition de la superficie incendiée par classe des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

En 2019, ce sont 1 228 hectares impactés des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité, soit environ 10 fois plus qu'en 2018, et ce sont 852 hectares en plus par rapport à 2017.

Sur la partie A de la Figure 86 montre qu'en 2019 ce sont en grande majorité des zones de **maquis** représentant 80% des milieux essentiels touchés, suivi par des espaces de forêt

correspondant à 17% des milieux naturels essentiels impactés. En se concentrant sur les maquis en partie B de la Figure 86, plus de 70% correspond à du **maquis para forestier d'altitude inférieur à 1 100 mètres**, essentiellement une végétation sur sol ultramafique. Les forêts concernées sont en grande partie d'une altitude inférieure à 400 mètres. Ces résultats semblent être en accord avec le paramètre d'altitude étudié en partie 3.1.4.3 où a été estimé que 90% des incendies ont une altitude moyenne inférieure à 400 mètres. Même si la précision des données diffère avec les données de strate de végétation, ces espaces de maquis para forestiers sont essentiellement sur des secteurs de la strate arbustive, type de végétation qui a été la plus impactée, résultat déjà présenté en 4.2.1.3.2.

En tenant compte des chiffres au Tableau 61, la commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses milieux essentiels à la préservation de la biodiversité est **Mont-Dore** avec **24,5 %** d'hectare incendié. Cette commune a subi l'un des incendies les plus importants de l'année 2019, vers la Montagne des Sources et la Coulée, avec plus de 1 700 hectares, ayant impacté ces milieux essentiels.

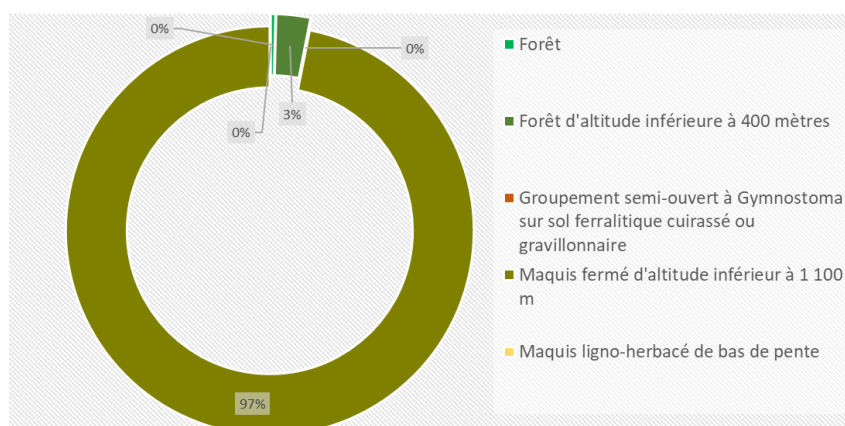
C'est la commune **de Thio** qui a vu disparaître le plus grand nombre d'hectares de milieux essentiels à la préservation de la biodiversité en province Sud, avec **656 hectares** incendiés, commune déjà présentée comme la plus impactée de la Province Sud.

Le Tableau 62 montre la comparaison des milieux essentiels touchés par les incendies des années 2017, 2018 et 2019. On constate qu'en 2018, la commune du Mont-Dore avait déjà été la plus impactée en Province Sud, avec notamment un incendie majeur, celui du Bois du Sud.

Tableau 62: Tableau comparatif 2017-2019 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs milieux essentiels à la préservation de la biodiversité

	2017	2018	2019
Commune avec le plus de pertes de ses milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	Païta	Mont-Dore	Mont-Dore
Commune avec le plus grand nombre d'hectares de milieux essentiels à la préservation incendiés	Païta	Mont-Dore	Mont-Dore

4.2.6.3.2. Milieux d'intérêts importants pour la conservation



Selon le Tableau 60, ce sont plus de 2 000 hectares incendiés en 2019 des milieux d'intérêts importants pour la conservation, soit 10 fois plus qu'en 2018, et environ 1 400 hectares supplémentaires par rapport à 2017.

Figure 87: Répartition de la superficie incendiée par classe sur les milieux naturels importants pour la conservation

Le type de milieu qui semble être le plus touché est le **maquis**

fermé d'altitude inférieur à 1 100 mètres avec 97% des milieux naturels importants pour la conservation selon la Figure 88, suivi de 3% correspondant à de la forêt d'altitude inférieure à 400 mètres. Ces résultats sont donc similaires avec ceux des milieux essentiels pour la préservation, et sont également en correspondance avec ceux sur l'altitude, avec une majorité des incendies souvent localisés à des altitudes inférieures à 400 mètres. Même si la précision de ces données et celle des strates de végétation diffère, le maquis fermé semble se rapprocher de la strate de végétation arbustive, ayant subi le plus d'impact, comme l'a montré la partie 4.2.1.3.4.

Le Tableau 63 présente la superficie des milieux d'intérêts importants pour la conservation qui ont brûlé en province Sud, par commune en 2019. Ce sont 12 communes étant concernées par les incendies sur ces milieux, soit plus de 85% des communes localisées en Province Sud.

Tableau 63 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts importants pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2019

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 (%)
BOULOUPARI	11,3	0,08
BOURAIL	17,5	0,20
DUMBEA	3,9	0,21
ILE DES PINS	70,2	4,39
LA FOA	4,8	0,09
MOINDOU	17,8	0,63
MONT DORE	835,8	7,54
PAITA	54,1	0,46
POYA	0,2	0,01
SARRAMEA	3,1	0,16
THIO	1155,7	12,45
YATE	2,7	0,01

D'après le Tableau 63, la commune qui a subi le plus de pertes au niveau de ses milieux d'intérêts important pour la conservation de la biodiversité est **Thio avec 12,45 % impactés**. En termes de superficie, cet impact représente 1 155 hectares incendiés. La majorité des impacts ont eu lieu au niveau de l'axe Boulouparis-Thio comme le montre la , zone particulière sur Thio déjà identifiée au niveau de la caractérisation générale des incendies en partie 3.1.1.5 et 3.1.1.3. Thio est suivie ensuite du **Mont-Dore** avec 7,54% de part incendiée soit une superficie de 835,8 hectares, dont la zone la plus touchée semble être lié à l'incendie majeur qui s'est produit à la Coulée, près de la Montagne des sources, visible sur la Figure 88.

Le Tableau 64 compare les communes ayant subi le plus de perte au niveau des milieux d'intérêts pour la conservation de 2017 à 2019. On constate qu'en 2018 c'était le Mont-Dore alors qu'en 2017 c'était à nouveau Thio qui était la commune la plus touchée. Ces deux communes ont donc tendance à souvent être parmi les plus impactées, arrivant en 2019 en première et seconde position.

Tableau 64: Tableau comparatif 2017-2019 des communes étant le plus impactées par les incendies au niveau de leurs milieux d'intérêts importants pour la conservation.

	2017	2018	2019
Commune avec le plus de pertes de ses milieux d'intérêts importants pour la conservation	Thio	Mont-Dore	Thio
Commune avec le plus grand nombre d'hectares de milieux d'intérêts importants pour la conservation incendié	Thio	Mont-Dore	Thio

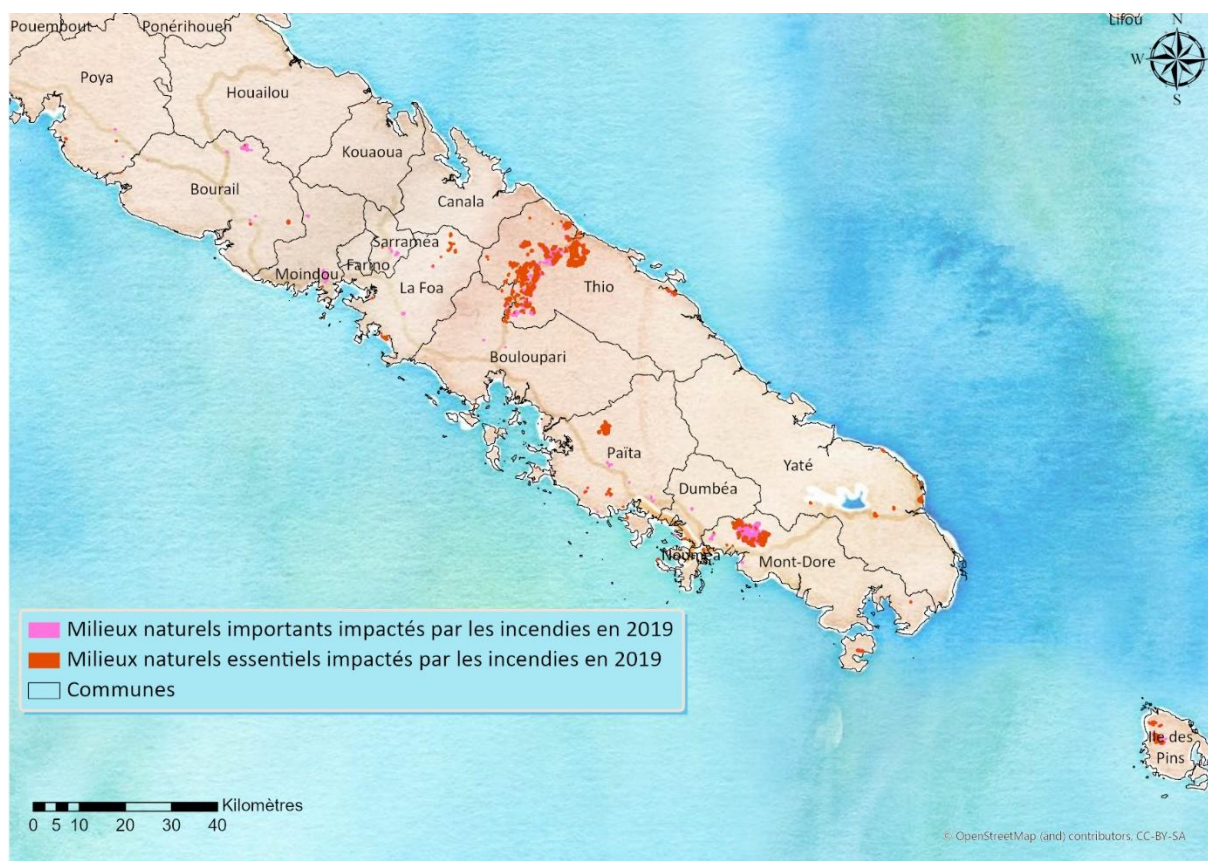


Figure 88: Zones impactées des milieux naturels d'intérêts, Province Sud

4.3. Impacts des incendies sur les espèces animales et végétales

Plusieurs organismes (Endémia, l'IAC, la DDDT, etc) se sont efforcés de délimiter des périmètres de conservation des espèces animales et végétales, à savoir : des zones clés de biodiversité, des zones d'intérêts biologiques et écologiques, des zones de forts micro-endémisme végétal, des périmètres d'alerte sur la faune et la flore et des zones regroupant des espèces sensibles. Ces périmètres, bien que présentant pour certains des limites dans la précision des données, présentent l'intérêt de permettre d'évaluer l'impact potentiels des incendies, notamment sur les espèces micro-endémiques, rares et menacées.

4.3.1. Impacts des incendies sur les zones clés de biodiversité

4.3.1.1. Informations

Les Zones Clés de Biodiversité (ZCB ou Key Biodiversity Areas) représentent des sites d'importance mondiale pour la conservation de la biodiversité, visibles sur la Figure 89. 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.⁵⁰

4.3.1.2. 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 65 résume les impacts des incendies sur les Zones Clés de Biodiversité recensées par commune dans cette base de données.

Tableau 65 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Nom de la zone clé de biodiversité touchée (KBA)	Superficie des zones clés de biodiversité (ha)	Nombre de feux par zone clé de biodiversité touchée	Superficie incendiée des zones clés de biodiversité (ha)	Part de la superficie incendiée des zones clés de biodiversité touchées (%)
Aoupinié Arago	34 142,5	41	461,88	1,35
Boulinda	28 394,39	51	657,67	2,32
Bwa Bwi	83 620,61	18	2 881,38	3,45
Do Nyi	160 072,1	137	2 371,68	1,48
Forêt Plate	13 539,42	8	25,53	0,19
Goro Tane Massif des Lèvres	78 335,05	104	1 013,75	1,29
Grand Sud	40 398,65	3	25,25	0,06
Ile des Pins	15 935,16	4	189,74	1,19
Koniambo	13 315,89	7	88,10	0,66
Kopeto	14 935,71	3	34,07	0,23
Mont Kaala	9 004,002	6	123,25	1,37
Mont Maoya	18 353,74	8	30,66	0,17
Mont Mou	7 564,482	3	13,16	0,17
Mont Panie	61 304,14	183	3 811,40	6,22
Pointe Maa	4 138,292	2	7,14	0,17
Rivère Bleue	48 954,85	3	360,85	0,74
Taom	18 445,76	5	31,90	0,17
Thiebaghi	18 962,73	6	356,21	1,88

4.3.1.3. Résultats

La Zone Clé de Biodiversité du **Mont Panié**, située sur les communes de Pouébo, Ouégoa et Hienghène (Figure 85), a été la plus touchée par les incendies de 2019, avec 6,22 % de sa superficie initiale incendiée, faisant parti des secteurs déjà mentionnés ayant les plus

⁵⁰ 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](#)

grandes superficies incendiées dans la partie 3.1.2.2. En effet, la Zone Clé de Biodiversité du Mont Panié compte 183 évènements qui ont consumé environ 3 811 hectares (Tableau 59).

Nous pouvons citer également, en deuxième position, la Zone Clé de Biodiversité **Bwa Bwi** avec 2 881 hectares impactés, répartis essentiellement sur l'axe reliant Thio et Bouloupari. En effet, cet axe s'était déjà fait remarquer lors de l'analyse de densité des incendies en partie 3.1.2.2.5. Son nombre important de feux avait fait ressortir l'axe routier reliant ces deux communes. De plus, rappelons que Thio reste la commune la plus impactée de la Province Sud.

En 2018, 1 017 hectares de zones clés de biodiversité avaient été incendiés. Ainsi, l'année précédente, le **Mont Panié** avait également la plus grande part de superficie incendiée et le plus grand nombre d'incendies, contrairement à l'année 2017.

Le Tableau 66 présente un comparatif des zones clés de biodiversité touchées par les incendies des années 2017 à 2019.

Tableau 66: Tableau comparatif 2017-2019 de l'impact incendie sur les Zones Clés de biodiversité

	2017	2018	2019
Zone Clé de biodiversité la plus incendiée par rapport à sa superficie totale	Mont Kaala	Mont Panié	Mont Panié
Zone Clé de Biodiversité ayant subi le plus grand nombre d'incendies	Do Nyi	Mont Panié	Mont Panié

La Figure 89 permet de visualiser l'impact des incendies sur les zones clés de biodiversité. Les zones les plus touchées ont été étiquetées afin de les situer plus facilement.

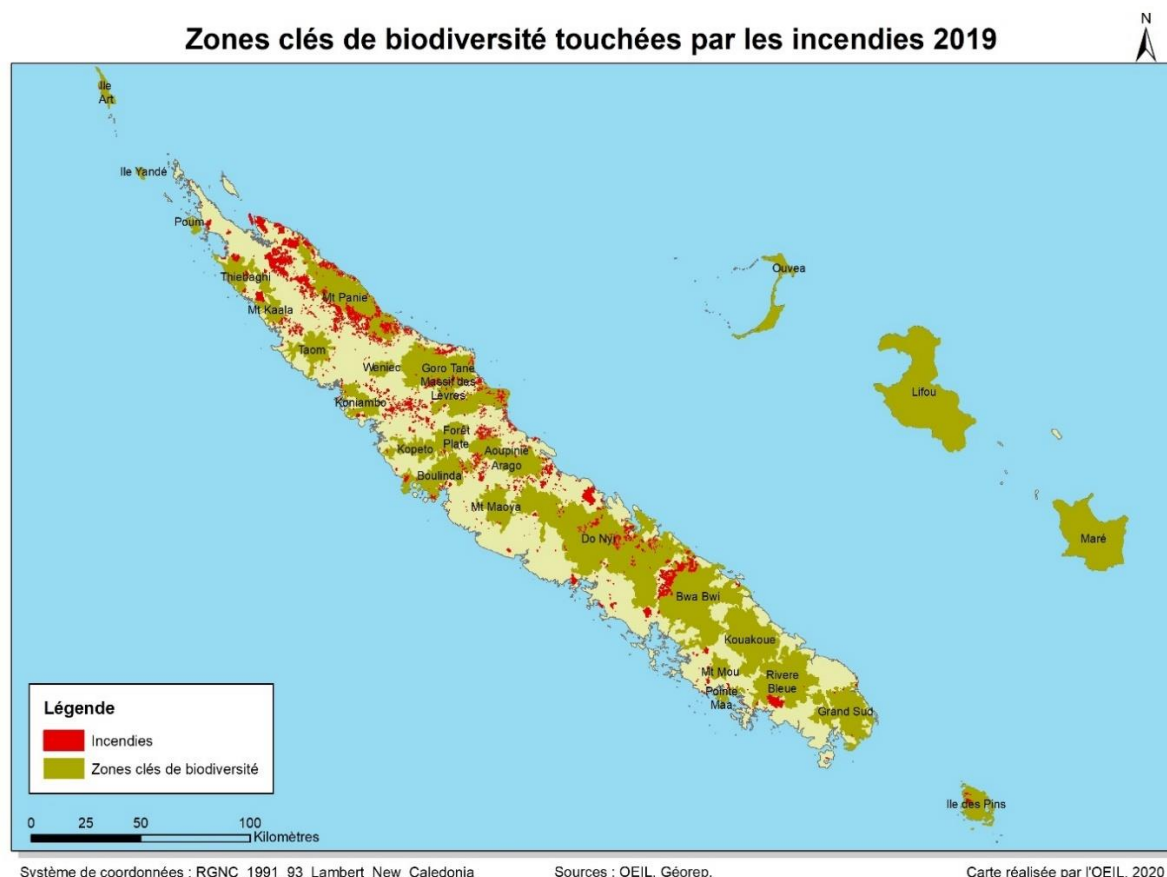


Figure 89: Carte de l'impact des incendies 2019 sur les Zones Clés de Biodiversité (Source : OEIL)

4.3.2. Impacts des incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal

4.3.2.1. Informations

Les zones de micro-endémisme végétal ont été déterminées à l'aide de travaux de modélisation et reposent sur des probabilités de présence d'espèces micro-endémiques vasculaires, visibles à la Figure 90. Ces données sont issues d'un travail de recherche sur les espèces micro-endémiques de Nouvelle-Calédonie dans les herbiers et la littérature. Puis grâce à la localisation de ces espèces, un regroupement des espèces micro-endémiques a été effectué afin de définir les paramètres environnementaux des micro-habitats qui les hébergent. Enfin, des techniques de modélisation d'habitat ont été utilisées afin d'évaluer la probabilité de la distribution potentielle d'une ou de plusieurs espèces en fonction des zones respectant les exigences environnementales de l'espèce. L'altitude, la pente, la pluviométrie et la température moyenne (si les espèces étaient situées sur plusieurs localisations), mais également la géologie a 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.

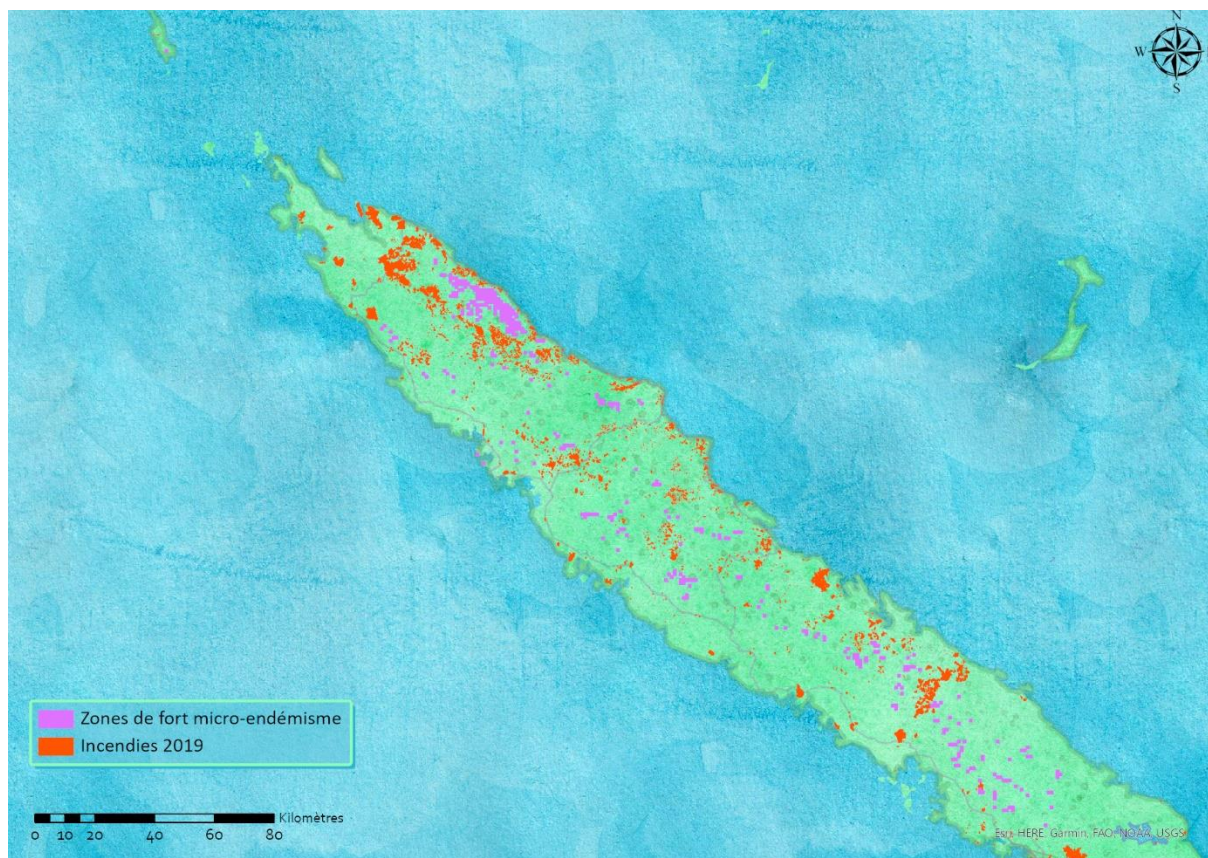


Figure 90: Carte de localisation des zones de fort micro-endémisme et des incendies 2019.
Sources : OEIL, Adrien Wulff UNC.

4.3.2.2. 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*"⁵¹.

4.3.2.3. Résultats

Le Tableau 67 montre l'impact des incendies sur l'ensemble de zones de fort micro-endémisme de Nouvelle-Calédonie en 2019.

Tableau 67: Statistique des impacts incendies sur les zones de fort micro-endémisme à l'échelle territoriale

	Nombre total de zone de fort micro-endémisme	Nombre touché par les feux	Part des zones impactées par les incendies (%)	Surface incendiée sur l'ensemble des zones de micro-endémisme (ha)
Nouvelle-Calédonie	513	10	1,95	96,56

Le Tableau 68 présente les cinq communes pour lesquelles des zones de fort micro-endémisme ont été impactées par les incendies.

⁵¹ [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.

Tableau 68 : 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 2019

Commune	Nombre de zones de fort micro-endémisme	Nombre de zones de fort micro-endémisme touchée par les incendies	Part du nombre de zones de fort micro-endémisme touchée (%)	Part de la surface incendiée sur l'ensemble des zones de micro-endémisme de la commune concernée (%)
HIENGHENE	105	2	1,90	0,03
OUEGOA	60	3	5,00	0,16
PAITA	26	1	3,85	1,80
POYA	27	2	7,41	0,14
THIO	27	2	7,41	2,15

Ce sont 10 zones de fort micro-endémisme qui ont été touchées par les incendies en 2019. La part des surfaces touchées représentent plus de 4% de l'ensemble des zones de fort micro-endémisme présentes sur le territoire. Les communes les plus touchées sont celle de **Poya et Thio**, avec chacune 7,41% des zones de fort micro-endémisme touchées par les incendies. En 2018, seule la commune de Ouégoa avait été touchée par les incendies. **Ouégoa**, commune ayant connu le plus de dégâts liés aux incendies, a quant à elle le plus grand nombre de zones de fort micro-endémisme impactée pour 2019.

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.

Le Tableau 69 expose les communes étant les plus touchées par les incendies sur les zones de fort micro-endémisme des années 2017 à 2019.

Tableau 69 : Comparaison 2017-2019 des communes les plus touchées par les incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal.

	2017	2018	2019
Commune avec le plus grand nombre de zones de fort micro-endémisme touchée par les incendies	Païta	Ouégoa	Ouégoa
Commune avec la part la plus importante du nombre de zones de fort micro-endémisme touchée	Bourail	Ouégoa	Poya et Thio

4.3.3. Impacts des incendies sur les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées

4.3.3.1. 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 (Figure 90).

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

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

Le degré de menace est défini par l'Autorité Liste rouge locale (RLA Flore NC). Ce groupe d'expertise botanique, animé et coordonné par Endemia depuis 2014, est agréé par l'UICN et chargé d'évaluer les espèces de plantes de Nouvelle-Calédonie dans la liste rouge mondiale des espèces menacées⁵². Fin 2017, Endemia a mis à profit son expérience sur ce projet pour étendre ses travaux à un premier groupe faunistique, à savoir les lézards (geckos et scinques) du territoire.

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

Ne sont considérées comme menacées que les espèces classées dans les catégories suivantes : en danger critique d'extinction (CR), en danger (EN) et vulnérable (VU). Un ensemble de critères quantitatifs permet l'inscription dans ces différentes catégories. Dès qu'un taxon remplit un de ces critères, il peut être classé dans la catégorie de menace correspondante⁵³.

⁵² Pour plus d'informations sur la liste rouge, se référer au lien [suivant](#)

⁵³ Pour plus d'informations sur les différents critères et catégories de la liste rouge UICN, se référer au lien [suivant](#)

Tableau 70: Tableau de discrétisation des catégories CR, EN et VU (Source : UICN. (2012). *Catégories et Critères de la Liste rouge de l’UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni*)

En danger critique (CR)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger critique</i> (ex : population estimée à moins de 50 individus matures, probabilité d’extinction à l’état sauvage s’élève à 50% sur 10 ans ou trois générations, ...). En conséquence, il est confronté à un risque extrêmement élevé d’extinction à l’état sauvage.
En danger (EN)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>En danger</i> (ex : population estimée à moins de 250 individus matures, probabilité d’extinction à l’état sauvage s’élève à 20% sur 20 ans ou 5 générations, ...). En conséquence, il est confronté à un risque très élevé d’extinction à l’état sauvage.
Vulnérable (VU)	Lorsque les meilleures données disponibles indiquent qu’un taxon remplit l’un des critères A à E correspondant à la catégorie <i>Vulnérable</i> (ex : population estimée à moins de 1000 individus matures, probabilité d’extinction à l’état sauvage d’au moins 10% sur 100 ans, ...). En conséquence, il est confronté à un risque élevé d’extinction à l’état sauvage.

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

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

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

Sur le plan de l'évaluation, les travaux du RLA Flore NC sont en cours, et seule une partie des quelques 3 600 taxons de plantes vasculaires de NC⁵⁴ ont été examinées jusqu'ici. Fin 2020, plus de 4 300 espèces avaient été évaluées, dont 1 200 possèdent un statut localement validé par le groupe d'experts. Les données incluses dans le présent travail ne concernent donc qu'un tiers environ de la flore calédonienne.

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

Sur le plan géographique, tous les milieux naturels de Nouvelle-Calédonie n'ont pas été prospectés de façon homogène. Ceci est dû à des aspects de faisabilité (nombre de sites sont très peu accessibles, notamment en montagne), ou à la nature même du milieu, qui ne présente parfois pas d'intérêt écologique fort (milieux urbains ou naturels dégradés, type savane). A titre indicatif, sur les 5 561 mailles de 2*2 kilomètres que compte le carroyage DFCI sur le territoire, 2 554 affichent au moins une donnée d'occurrence, soit environ 46%.

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

La base de données utilisée pour le présent rapport apparaît différente de celle utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies des années 2017 et 2018. En effet, en 2017 après traitement, 4 119 occurrences ont été comptabilisées et 4 692 en 2018, alors que pour 2019 ce sont 5 266 occurrences qui ont été considérées. Cette différence dans les données est notamment due au fait que de nouvelles espèces ont été ajoutées, telles que certaines espèces classées « Vulnérables ». Le Tableau 71 montre ainsi l'évolution du nombre d'espèces floristiques et faunistiques considérées entre les bilans 2017 à 2019.

Tableau 71: Nombre d'espèces considérées sur les bilans 2017 à 2019

Type	2019	2018	2017
Espèces faunistiques	75	75	68
Espèces floristiques	509	448	378

⁵⁴ Munzinger J., Morat Ph., Jaffré T., Gâteblé G., Pillon Y., Rouhan G., Bruy, D., Veillon J.-M., & M. Chalopin. [continuously updated]. *FLORICAL: Checklist of the vascular indigenous flora of New Caledonia*. (<http://publish.plantnet-project.org/project/florical>)

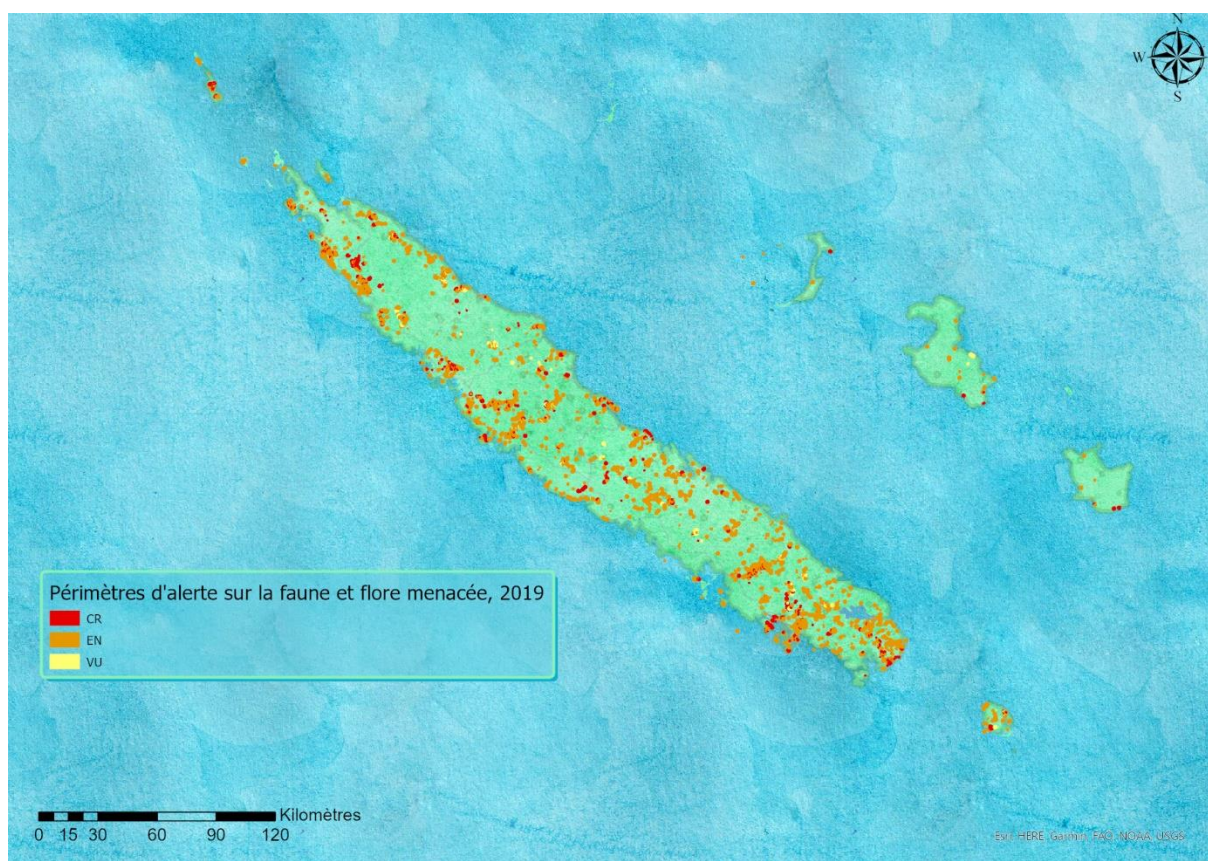


Figure 91: Carte de répartition des périmètres de faune et flore menacée

4.3.3.2. Partenaires

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

4.3.3.3. Résultats par périmètre d'alerte

Le Tableau 72 et le Tableau 73 présentent les périmètres d'alertes des espèces menacées touchés par les incendies selon leur classement à l'IUCN à l'échelle du territoire, et par province, respectivement.

Tableau 72: Statistique à l'échelon territorial du nombre de périmètre d'alertes des espèces menacées touchés par les incendies par classement IUCN en 2019

	Nombre de PA touchés par les incendies classés CR	Nombre de PA touchés par les incendies classés EN	Nombre de PA touchés par les incendies classés VU
Nouvelle-Calédonie	44	131	4

Tableau 73 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées

Nom de la Province	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées	Part des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées
--------------------	---	--	---

	menacées dans la province	touchés par les incendies	touchés par les incendies (%)
Province Nord	4 554	144	3,2
Province Sud	3 848	35	0,9
Province des Iles	183	0	0

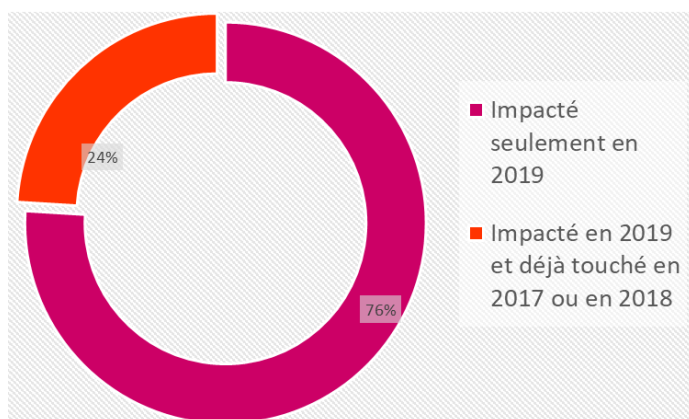


Figure 92: Répartition des périmètres d'alertes sur les espèces menacées déjà impactés en 2017 ou 2018

En 2019, la Nouvelle-Calédonie a vu **179** de ses périmètres d'alertes sur la faune et sur la flore menacée impactés par les incendies dont **74% concernent des espèces classes en danger** selon les critères UICN. Ce résultat représente 140 périmètres touchés en plus que 2018, et c'est près 39% d'augmentation par rapport à 2017. La Figure 92 montre que 76% de ces périmètres d'alerte n'ont pas été impactés en 2017 ou 2018. Pour les

périmètres déjà impactés les précédentes années, ce sont 39 classés en EN et 4 en CR selon les critères de l'UICN.

Selon le Tableau 73, en **Province Nord**, déjà mentionnée précédemment comme étant la province la plus touchée par les incendies, un impact plus conséquent est également observé au niveau de ses périmètres d'alertes de faune et flore menacées, représentant environ **80%** des périmètres touchés en Nouvelle-Calédonie. Cet impact représente 3,2% du nombre total de périmètres présents en province Nord, soit **144** périmètres d'alertes touchés. En Province Sud, 35 périmètres d'alertes sur la faune et la flore ont été touchés soit 0,9% du nombre total de périmètres d'alertes situés en province Sud. Quant à la Province des Iles, elle n'a subi aucun impact sur les 183 périmètres d'alertes qui la compose. Il est important de rappeler que ces pourcentages sont à considérer avec précaution.

L'impact des incendies sur cet enjeu environnemental est très important en 2019.

Le Tableau 74 présente le détail de l'impact des zones incendiées où des espèces menacées ont été observées à l'échelle communale. Le Tableau 75 présente l'impact des incendies sur les espèces floristiques répertoriées en précisant le statut UICN concerné. Le Tableau 76 présente l'impact des incendies sur les lézards identifiés dans la base de données des espèces menacées, ainsi que leur statut UICN.

À noter que l'analyse qui suit met en avant le nombre d'espèces impactées par les incendies, et non le nombre d'occurrences 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 74 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes affectés pour la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées	Nombre de périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies	Part des périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées touchés par les incendies (%)
BOULOUPARI	325	2	0,6
CANALA	71	11	15,5
HIENGHENE	799	10	1,3
HOUAILOU	274	16	5,8
KAALA-GOMEN	385	6	1,6
KONE	144	3	2,1
KOUAOUA	81	6	7,4
KOUMAC	620	2	0,3
LA FOA	41	1	2,4
MONT-DORE	629	13	2,1
NOUMEA	105	1	1,0
OUEGOA	292	26	8,9
PAITA	460	1	0,2
POINDIMIE	177	10	5,6
PONERIHOUEN	232	9	3,9
POUEBO	84	11	13,1
POUEMBOUT	473	4	0,8
POUM	168	1	0,6
POYA	531	33	6,2
SARRAMEA	191	1	0,5
THIO	249	7	2,8
TOUHO	80	5	6,3

Tableau 75 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la FLORE menacée	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés CR	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés EN	Nombre de PA sur la FLORE menacée touchés par les incendies classés VU
---------	---	---	--	--	--

Bouloupari	282	2	0	2	0
Canala	64	11	2	9	0
Hienghène	702	8	4	4	1
Houaïlou	197	14	1	15	0
Kaala-Gomen	311	6	1	5	0
Koné	112	3	0	3	0
Kouaoua	56	6	1	5	0
Koumac	489	2	2	0	0
La Foa	29	0	0	1	0
Mont-Dore	530	13	10	3	0
Nouméa	104	0	0	1	0
Ouégoa	204	26	2	24	0
Païta	368	1	0	1	0
Poindimié	147	9	1	8	1
Ponérihouen	174	7	2	7	0
Pouébo	81	11	0	11	0
Pouembout	324	4	2	2	0
Poum	88	1	0	1	0
Poya	511	31	15	16	2
Sarraméa	147	1	0	1	0
Thio	169	6	0	7	0
Touho	79	5	0	5	0

Tableau 76 : 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 2019 (PA = Périmètres d'alertes)

Commune	Nombre de périmètres d'alertes sur la FAUNE menacée	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies classés CR	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies classés EN	Nombre de PA sur la FAUNE menacée touchés par les incendies classés VU
Hienghène	97	2	1	1	0
Houaïlou	77	2	0	2	0

La Foa	12	1	0	1	0
Nouméa	1	1	0	1	0
Poindimié	30	1	0	1	0
Ponérihouen	58	2	0	2	0
Poya	20	2	0	2	0
Thio	80	1	0	1	0

En considérant le nombre absolu de périmètres impactés, c'est la région de **Poya** qui a subi le plus de dégâts potentiels sur les populations de faune et flore menacées, avec **33** périmètres d'alertes touchés dont la majorité ont été provoqué sur des espèces classées « CR » par l'IUCN. A noter que les régions les plus touchées de 2018 étaient Hienghène et Poya, avec 7 périmètres d'alerte touché chacune.

Toutefois, en tenant de la part incendiée en fonction du nombre de périmètres d'alerte au sein de chaque commune, c'est **Canala** qui a subi le plus de pertes. En effet, plus de 15% de l'ensemble de ses périmètres ont été touchés par les incendies de 2019. Avec respectivement 13,1 % et 8,9%, Pouébo et Ouégoa arrivent en seconde et troisième position, communes les plus fortement impactées par les incendies.

Pour les populations de plantes menacées, c'est la commune de Poya qui est la plus impactée avec 31 périmètres touchés. En ce qui concerne les communautés faunistiques, les communes de **Hienghène, Houaïlou, Ponérihouen et Poya** ont subi le plus de dégâts avec deux périmètres chacun potentiellement touchés par les incendies 2019 avec en grande partie des espèces concernées classés selon l'IUCN en « EN ». A noter que, pour la région de Hienghène, une espèce classée « CR » a potentiellement été touché par les incendies, qui avait été déjà identifiée comme la commune la plus impactée en partie 3.1.1.3 en considérant le nombre d'incendies.

Ce constat sur les périmètres d'alerte sur la faune et la flore menacées est plus élevé que celui obtenu pour l'année 2017⁵⁵, qui été une année déjà très dévastatrice pour l'environnement. En effet, cette année-là c'était **Poya** qui subissait le plus de dégâts potentiels sur les populations de faune et de flore menacées avec 25 périmètres touchés, et qui reste sur 3 années consécutives ayant subi le plus d'impact au niveau de sa faune et sa flore. Cependant, ce résultat peut s'expliquer en partie par le fait qu'elle est la seconde commune ayant le plus grand nombre de périmètres d'espèces menacées répertoriées.

Le Tableau 77 permet de comparer facilement les communes avec le plus de dégâts potentiels sur les périmètres de faunes et flores menacées entre 2017 à 2019. On constate que Poya reste une des communes le plus souvent impactée.

Tableau 77: Comparaison 2017-2019 des communes avec le plus dégâts potentiels selon les considérations

	2017	2018	2019
--	------	------	------

⁵⁵ Possibilité de télécharger le bilan incendies 2017 :

<https://www.oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29585>

Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune et flore menacées	Poya (25 périmètres touchés)	Poya et Hienghène (7 périmètres touchés)	Poya (33 périmètre touchés)
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de flore classées « en danger »	Poya	Poya, Thio	Ouégoa
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de flore classées « en danger critique »	Poya	Hienghène, Kaala-Gomen et Poya	Poya
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune classées « en danger »	Belep	-	Houailou, Ponérihouen
Commune avec le plus de dégâts potentiels sur les espèces de faune classées « en danger critique »	Belep	Hienghène	Hienghène

Au total, les incendies ont concerné la localisation de **44** occurrences d'espèces considérées comme « **En danger critique** » et **131** occurrences d'espèces considérées comme « **En danger** ». Dans la partie suivante, l'étude montre les espèces touchées par les incendies. Ainsi, on dénombre 93 espèces différentes impactées par les feux dont 3 considérées comme « Vulnérable », 72 « en danger » et 18 « en danger critique d'extinction ».

4.3.3.4. Résultats par espèce

Le Tableau 78 présente les espèces menacées impactées par les feux de 2019. C'est 93 taxons qui sont touchés. Les 3 espèces ayant le plus d'occurrences touchées avec au moins 10 localisations impactées sont *Oxera sp. nov. « doubetiae »*, *Araucaria scopulorum*, et *Pichonia munzingeri* dont 2 sont classés en CR selon l'UICN.

Tableau 78: Récapitulatif des espèces menacées impactées par les feux en 2019

Taxons impactés par les incendies	UICN	Fréquence
Acianthus corniculatus Rendle	EN	1
Acropogon aoupiniensis Morat	EN	1
Acropogon calcicola Morat & Chalopin	VU	2
Acropogon grandiflorus Morat & Chalopin	EN	1
Acropogon jaffrei Morat & Chalopin	EN	2
Acropogon tireliae Morat & Chalopin	CR	3
Araucaria rulei F.Muell.	EN	7
Araucaria scopulorum de Laub.	EN	10
Asplenium listeri C.Chr.	EN	1
Atractocarpus sezzit (Guillaumin) Mouly comb. nov. ined.	EN	2
Austrobuxus mandjelicus McPherson	EN	2
Baloghia anisomera Guillaumin	EN	1
Basselinia favieri H.E.Moore	EN	1
Basselinia gracilis (Brongn. & Gris) Vieill.	EN	1

Bavayia montana c.f. [Bourail]	EN	1
Bavayia sauvagii Boulenger, 1883	EN	1
Bavayia sauvagii c.f. central [Aoupinie]	EN	1
Bavayia sauvagii c.f. central [Bourail/Neoua]	EN	1
Bocquillonia aff. Brachypoda Barrabé {MacKee 14548}	EN	1
Bocquillonia codonostylis (Baill.) Airy Shaw	EN	1
Burretiokentia hapala H.E.Moore	EN	2
Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, 1999	EN	3
Capparis parvifolia Fici	CR	1
Casearia kaalaensis Lescot & Sleumer	EN	1
Celatiscincus similis Sadlier, Smith & Bauer, 2006	EN	1
Cleidion veillonii McPherson	EN	2
Codia microphylla Vieill. ex Guillaumin	EN	1
Cyathopsis violaceospicata (Guillaumin) Quinn	CR	1
Cyclophyllum tieaense Mouly	CR	1
Cyphophoenix elegans (Brongn. & Gris) H.Wendl. ex Salomon	EN	9
Davallia pectinata Sm.	EN	1
Diospyros balansae Guillaumin	EN	1
Diospyros cherrieri F.White	EN	7
Diospyros hequetiae G.E.Schatz, Lowry & Fleurot	EN	1
Elaeocarpus colnettianus Guillaumin	EN	3
Elaeocarpus moratii Tirel	EN	2
Eurydactylodes occidentalis Bauer, Jackman, Sadlier & Whitaker, 2009	EN	1
Heterostemma bicanthaceum Meve, Gâteblé & Liede	EN	1
Homalium rubiginosum (Vieill.) Warb.	EN	3
Hymenophyllum pumilio Rosenst.	EN	1
Kentiopsis magnifica (H.E.Moore) Pintaud & Hodel	EN	3
Kermadecia brinoniae H.C.Hopkins & Pillon	EN	2
Litsea racemiflora Däniker	CR	1
Marmorosphax montana Sadlier & Bauer, 2000	EN	1
Menepetalum salicifolium Loes.	EN	1
Metrosideros whitakeri J.W.Dawson	CR	1
Nannoscincus exos Sadlier, Bauer & Whitaker (Plate 19B)	CR	1
Nannoscincus greeri Sadlier, 1986	EN	1
Olax hypoleuca var. microphylla Villiers	EN	2
Oxera brevicalyx (Moldenke) de Kok	EN	2
Oxera sp. nov. "doubetiae" Gâteblé [ined.]	CR	11
Phyllanthus chamaecerasus var. intermedius M.Schmid	EN	2
Phyllanthus dorotheae M.Schmid	EN	2
Phyllanthus kouaouaensis M.Schmid	EN	1
Phyllanthus pinjenensis M.Schmid	EN	1
Phyllanthus polygynus M.Schmid	EN	1
Phyllanthus salicifolius Baill.	EN	2
Phyllanthus tixieri M.Schmid	EN	1
Phyllanthus torrentium var. induratus (S.Moore) M.Schmid	EN	2

<i>Phyllanthus trichopodus</i> Guillaumin	EN	3
<i>Phyllanthus tritepalus</i> M.Schmid	CR	2
<i>Phyllanthus yvetteae</i> M.Schmid	EN	1
<i>Pichonia munzingeri</i> Gâteblé & Swenson	CR	10
<i>Pittosporum lanipetalum</i> Tirel & Veillon	VU	1
<i>Pittosporum mackeei</i> Veillon & Tirel	EN	1
<i>Pittosporum</i> sp.nov. "wenemense" Gemmill [ined.]	CR	1
<i>Planchonella rheophytopsis</i> P.Royen	CR	1
<i>Platylepis grandiflora</i> (Schltr.) Ormerod	EN	1
<i>Pleioluma butinii</i> Swenson & Munzinger	CR	2
<i>Plerandra</i> sp. nov. "calicicola" Lowry & G.M.Plunkett [ined.]	EN	1
<i>Polyscias microbotrys</i> (Baill.) Harms	EN	2
<i>Polyscias</i> sp.nov. "puberula" Lowry & G.M.Plunkett [ined.]	EN	1
<i>Psychotria amieuensis</i> Guillaumin	EN	1
<i>Psychotria brachylaena</i> (Baill.) Guillaumin	EN	2
<i>Psychotria fambartiae</i> Barrabé	EN	4
<i>Psychotria rosmarinifolia</i> (Baill.) Schltr.	EN	1
<i>Psychotria</i> sp. nov. "calosolis" Barrabé [ined.]	EN	1
<i>Psychotria</i> sp. nov. "xaracuensis" Barrabé [ined.]	EN	1
<i>Pycnandra grandifolia</i> (Vink) Munzinger & Swenson	EN	1
<i>Pycnandra poindimiensis</i> Swenson & Munzinger	CR	1
<i>Salaciopsis longistyla</i> I.H.Müller	EN	2
<i>Santalum austrocaledonicum</i> Vieill. var. <i>pilosulum</i> N.Hallé	EN	1
<i>Soulamea rigaultii</i> Jaffré & Fambart	CR	1
<i>Stenocarpus villosus</i> Brongn. & Gris	EN	1
<i>Syzygium koumacense</i> J.W.Dawson	CR	2
<i>Syzygium neoeugenioides</i> N.Snow, Byng & J.W.Dawson	EN	1
<i>Syzygium schistaceum</i> J.W.Dawson	EN	1
<i>Tectaria moorei</i> (Hook.) C.Chr.	EN	1
<i>Tectaria vieillardii</i> (E.Fourn.) C.Chr.	CR	1
<i>Thelasis carinata</i> Blume	VU	1
<i>Thiollierea lenormandii</i> (N.Hallé & Jérémie) Barrabé & Mouly	EN	2
<i>Trichospermum inmac</i> (Guillaumin) Burrett	EN	1
<i>Trigonostemon cherrieri</i> Veillon	CR	3

Le Tableau 79 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN CR, touchées par les incendies de 2019. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée. Parmi celles-ci, deux ont été relevés comme ayant au moins 10 occurrences impactées, *Pichonia munzingeri* et *Oxera* sp. nov. *Doubetiae*, dont la dernière est située sur Poya la commune la plus impactée concernant les périmètres d'alerte sur la faune et flore menacée en 2019. Elle détient avec Hienghène, le plus grand nombre d'espèces floristiques classées en CR par l'UICN et potentiellement touchée par les flammes.

Tableau 79: Nom des espèces de plantes classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Canala	Phyllanthus tritepalus M.Schmid
Hienghène	Metrosideros whitakeri J.W.Dawson
	Pittosporum sp.nov. "wenemense" Gemmill [ined.]
	Pleioluma butinii Swenson & Munzinger
Houaïlou	Planchonella rheophytopsis P.Royen
Kaala-Gomen	Capparis parvifolia Fici
Kouaoua	Cyathopsis violaceospicata (Guillaumin) Quinn
	Syzygium koumacense J.W.Dawson
Mont-Dore	Pichonia munzingeri Gâteblé & Swenson
Ouégoa	Litsea racemiflora Däniker
	Tectaria vieillardii (E.Fourn.) C.Chr.
Poindimié	Pycnandra poindimiensis Swenson & Munzinger
Ponérihouen	Acropogon tireliae Morat & Chalopin
Pouembout	Acropogon tireliae Morat & Chalopin
	Cyclophyllum tieaense Mouly
Poya	Oxera sp. nov. "doubetiae" Gâteblé [ined.]
	Soulamea rigaultii Jaffré & Fambart
	Trigonostemon cherrieri Veillon

Le Tableau 80 revient en détail sur les espèces floristiques possédant un statut UICN EN, impactées par les incendies de 2019. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée. L'espèce EN ayant le plus d'occurrence impactée, citée précédemment, est *Araucaria scopulorum* et se trouve sur Canala et Houaïlou. Canala avait été d'ailleurs mentionnée comme ayant la part la plus conséquente de ces périmètres d'alerte d'espèce menacée qui ont été touchés. La seconde espèce ayant le plus d'occurrence touchée et classée en EN est « *Cyphophoenix elegans* » localisée essentiellement sur Ouégoa, commune ayant subi le plus de dégâts liés aux incendies. On note tout de même que Ouégoa reste la commune ayant le plus d'espèces floristiques classées en EN, selon l'UICN, impactées par les incendies au nombre de 10 suivie des communes de Pouébo et Poya.

Tableau 80 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Bouloupari	Syzygium neoeugenioides N.Snow, Byng & J.W.Dawson
	Pycnandra grandifolia (Vink) Munzinger & Swenson
Canala	Diospyros balansae Guillaumin
	Stenocarpus villosus Brongn. & Gris
	Araucaria scopulorum de Laub.

	Acropogon grandiflorus Morat & Chalopin
	Phyllanthus yvetteae M.Schmid
	Araucaria rulei F.Muell.
Hienghène	Salaciopsis longistyla I.H.Müller
	Acianthus corniculatus Rendle
Houaïlou	Baloghia anisomera Guillaumin
	Araucaria scopulorum de Laub.
	Phyllanthus chamaecerasus var. intermedius M.Schmid
	Phyllanthus dorotheae M.Schmid
	Phyllanthus tixieri M.Schmid
	Araucaria rulei F.Muell.
Kaala-Gomen	Oxera brevicalyx (Moldenke) de Kok
	Olax hypoleuca var. microphylla Villiers
	Casearia kaalaensis Lescot & Sleumer
Koné	Phyllanthus pinjenensis M.Schmid
	Thiollierea lenormandii (N.Hallé & Jérémie) Barrabé & Mouly
Kouaoua	Araucaria rulei F.Muell.
	Phyllanthus kouaouaensis M.Schmid
	Homalium rubiginosum (Vieill.) Warb.
Mont-Dore	Asplenium listeri C.Chr.
	Kermadecia brinoniae H.C.Hopkins & Pillon
Ouégoa	Kentiopsis magnifica (H.E.Moore) Pintaud & Hodel
	Cyphophoenix elegans (Brongn. & Gris) H.Wendl. ex Salomon
	Basselinia gracilis (Brongn. & Gris) Vieill.
	Diospyros cherrieri F.White
	Phyllanthus salicifolius Baill.
	Psychotria rosmarinifolia (Baill.) Schltr.
	Elaeocarpus colnettianus Guillaumin
	Heterostemma bicanthaceum Meve, Gâteblé & Liede
	Austrobuxus mandjelicus McPherson
	Tectaria moorei (Hook.) C.Chr.
Païta	Santalum austrocaledonicum Vieill. var. pilosulum N.Hallé
Poindimié	Psychotria brachylaena (Baill.) Guillaumin
	Platylepis grandiflora (Schltr.) Ormerod
	Acropogon aoupiniensis Morat
	Psychotria fambartiae Barrabé
Ponérihouen	Phyllanthus torrentium var. induratus (S.Moore) M.Schmid
	Psychotria sp. nov. "xaracuensis" Barrabé [ined.]
	Polyscias sp.nov. "puberula" Lowry & G.M.Plunkett [ined.]
	Pittosporum mackeei Veillon & Tirel

Pouébo	Burretiokentia hapala H.E.Moore
	Austrobuxus mandjelicus McPherson
	Bocquillonia codonostylis (Baill.) Airy Shaw
	Hymenophyllum pumilio Rosenst.
	Elaeocarpus moratii Tirel
	Syzygium schistaceum J.W.Dawson
	Cleidion veillonii McPherson
	Menepetalum salicifolium Loes.
Pouembout	Phyllanthus polygynus M.Schmid
	Bocquillonia aff. Brachypoda Barrabé {MacKee 14548}
Poum	Codia microphylla Vieill. ex Guillaumin
Poya	Diospyros cherrieri F.White
	Diospyros hequetiae G.E.Schatz, Lowry & Fleurot
	Atractocarpus seziat (Guillaumin) Mouly comb. nov. ined.
	Plerandra sp. nov. "calicola" Lowry & G.M.Plunkett [ined.]
	Davallia pectinata Sm.
	Psychotria sp. nov. "calosolis" Barrabé [ined.]
	Acropogon jaffrei Morat & Chalopin
	Psychotria fambartiae Barrabé
Sarraméa	Psychotria amieuensis Guillaumin
Thio	Polyscias microbotrys (Baill.) Harms
	Araucaria scopulorum de Laub.
Touho	Phyllanthus trichopodus Guillaumin
	Trichospermum inmac (Guillaumin) Burrett
	Basselinia favieri H.E.Moore

Le Tableau 81 revient en détail sur les espèces de lézards possédant un statut UICN CR, impactées par les incendies de 2019 avec une espèce micro-endémique à Hienghène, décrite sur la partie 4.3.3.4.1 « Zoom sur ». 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 81: Nom des espèces animales classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Hienghène	Nannoscincus exos Sadler, Bauer & Whitaker (Plate 19B)

Le Tableau 82 revient en détail sur les espèces de lézards possédant un statut UICN EN, impactées par les incendies de 2019. Ces résultats sont avant tout à considérer comme des

atteintes potentielles aux espèces en question, et non comme le signe d'une disparition avérée. Ce sont essentiellement des espèces de scinques et de geckos, avec 2 espèces pour les communes de Houailou, Ponérihouen, et Poya.

Tableau 82 : Nom des espèces animales classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies
Hienghène	Celatiscincus similis Sadlier, Smith & Bauer, 2006
Houailou	Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, 1999
	Bavayia sauvagii c.f. central [Bourail/Neoua]
La Foa	Bavayia montana c.f. [Bourail]
Nouméa	Bavayia sauvagii Boulenger, 1883
Poindimié	Nannoscincus greeri Sadlier, 1986
Ponérihouen	Bavayia sauvagii c.f. central [Aoupinie]
	Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, 1999
Poya	Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, 1999
	Eurydactylodes occidentalis Bauer, Jackman, Sadlier & Whitaker, 2009
Thio	Marmorosphax montana Sadlier & Bauer, 2000

4.3.3.4.1. ZOOM SUR : Quelques espèces endémiques touchées par les incendies en 2019

Cleidion veillonii McPherson, est une espèce d'arbuste ou petit arbre endémique de la Nouvelle-Calédonie. Il est observable uniquement au niveau de la chaîne du nord-est de la Grande Terre, depuis les Roches de la Ouaième jusqu'à Ignambi. La taille de la population n'est pas déterminée mais il est connu de quatre localités. Du fait de sa faible occurrence et de ses multiples menaces (feux de brousse, espèces invasives), il est classé en danger dans la liste rouge de l'UICN⁵⁶.

Bavayia sauvagii Boulenger, est un gecko présent sur la Grande Terre mais également à l'île des pins et à Maré. Dispersés entre les zones cotières et les montagnes du Nord, il vit principalement en forêt humide, mais des individus ont été recensés dans le maquis de la Plaine des Lacs et en forêt sclérophylle sur la côte Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie. Les

⁵⁶ *Cleidion veillonii* McPherson, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche848>

geckos sont menacés par les fourmis électriques et par la déforestation. Classé en danger par l’UICN, il est protégé réglementairement en Province Sud et en Province Nord⁵⁷.

Acropogon tireliae Morat & Chalopin, est une espèce d’arbre de la forêt humide dense. Les individus sont localisés vers Ponérihouen. Considéré comme en danger critique d’extinction sur la liste rouge de l’UICN, il est protégé par le code de l’environnement de la Province Nord et Sud. L’activité minière, les feux, l’érosion et les espèces envahissantes sont les principales menaces auxquelles il doit faire face⁵⁸.

Nannoscincus exos Bauer & Sadlier, est une espèce de scinque de coloration à deux tons. Ses membres sont courts et les écailles de son corps sont lisses. Elle a été observée seulement dans deux localités limitées par la Rivière de Ouaième au Nord et la Rivière de Hienghène au Sud. Plusieurs menaces engendrent un déclin significatif de leur nombre telles l’invasion des fourmis électriques ou encore les activités agricoles locales⁵⁹. De part ces caractéristiques, cette espèce est classée en danger critique d’extinction dans la liste rouge de l’UICN.

Capparis parvifolia Fici, est une espèce d’angiosperme micro-endémique du Mont-Kaala située dans le nord-ouest de la Grande Terre. Elle n’est pas protégée réglementairement en Nouvelle-Calédonie et n’est présente dans aucune aire protégée. Ses principales menaces sont les feux et l’activité minière⁶⁰. Sa faible répartition géographique et les diverses pressions anthropiques auxquelles elle fait face la classe en danger critique d’extinction dans la liste rouge de l’UICN.

Metrosideros whittakeri, est une espèce d’angiosperme micro-endémique des roches Ouaieme, une zone très riche et largement reconnue comme un micro-hotspot au sein du hotspot calédonien. Malgré sa présence majoritairement aux sommets des roches, on ne peut pas exclure son existence sur les pentes des alentours, qui sont très fortes et donc très difficiles d’accès. Ses principales menaces sont donc les incendies. Elle n’est pas répertoriée dans la liste rouge UICN, toutefois elle est protégée en Province Nord⁶¹.

Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, est une espèce de scinque de la Province Nord. L’espèce vit en forêt humide de basse ou moyenne altitude mais majoritairement au bord des creeks. Ses principales menaces sont la fragmentation et la réduction de son habitat liées aux feux de brousse. Malgré la présence de seulement trois ou quatre populations, elle n’est pas protégée réglementairement. Toutefois, elle est classée en danger dans la liste rouge UICN⁶².

⁵⁷ Bavayia sauvagii Boulenger, Endemia, <https://endemia.nc/faune/fiche1014>

⁵⁸ Acropogon tireliae Morat & Chalopin, Endemia, <https://endemia.nc/flore/fiche5806>

⁵⁹ Nannoscincus exos Bauer & Sadlier, Endemia, <http://endemia.nc/faune/fiche1075>

⁶⁰ Capparis parvifolia Fici, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche8448>

⁶¹ Metrosideros whittakeri J.W Dawson, Endemia, <http://endemia.nc/flore/fiche4245>

⁶² Caledoniscincus renevieri Sadlier, Bauer & Colgan, Endemia, <https://endemia.nc/faune/fiche1049>

Oxera dounetiae est une espèce d'arbuste endémique de Nouvelle-Calédonie, situé dans le centre de la Grande Terre, à Gohapin. Sa population compte seulement une quarantaine d'individus. Elle est fortement menacée par les espèces invasives de Nouvelle-Calédonie. Elle est protégée en Province Nord et est classée en danger critique d'extinction sur la liste rouge UICN⁶³.

4.3.4. Impacts des incendies sur les espèces sensibles

4.3.4.1. 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 (Figure 93). Les données intersectées avec les incendies détectés par Sentinel 2 possèdent quatre niveaux d'enjeux croissant, allant de 1, le moins important à 4 le plus important. Il est tenu de préciser que ces données ne sont pas exhaustives à l'échelle du territoire compte tenu des méthodes de collecte des informations relatives à la faune et à la flore sensible.

Les données utilisées dans la présente analyse ont été mise à jour en 2020 pour la Province Sud. La Province Nord et la Province des Iles n'ayant effectué cette mise à jour, la couche utilisée pour l'analyse est donc composée des dernières mises à jour de chacune des provinces. De plus, entre 2017, 2018 et 2019, une différence notable entre les données est à noter. En effet, la base donnée utilisée pour le bilan incendie 2017 comprenait 7 957 observations d'espèces sensibles présentes sur le territoire terrestre de la Nouvelle-Calédonie. En 2018, cette dernière comprenait 18 209 espèces. Pour le bilan incendie 2019, la base de données en comprenait 87 414. Toutefois, la base de données étant construite et renseignée à l'aide de différents partenaires, il est possible que la mise à jour des informations décrivant chaque occurrence ne soit pas réalisée en même temps. Ainsi, le niveau d'enjeu de certaines espèces sensibles a pu ne pas être renseigné. Dans ce cas, l'analyse qui suit ne prendra pas en compte ces taxons malgré qu'ils aient été observés sur le site.

À noter qu'ici est mis en avant le nombre d'espèces impactées par les incendies, et non le nombre d'occurrences touchées 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.

⁶³ *Oxera dounetiae*, Endemia, <https://endemia.nc/flore/fiche8451>

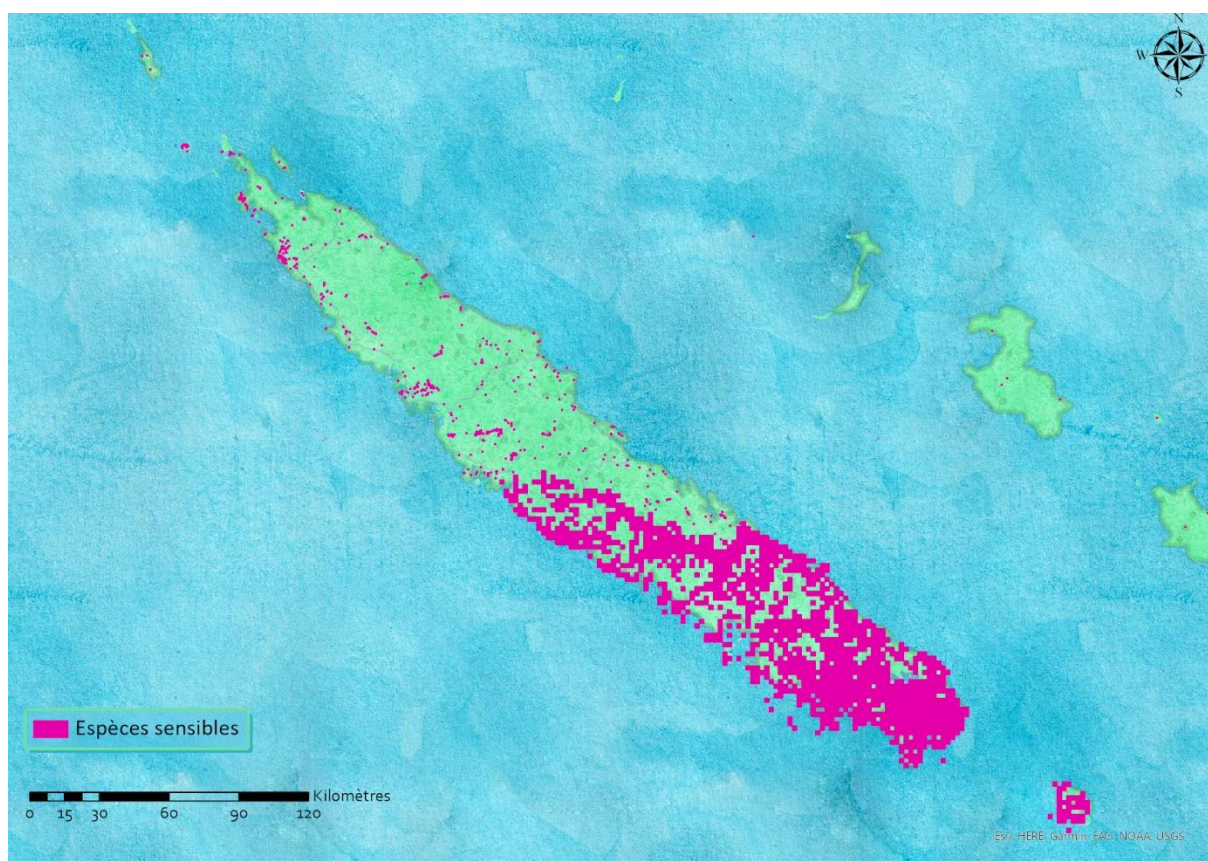


Figure 93: Carte de localisation des périmètres des espèces sensibles

4.3.4.2. Partenaires

Ces données ont été fournies par la province Sud.

4.3.4.3. Résultats

Le Tableau 83 résume les impacts des incendies sur les espèces sensibles recensées par commune dans cette base de données. Les espèces sensibles de 19 communes ont été impacté par les feux de 2019. Le pourcentage total représente la part des espèces sensibles touchés par enjeu, sur le total des espèces sensibles touchées.

Tableau 83: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les espèces sensibles affectés par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019

Commune	Nb d'espèces sensible	Nb d'espèces sensibles touchées par les incendies	Part des espèces sensibles touchées par les incendies	Part des espèces sensibles d'enjeu 1 touchées par les incendies	Part des espèces sensibles d'enjeu 2 touchées par les incendies	Part des espèces sensibles d'enjeu 3 touchées par les incendies	Part des espèces sensibles d'enjeu 4 touchées par les incendies
BOURAIL	3226	77	2,4	0,06	0,10	0,02	-
CANALA	127	1	0,8	-	-	-	-
MONT-DORE	16642	23	0,1	0,06	-	0,02	0,38
OUEGOA	42	8	19,0	0,01	-	0,07	-
PAITA	4805	282	5,9	0,01	0,02	0,02	0,29

POINDIMIE	74	10	13,5	0,01	-	0,02	0,10
THIO	5223	100	1,9	0,14	0,08	0,16	0,29
TOTAL	-	501	-	0,09	0,11	0,03	0,02

Tableau 84: Liste des taxons floristiques impactés par les incendies de 2019, source : OEIL

Commune	Nom scientifique du taxon touché	Niveau d'enjeu
MONT-DORE	Costularia xyridioides	2
	Cupaniopsis	4
	Pichonia	1
	Pichonia munzingeri	1
	Osmanthus austrocaledonicus	3
	Exocarpos phyllanthoides	4
	Tabernaemontana cerifera	4
	Hibbertia lanceolata	1
	Osmanthus austrocaledonicus	1
	Hypserpa vieillardii	1
	Pancheria alaternoides	1
	Geissois pruinosa	1
OUEGOA	Tristaniopsis ninndoensis J.W.Dawson	3
	Tristaniopsis calobuxus Brongn. & Gris	1
	Tristaniopsis calobuxus Brongn. & Gris	3
	Tristaniopsis glauca Brongn. & Gris	3
PAITA	Cupaniopsis megalocarpa	4
	Scaevola coccinea	4
	Philodendron sagittifolium	2
	Mentha spicata	1
	Passiflora quadrangularis	2
	Peperomia caledonica	2
	Acalypha wilkesiana	2
	Acacia	3
	Asplenium pseudotenerum	1
	Chloris barbata	4
POINDIMIE	Taeniophyllum muelleri Lindl. ex Benth.	4
	Cleistanthus stipitatus (Baill.) M/Il.Arg.	3
	Glochidion billardierei Baill.	2
	Tabernaemontana cerifera Pancher & Sebert	1
THIO	Datura stramonium	1
	Cyperus alternifolius	3
	Celtis hypoleuca	4
	Hibbertia heterotricha	1
	Bischofia javanica	2
	Arillastrum gummiferum	3
	Melaleuca sphaerodendra	1
	Pycnantha intermedia	1
	Garnieria spathulaefolia	3

	Exocarpos phyllanthoides	1
	Dendrobium munificum	2
	Comptonella oreophila	2
	Metrosideros microphylla	1
	Megastylis rara	1
	Polyscias weinmanniae	2
	Syzygium macranthum	2
	Basselinia sordida	1
	Clinosperma bracteale	2
	Zygogynum tieghemii	1
	Strasburgeria robusta	4
	Basselinia velutina	2
	Pycnandra sarlinii	3
	Sciaphila densiflora	3
	Codia jaffrei	2
	Lumnitzera racemosa	4
	Semecarpus virotii	1
	Psidium cattleianum	3

Le Tableau 85 présente le nom des espèces faunistiques impactées par les incendies de 2019. 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 85: Liste des taxons faunistiques impactés par les incendies de 2019, source : OEIL

Commune concernée	Nom scientifique du taxon impacté par les incendies	Classe de l'espèce	Niveau des enjeux de l'espèce
BOURAIL	Gerygone	Aves	2
	Pachycephala rufiventris	Aves	2
	Circus approximans	Aves	2
	Egretta novaehollandiae	Aves	1
	Glycifohia undulata	Aves	1
	Streptopelia chinensis	Aves	1
	Lalage leucopyga	Aves	2
	Myiagra caledonica	Aves	2
	Todiramphus sanctus	Aves	1
	Chrysococcyx lucidus	Aves	2
	Rhipidura albiscapa	Aves	2
MONT-DORE	Pteropodidae	Mammalia	4
THIO	Pseudonthobium	Hexapoda	2
	Pteropodidae	Mammalia	3
	Glycifohia undulata	Aves	2
	Myzomela caledonica	Aves	2
	Pachycephala caledonica	Aves	1

	Rhipidura verreauxi	Aves	1
	Zosterops xanthochrous	Aves	2
	Cryptomicroeca flaviventris	Aves	2
	Lalage leucopyga	Aves	2
	Pachycephala rufiventris	Aves	2
	Rhipidura albiscapa	Aves	1
	Zosterops lateralis	Aves	1
	Aerodramus spodiopygius	Aves	1
	Aplonis striata	Aves	1
	Chalcophaps indica	Aves	1
	Chrysococcyx lucidus	Aves	1
	Collocalia esculenta	Aves	2

Contrairement à l'année 2018, où aucune espèce sensible n'avait été impactée par les incendies, c'est **501 espèces** qui ont été touchées en 2019, dont 401 taxons différents. En effet, on remarque que **Ouégoa** est la commune la plus touchée en nombre, avec 19% du total de ses espèces sensibles touchées. Cependant, c'est la commune de **Païta** qui, en nombre absolu, dépasse de loin les autres communes avec 282 espèces sensibles impactées par les feux. Thio est la commune qui a le plus de taxons touchés.

Concernant les espèces sensibles d'enjeu 4, 0,02% sont impactées par les feux. Le Mont-Dore est la commune la plus touchée avec 0,38% des espèces sensibles impactée, suivi du Païta et de Thio avec 0,29% chacune.

A noter que les espèces d'enjeu 2 ont été les plus touchées par les incendies de 2019 avec 0,11%. Il est important de souligner que plus de 11% des incendies survenus en 2019 ont potentiellement impacté une espèce classée « sensible ».

À la suite de l'analyse, plusieurs taxons « *Animalia* » sont susceptibles d'être directement impacté par les incendies. Pour cela, les taxons aquatiques ont été exclus de l'analyse. Ci-dessous, la liste des taxons sélectionné pour l'analyse.

- Amphibia (amphibiens)
- Arachnida (araignées)
- Aves (oiseaux)
- Chilopoda (scolopendres)
- Gastropoda terrestre (mollusques)
- Hexapoda terrestre (insectes)
- Mammalia terrestre (mammifères)
- Reptilis (reptiles)

En effet, 29 taxons à enjeu ont été touchés par les feux de 2019. Dans ces taxons présentés dans le Tableau 85, on retrouve **21 espèces d'oiseaux**, une espèce de mammifère et une espèce d'insecte. On remarque que les communes de Bourail et de Thio ont plus d'espèces touchées par les incendies que celles du Mont-Dore et Canala. Cependant, on note que dans la commune du Mont-Dore, l'espèce touchée est d'enjeu 4. La même espèce est

également touchée dans la commune de Thio, qui est classé d'enjeu 3 dans cette dernière. *Pteropodidae* est une espèce de roussette.

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

Les espèces aquatiques peuvent également subir les conséquences du feu, cependant, les impacts sont plus compliqués à prouver et à exploiter. Pour simplifier cette étude, nous avons donc décidé de ne sélectionner que les espèces terrestres animales.

Le Tableau 86 présente les impacts par commune des feux de 2017 à 2019.

Tableau 86: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur les espèces sensibles

	2017	2018	2019
Commune(s) impactée(s) par des incendies sur les espèces sensibles	Ouégoa, Poindimié, Koné, Païta	–	Bourail, Canala, Dumbéa, Mont-Dore, Ouégoa, Païta, Poindimié et Thio
Nombre d'espèces sensibles à enjeu touchées par les incendies	15	–	86

4.4.Impact des incendies sur les périmètres protégés réglementairement ou labellisés

Cette partie a pour but de mettre en exergue l'impact des incendies de l'année 2019 sur les zones disposant d'une protection réglementaire ou bénéficiant d'un label international présentes en Nouvelle-Calédonie.

4.4.1. Impact des incendies sur les zones tampons terrestres UNESCO

4.4.1.1. Informations

Les zones tampons terrestres (Figure 92) permettent de maintenir le bon état de conservation des zones marines inscrites au patrimoine mondial de l'UNESCO. Elles regroupent des écosystèmes riches qui possèdent un intérêt écologique et biologique, comme 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.

4.4.1.2. Partenaires

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

4.4.1.3. Résultats

Le Tableau 87 présente l'impact des incendies pour chaque zone tampon terrestre de l'UNESCO en 2019.

Tableau 87 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampons terrestres de l'UNESCO pour l'année 2019

Nom de la zone tampon terrestre touchée	Nombre d'incendies par zone tampon terrestre UNESCO	Superficie incendiée par zone tampon terrestre UNESCO (ha)	Part de la superficie de la zone tampon terrestre UNESCO incendiée (%)
Zone Côtière Nord-Est	597	21 705	7,13
Zone Côtière Ouest	52	1 652	0,96
Atoll D'Ouvéa et Beautemps-Beaupré	1	16	0,24
Grand Lagon Nord	1	216	1,11
Grand Lagon Sud	5	4	0,03

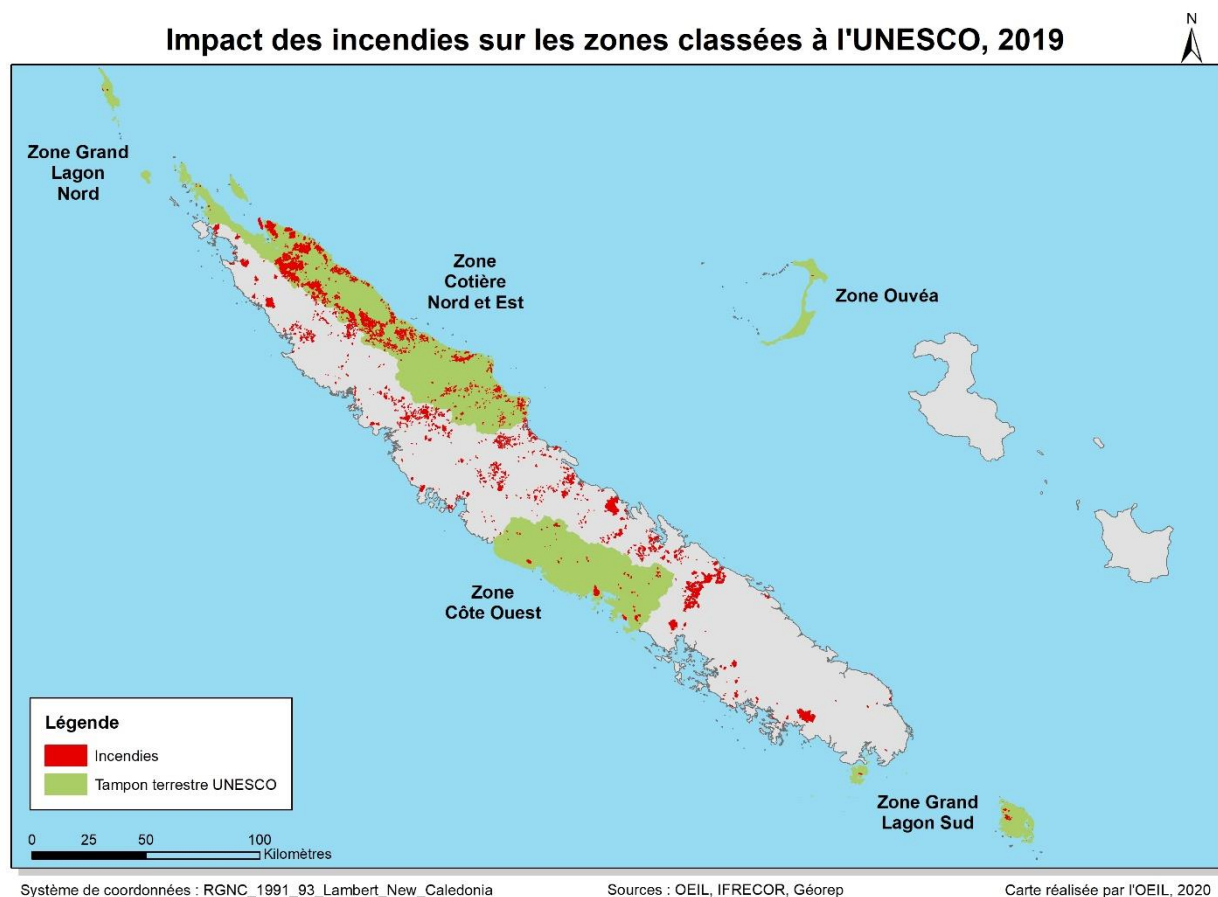


Figure 94: Carte des zones tampons UNESCO impactées par les incendies 2019 (Source : OEIL)

En 2019, la zone tampon terrestre labellisée UNESCO qui a subi le plus de dégâts est la **zone côtière Nord-Est**, avec 7,13 % de sa superficie partie en fumée, contre 1,03% en 2018, et

c'est environ 13 000 hectares en plus qu'en 2017. En effet, il n'est pas sans rappeler que le Nord de la Nouvelle-Calédonie a été plus fortement impacté par les incendies, déjà mentionné en partie 3.1.2.2, les **21 705 hectares brûlés** de la zone côtière Nord-Est en sont la représentation soit près de **45% des incendies de Nouvelle-Calédonie**, incluant les territoires de 3 communes parmi les plus impactées, Ouégoa, Pouébo, et Hienghène.

Le Tableau 88 compare les années 2017 à 2019. On remarque que la même zone est la plus touchée depuis trois ans, et que l'année 2019 est celle qui a connu le plus d'impact. Cette localisation semble similaire au résultat précédent sur d'autres territoires comme Ouégoa, qui reste depuis 2017, la commune ayant subi le plus de dégât.

Tableau 88: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur les zones terrestres de l'UNESCO

	2017	2018	2019
Zone tampon terrestre la plus touchée	Zone côtière Nord-Est	Zone côtière Nord-Est	Zone côtière Nord-Est
Part de la superficie de la zone tampon terrestre UNESCO incendiée (%)	2,83%	1,03%	7,13%

4.4.2. Impact des incendies sur les aires protégées provinciales terrestres

4.4.2.1. Informations

Les aires protégées provinciales terrestres correspondent aux zones terrestres de protection de l'environnement gérées par les provinces (Figure 94). Elles ont été initiées dans le but de préserver la biodiversité et les écosystèmes des provinces ainsi que les valeurs culturelles associées notamment en réglementant les activités et les accès à ces zones. Elles peuvent être de différentes natures ; réserve naturelle intégrale, réserve naturelle, réserve de nature sauvage, aire de gestion durable des ressources, aire de protection et de valorisation du patrimoine naturel et culturel ou encore de type parc provincial.

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

4.4.2.2. Partenaires

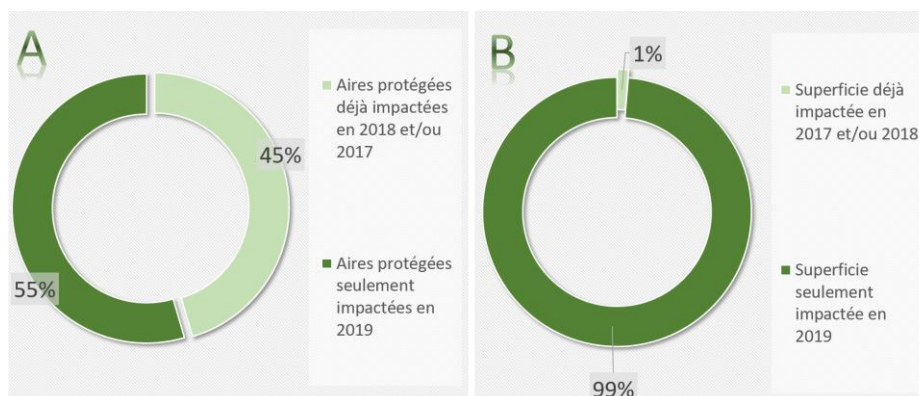
Ces données ont été produites par le Gouvernement, la province Sud et l'UNEP-WCMC grâce aux informations transmises par les provinces.

4.4.2.3. Résultats

Le Tableau 89 présente l'impact des incendies pour chaque aire protégée provinciale touchée en 2019.

Tableau 89 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2019

Périmètre administratif	Nom de l'aire protégée provinciale touchée	Nombre de feux par aire protégée provinciale touchée	Superficie incendiée de l'aire protégée provinciale touchée (ha)	Part de la superficie incendiée de l'aire protégée provinciale (%)	Superficie incendiée sur la superficie totale des aires protégées (%)
Province Nord	Aoupinié	5	12,84	0,24	0,09
	Ilot de Pam	1	373,23	79,96	
	Hyabé Lé Jao	14	382,15	12,38	
	Mont Panié	6	20,10	0,37	
Province Sud	Barrage de Yaté	1	7,77	1,42	0,34
	Forêt Nord	1	1,92	0,46	
	Montagne des sources	1	3,38	0,06	
	Parc de la Côte Oubliée (Forêt de Saille)	2	210,34	0,23 (19,14)	
	Parc Provincial de la Rivière bleue	1	2,08	0,01	
	Vallée de la Thy	1	113,23	10,14	



En 2019, 11 aires protégées provinciales terrestres ont été impactées, contre 4 seulement en 2018 et en 2017. En termes de superficie c'est plus de **1 300 hectares** incendiés sur les aires protégées en 2019, c'est environ 1 230 hectares en plus par rapport à 2018, et 26 fois plus qu'en 2017. En observant la Figure 95, ce sont 45% des aires protégées qui ont déjà été impactées les précédentes années étudiées 2017 et 2018. Cependant en termes de superficie, la part incendiée de 2019 déjà impactée en 2018 et/ou 2017 ne représente qu'1%.

Les aires protégées de l'**Aoupinié** localisée sur Poya et Ponérihouen, et de **Hyabé-Lé-Jao**, située sur Pouébo, sont toutes les deux touchées de manière consécutive entre 2017 à 2019.

En province Sud, huit aires protégées ont été touchées par les incendies 2019. L'aire protégée de la **Forêt de Saille**, se situant dans la réserve de la Côte Oubliée a été la plus affectée avec **210 hectares incendiés**, représentant près de 20% de sa superficie totale, localisée sur la commune la plus impactée en Province Sud, Thio, dont l'origine est un incendie estimé à plus de 600 hectares. La Vallée de la Thy a également subi de fort impact avec plus de 10% de sa superficie totale détruite par les flammes, dont l'origine est l'incendie ayant été déclaré en fin novembre 2019 en amont de la vallée de la Coulée, au Mont-dore, estimé par Sentinel, à plus de 1 700 hectares.

Trois aires protégées provinciales ont été affectées en province Nord. La partie terrestre de l'aire de gestion durable des ressources de **Hyabé-Lé Jao** située à Pouébo a subi de nombreux dégâts, avec plus de 12% de perte de superficie, soit **382 hectares**. Cependant, c'est l'**ilot de Pam**, situé dans la commune de Ouégoa, qui est le plus affectée par les feux, avec une perte s'élevant à **80% de sa superficie** pour 373 hectares, dû à un incendie déclaré en novembre 2019.

Le Tableau 90 compare les années 2017 à 2019 sur les aires protégées les plus touchées par les incendies. Hyabé Lé Jao semble être depuis 2017 souvent parmi les plus impactées en Province Nord, même si elle n'arrive pas en première position en 2019, en superficie absolue, elle reste celle ayant le plus subi de dégâts liés aux incendies cette année-là. Elle est notamment située sur la commune de Pouébo, étant une commune très fortement impactée en 2019.

Concernant la Province Sud, l'impact a été plus conséquent sur une des aires protégées de Thio, la commune la plus impactée sur cette province, tandis que les précédentes années, ce sont des aires protégées du Grand Sud qui ont été les plus touchées. Le Parc de la Rivière Bleue, aire protégée ayant subi le plus de dégâts liés aux incendies en 2017, a tout de même été impacté en 2019, même si cela ne représente qu'environ 2 hectares.

Tableau 90: Tableau comparatif 2017-2019 des aires protégées ayant été le plus touchées par les incendies

	2017	2018	2019
Aire protégée la plus touchée en Province Nord	Hyabé Lé Jao	Hyabé Lé Jao	Ilot de Pam
Aire protégée la plus touchée en Province Sud	Rivière Bleue	Forêt cachée	Forêt de Saille

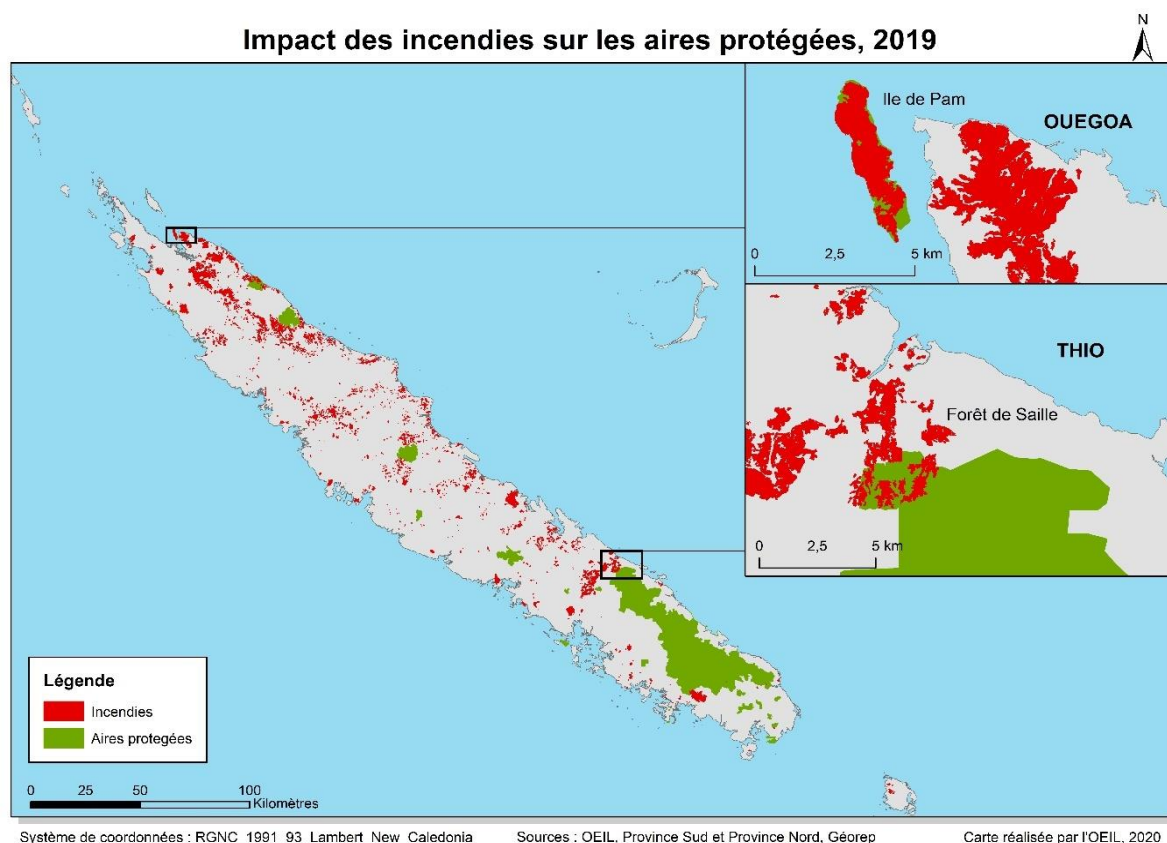


Figure 96: Carte des impacts incendies 2019 sur les aires protégées avec emphase sur les aires protégées les plus touchées. (Source : OEIL)

4.4.3. Impact des incendies sur les périmètres des zones humides Ramsar

4.4.3.1. Informations

Les périmètres des zones humides Ramsar (Figure 97) 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 ressources⁶⁴. En Nouvelle-Calédonie, cette convention a été signée pour le périmètre de la zone des Lacs du Grand Sud.

⁶⁴ Pour plus d'informations sur la convention et ses missions, cliquez sur le lien suivant [RAMSAR](#)

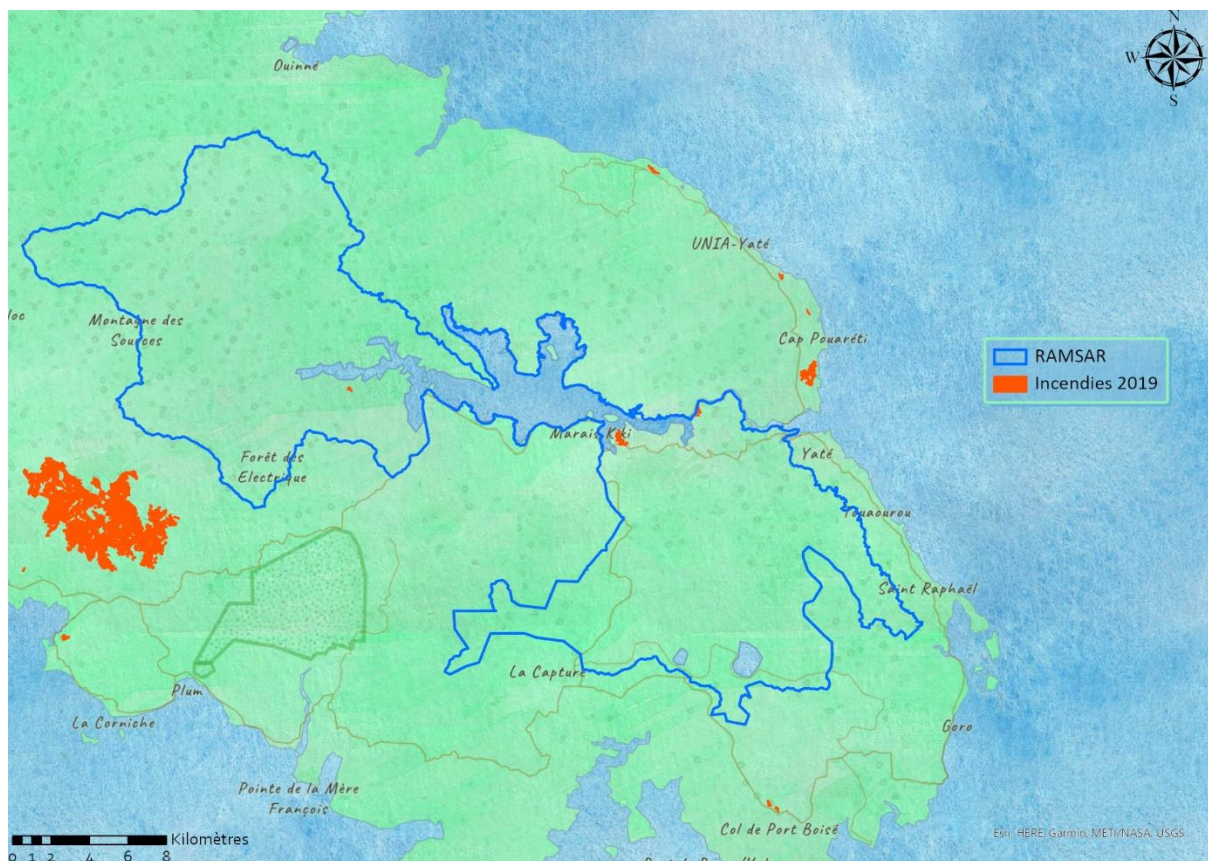


Figure 97: Localisation du périmètre RAMSAR

4.4.3.2. Partenaires

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

4.4.3.3. Résultats

Le Tableau 91 ci-dessous expose les impacts des incendies de 2019 sur les zones humides RAMSAR.

Tableau 91: Répartition des impacts incendies sur les zones humides RAMSAR

Nombre de feux dans la zone humide RAMSAR	Superficie incendiée de la zone humide RAMSAR (ha)	Part de la superficie incendiée de la zone humide RAMSAR (%)
3	27	0,06

La zone humide Ramsar des Lacs du Grand Sud a subi trois incendies supérieurs à 1 ha en 2019 contrairement à l'année 2018, qui n'avait compté aucun incendie dans la zone, et c'est 4 hectares en moins qu'en 2017.

4.5. Impact des incendies sur la ressource en eau potable

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 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.Cheylan, 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 travail⁶⁵, la qualité de l'eau potable peut également être altérée si un surplus de sédiments et de nutriments est charrié par l'érosion jusqu'aux points d'approvisionnement en eau potable. Ce phénomène a été observé à l'île des Pins depuis 2016, où une concentration anormalement élevée de nickel a été retrouvée sur deux captages d'eau potable. Les incendies survenus à proximité ont été identifiés par le Gouvernement comme une cause probable de la détérioration de la qualité de l'eau.

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

Lors de son passage, l'incendie consomme la végétation et détruit le rôle protecteur qu'elle jouait pour les sols. Plus l'incendie reste longtemps au même endroit et plus il attaque en profondeur les couches du sol. Ainsi, les sols dénudés de végétation sont plus susceptibles d'être touchés par le lessivage lors d'épisodes pluvieux intenses. Selon K.Jacquet et M. Cheylan⁶⁶, 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.

⁶⁵ 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.

⁶⁶ 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.

Ainsi lors de forts épisodes pluvieux, l'infiltration de l'eau dans le sol serait stoppée par la strate hydrophobe, la saturation en eau provoquerait alors un ruissellement des parties supérieures à cette dernière. Ce phénomène pourrait expliquer la formation de ravines et de rigoles lors d'épisodes pluvieux intenses dans des secteurs incendiés dépourvus de végétation. L'importante augmentation du ruissellement participerait à accroître le risque d'inondation à l'aval des bassins versants touchés par les incendies. Les tests de Stoof et al ⁶⁷ ont montré que les débits, et notamment les débits moyens quotidiens, avaient augmenté dans les bassins versants impactés par les incendies. De même, le coefficient de ruissellement serait également plus élevé. Les auteurs soulignent dans leur conclusion que c'est sûrement l'absence de végétation qui serait pour majorité responsable des changements subis par les bassins versants après des incendies.

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

4.5.1. Les bassins versants producteurs d'eau potable

4.5.1.1. Informations

Les bassins versants représentent des unités drainées par un cours d'eau principal et ses affluents. Ils alimentent des captages d'eaux de surface ou d'eaux souterraines destinés à l'alimentation en eau potable des populations. Ces bassins versants sont au nombre 273 essentiellement répartis sur la Grande Terre comme on peut le constater sur la Figure 99 pour une superficie de 193 291,55 hectares.

4.5.1.2. Partenaires

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

4.5.1.3. Résultats

Tableau 92: Statistique à l'échelon territorial pour les bassins versants producteurs d'eau potable

Territoire	Nombre de feux impactant les bassins versants producteurs d'eau potable	Surface globale des bassins versants incendiée (ha)	Nombre de bassins versants producteurs d'eau potable impactés	Equivalent en nbre de terrains de football
Nouvelle-Calédonie	215	3 400,64	81	4 858

⁶⁷ 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.

Tableau 93: Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable

Province	Nombre de feux impactant les bassins versants producteurs d'eau potable	Surface globale des bassins versants incendiée (ha)	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	199	2 387	3 410
Province Sud	17	1 013,6	1 448

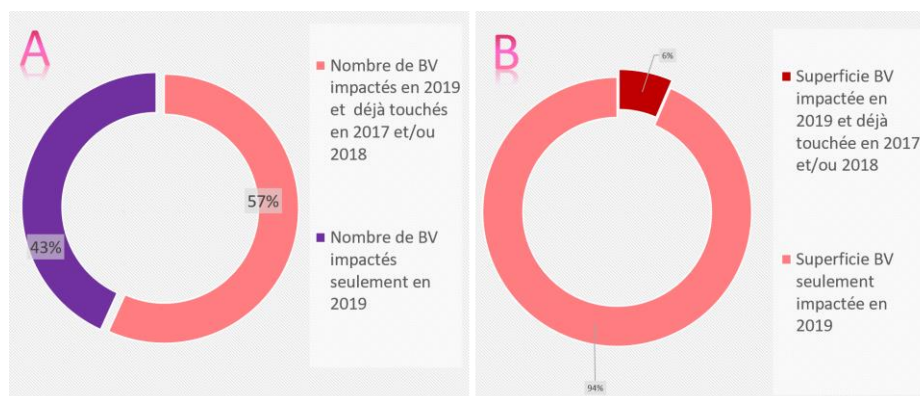


Figure 98: Comparaison des impacts liés aux bassins versants producteurs d'eau potables en fonction des précédentes analyses 2017 et 2018

Globalement **30%** des bassins versants ont été impactés par les feux, contre 9% en 2018, et c'est 14 bassins versants impactés en plus qu'en 2017. En prenant en compte l'ensemble des incendies, 15% des feux ont touché un bassin versant producteurs d'eau potable. En considérant la superficie incendiée, c'est 2% de la surface totale des bassins versants. En observant la Figure 98, 57% des bassins versants producteurs d'eau potables ont déjà été impactés sur les deux années précédentes 2017 et 2018, mais cela ne concerne que 6% de la superficie incendiée.

En 2019, 199 incendies ont impacté les bassins versants producteurs d'eau potable en **province Nord**, ce qui représente une superficie incendiée de **2 387 hectares**, soit 70% du résultat à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

Le Tableau 94 présente l'impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable.

Tableau 94 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2019

Commune	Nb de BV touché	Nom du bassin versant touché	Nb de feux	Surface du bassin versant incendiée (ha)	Part de la superficie incendiée du bassin versant (%)	Part de la surface incendiée sur l'ensemble des BV de la commune (%)
Bouloupari	2	Ouamenie_TD1	1	170,17	1,05	0,4
		Ouenghi	1	1,03	0,00	
Canala	29	Mehoue	13	91,08	11,45	9,1
		Menereme	4	6,83	41,29	
		Nigu	5	3,75	1,96	
		Saint_Louis	5	7,90	2,55	
		Nanon	1	8,01	40,07	
		Négropo	1	11,78	14,11	
Dumbéa	2	Barrage_de_Dumbea	1	1,33	0,02	0,1
		Dumbea_F8TD	1	5,35	1,72	

Hienghène	79	Tanghene_C1	4	7,15	4,32	2,1
		Paana_C1	26	102,40	89,44	
		Bas_Coulna	3	0,36	0,47	
		Wanaan_C1	32	44,59	67,21	
		Ouayaguette_C1	7	3,99	3,96	
		Oue_hava	1	1,52	0,21	
		Tanghene_C2	3	14,93	5,92	
		Ouayaguette_C2	1	0,41	0,84	
		Tendo_C1	1	0,92	0,14	
		Tindo_thirout	1	14,00	34,43	
Houaïlou	2	Ba_C1	2	9,66	0,51	0,3
Kaala-Gomen	3	Oueholle_Ecole	2	4,04	2,28	1,4
		Oueholle_C2_protestant	1	2,10	0,80	
Koné	6	Tiaoué	1	3,20	1,14	0,9
		Petit_Atéou	1	5,05	45,44	
		Néami	1	2,45	1,52	
		NetchaotC1	2	3,36	0,63	
		NoellyC1	1	0,08	0,10	
Moindou	4	Moindou_C2	1	0,66	0,02	0,2
		Arema_TD	3	11,77	0,46	
Mont-Dore	6	Oumbea	1	264,80	69,87	20,1
		Schohn_2	1	0,02	0,09	
		Captage_tribu	1	19,59	22,60	
		Thy_TD1	1	1,81	0,20	
		Thy_C1	1	113,85	24,91	
		Yanna	1	2,66	1,80	
Ouégoa	61	Baoum	4	19,75	94,22	0,3
		Tiari	5	259,34	65,79	
		Ouamele	1	11,28	17,21	
		Parari	12	108,59	31,92	
		Waredi	8	172,11	2,86	
		Wahonne	22	90,76	1,26	
Poindimié	47	Tibarama_C1	5	28,21	33,60	0,1
		Bopope_TD1	15	55,11	0,59	
		Ouindo_C1	10	6,44	10,38	
		Bayes_C1	3	5,35	7,41	
		Ti_Ouano_1	5	2,35	0,94	
		Pwatibobo	1	2,27	0,28	
		Bayes_ancien	1	2,38	3,52	
		Ti_Ouano_2	1	1,08	1,25	
		Ouindo_C2	4	2,49	3,90	
		Tipouendiep_C1	1	21,69	12,69	
		BopopeC2	1	0,38	4,98	
Ponérihouen	74	Goa_TD1	70	445,91	1,70	0,0
		Goa_C1	2	16,66	23,29	

		Pô_C1	1	0,38	0,62	
		Goyeta	1	4,24	5,84	
Pouébo	61	Pweoundj_C2	13	112,32	20,68	1,2
		Tchambouenne_C1	12	38,79	12,81	
		Kounde_C1	26	64,51	21,03	
		PweAmen_C1	1	1,31	0,33	
		Diahoue_C1	1	0,01	0,01	
		Yambe_C1	1	2,28	0,59	
		Pwi_Renec_C1	1	19,08	3,15	
		Pagan_C1	4	7,21	9,97	
		Bwexite_C1	1	9,68	4,93	
		Pweoundj_C1	1	4,25	3,11	
Poya - Province Nord	144	Mont_Faoue_TD1	41	74,17	5,87	0,1
		Porenu_TD1	92	435,22	5,40	
		Gohapin_Micro_centrale	9	7,26	2,34	
		Gohapin	2	0,60	0,14	
Thio	15	Tribu_de_Kouare	6	76,29	1,85	1,4
		Saint_Michel	1	10,39	45,84	
		Nakale_ou_Champion	2	42,57	11,73	
		Ouindo	1	0,17	0,35	
		Népou	1	41,99	19,72	
		Petroglyphes_Prive_C1	1	26,75	46,23	
		NembourouC1	2	141,12	9,71	
		La_Meh_C1	1	81,10	11,55	
Touho	1	Tipoi	1	1,06	0,08	0,1
Voh	2	Ouango_TD1	2	2,90	0,07	0,1

Cinq bassins versants producteur d'eau potable, de trois communes différentes, ont été touché à plus de 50% de leur superficie totale. A Ouégoa, le bassin versant de « **Baoum** » est le plus impacté à plus de 94%. Dans cette même commune, « **Tiari** » voit 66% de sa superficie partir en fumée. Ces deux bassins versants producteurs d'eau potables ont été impactés par un des incendies majeurs de la commune de Ouégoa près de Tiari avec une superficie estimée à près de 1400 hectares visibles sur la Figure 99.

Hienghène a également été très touché par les incendies, avec « Paana_C1 » et « Wanaan_C1 » où 89% et 67% respectivement de leur superficie ont disparu dans les flammes. Le troisième bassin versant le plus impacté avec presque 70% de sa superficie touchée est « Oumbéa » localisé sur la commune du Mont-Dore, concerné par l'incendie de fin novembre 2019 déclaré dans la vallée de la Coulée.

En considérant la superficie absolue, c'est sur la commune de Ponérihouen où se trouve « **Goa_TD1** », le bassin versant le plus impacté avec environ 446 hectares brûlés.

En tenant compte de la superficie cumulée par commune, c'est « **Ouégoa** » qui domine avec plus de 661 hectares, tandis que **Poya** a connu le nombre le plus élevé de départ de feux ayant impacté ses bassins versants producteur d'eau potable avec 144 incendies.

Le Tableau 95 dévoile les communes ayant subi le plus d'impacts incendies sur les bassins versant de 2017 à 2019. Ouégoa est donc la commune avec la plus grande superficie

cumulée ayant été impactée par les incendies. Elle a déjà été relevée comme la première commune ayant subi le plus de dégât en 2019 en partie 3.1.1.3 avec des incendies majeurs, n'ayant donc pas épargné les bassins versants producteurs d'eau potable au sein de son territoire.

Poya reste la commune avec le plus d'incendies ayant impacté les bassins versants d'eau potable, en correspondance avec les résultats présentés en partie 3.1.2.1, comme faisant partie des secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies, ce qui semble être le cas depuis 2017.

Tableau 95: Tableau comparatif 2017/2019 des communes ayant été le plus touchées au niveau de leurs bassins versants producteurs d'eau potable

	2017	2018	2019
Commune avec le bassin versant producteur d'eau potable le plus touché	Thio	Poum	Ouégoa
Commune avec le bassin versant ayant hébergé le plus d'incendies	Poya	Poya	Poya
Commune avec le bassin versant disposant de la plus grande superficie brûlée	Ouégoa	Poya	Ponérihouen

La Figure 99 permet de visualiser l'impact des incendies sur la ressource en eau et notamment sur les bassins versants producteurs d'eau potable. Une emphase a été faite sur les bassins versants les plus touchés afin d'avoir un meilleur aperçu de la surface touchée.

Incendies impactant les bassins producteurs d'eau potable, 2019

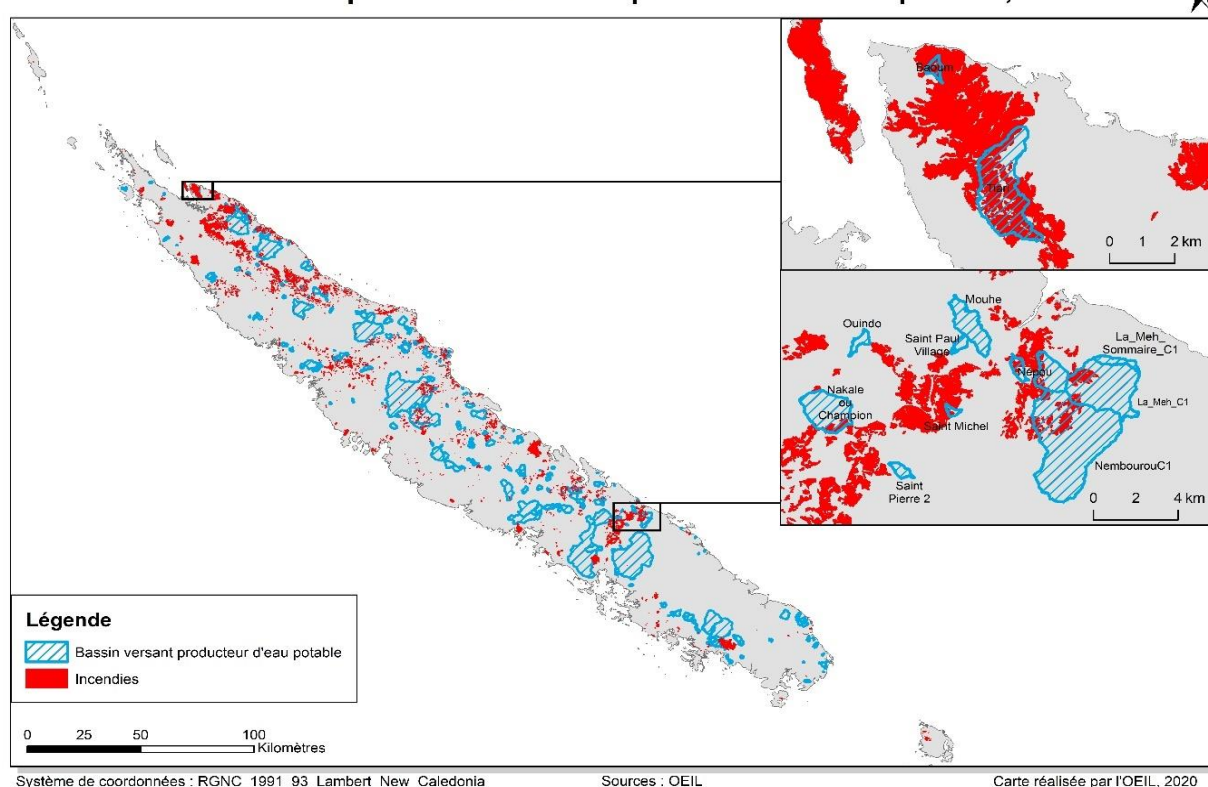


Figure 99: Impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable avec emphase sur les bassins versants dans les régions de Ouégoa et de Thio.

4.5.2. Les périmètres de protections des eaux

4.5.2.1. Informations

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

Le **Périmètre de Protection Immédiate (PPI)** : situé à proximité directe du captage et interdit au public. Il a pour but d'éviter les pollutions à proximité immédiate du captage

Le **Périmètre de Protection Rapprochée (PPR)** : secteur plus élargi, où les activités pouvant induire une pollution sont soumises à prescription particulière

Le **Périmètre de Protection Éloignée (PPE)** : zone qui s'étend plus largement, elle peut correspondre à l'ensemble du bassin versant producteur d'eau potable, les activités peuvent y être réglementées.

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

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

protection des eaux pour un total de 393 251,4 hectares. Courant 2019, cette base de données comprenait 616 polygones pour un total de 399 214,8 hectares.

4.5.2.2. Partenaires

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

4.5.2.3. Résultats

La Figure 100 permet de visualiser l'impact des incendies 2019 sur l'ensemble des périmètres de protection des eaux

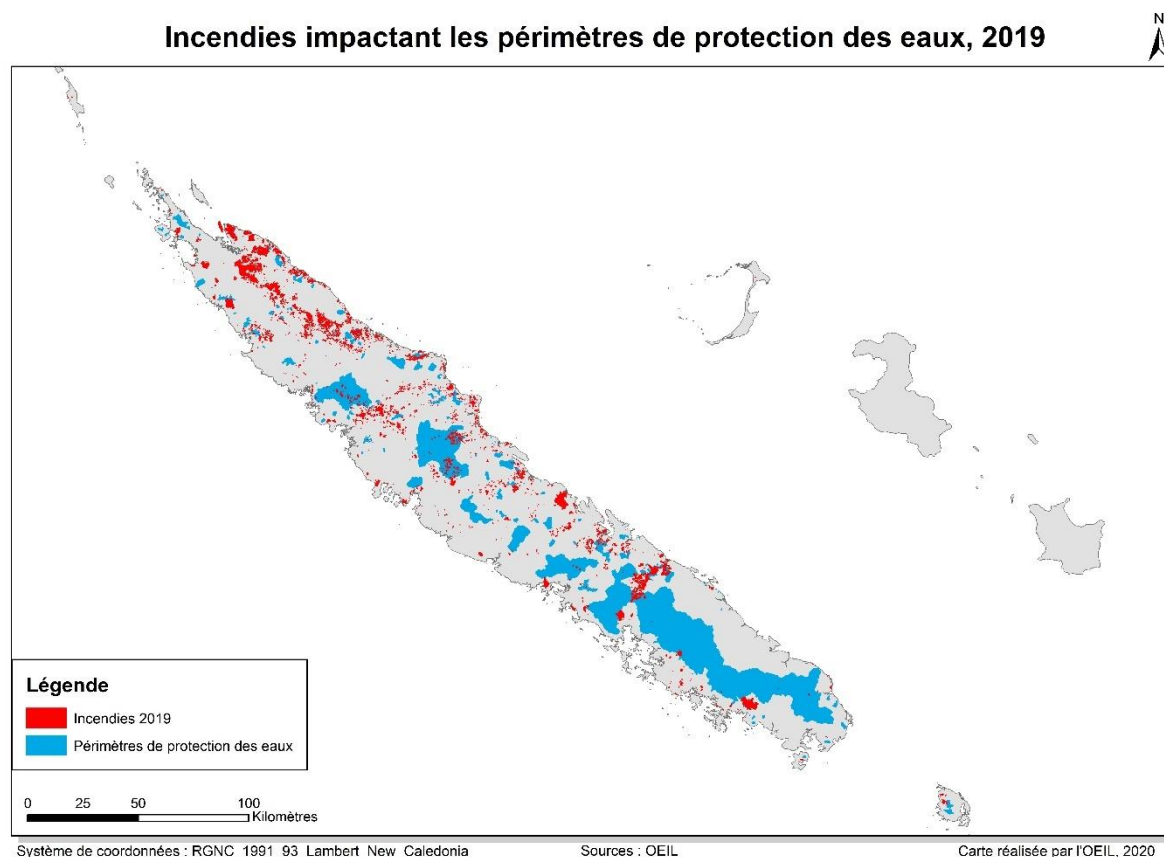


Figure 100: Impact des incendies 2019 sur les périmètres de protection des eaux (Source : OEIL)

Tableau 96: Statistiques à l'échelon territorial pour les périmètres de protection des eaux

Territoire	Type de périmètre	Surface incendiée (ha)	Nombre de feux	Nombre de périmètres impactés
Nouvelle-Calédonie	PPE	6 742,97	234	78
	PPI	0,20	10	9
	PPR	172,11	42	27
	Type de périmètre confondu	6 915,28	236	83

Globalement, 17% de l'ensemble des incendies ont touché les périmètres de protection des eaux et **28%** de la totalité des PPE ont été impactés par des incendies, soit 83 périmètres de protection des eaux. Ce sont près de **7 000 hectares incendiés** pour l'ensemble des périmètres de protection des eaux dont environ 96% ont concernés essentiellement des périmètres de protection éloignés. C'est environ 10 fois la superficie incendiée de 2018, et 4 fois celle de 2017. A noter qu'en 2018 aucun périmètre de protection immédiat n'a été impacté, et en 2017 ce sont seulement 0,02 hectare brûlé, soit 10 fois moins qu'en 2019.

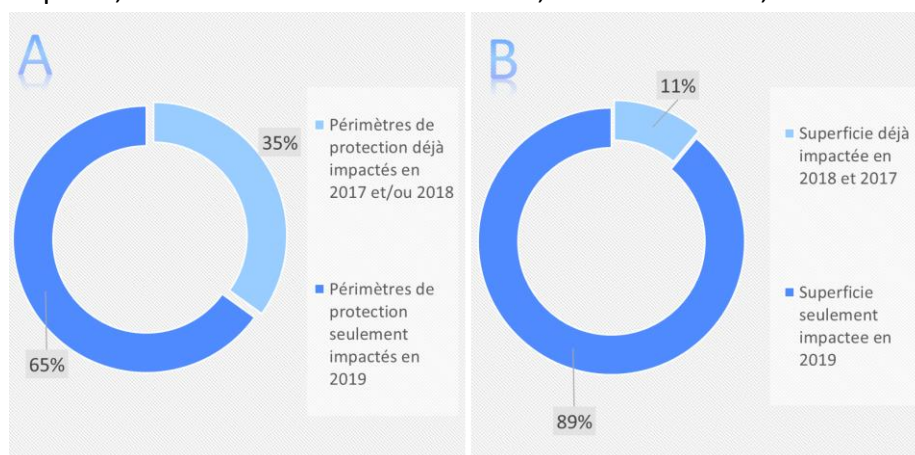


Figure 101:
Comparaison des impacts liés aux incendies sur les périmètres de protection des eaux en fonction des précédentes analyses 2017 et 2018

En observant la Figure 101, ce sont donc 35% des périmètres de protection des eaux qui ont déjà été impactés les années précédentes en 2017 et/ou 2018, mais ces secteurs déjà touchés ne représentent que 11% de la superficie incendiée en 2019 sur les périmètres de protection des eaux.

Tableau 97: Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux

Province	Type de périmètre	Surface incendiée (ha)	Nombre de feux	Equivalent en nbre de terrains de football
Province Nord	PPE	4129	203	5899
	PPI	0,1	7	0
	PPR	98	32	139
Province Sud	PPE	2613	32	3733
	PPI	0,1	3	0
	PPR	74	11	106

Le Tableau 97 montre qu'en 2019, c'est la **Province Nord** la plus impactée avec un nombre d'incendies le plus élevé avec 204 incendies ont touché les périmètres de protection des eaux situés en province Nord dont la majorité concerne des périmètres de type « éloignés », avec 4 227 hectares brûlés soit **60%** de la superficie incendiée des périmètres en Nouvelle-Calédonie. Les 40% restant sont attribués aux périmètres sur le territoire de la Province Sud.

Le Tableau 98 présente l'impact des incendies sur les périmètres de protection des eaux par communes en 2019. Vingt-trois communes sont concernées par les impacts liés aux feux sur les périmètres de protection des eaux.

Tableau 98 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2019

COMMUNE	Nombre total de feux par commune	Type de périmètre de protection des eaux touché	Nombre de feux par type	Surface de Périmètres de Protection des Eaux touchée par commune (ha)	Part de la superficie incendiée de Périmètre de Protection des Eaux pour l'ensemble de la commune (%)	Nombre de périmètres de protection des eaux incendié	Nombre de périmètres de protection des eaux incendié sur le nombre total de périmètres de protection des eaux (%)
BOULOUPARIS	15	PPE	13	1 160,85	0,82	6	55
		PPR	2	0,82	0,05	1	14
BOURAIL	1	PPE	1	4,10	0,04	1	8
CANALA	25	PPE	16	23,78	0,44	6	46
		PPI	2	0,01	2,11	1	8
		PPR	7	2,14	0,22	3	33
DUMBEA	2	PPE	1	1,30	0,01	1	50
		PPR	1	9,49	3,23	1	50
HIENGHENE	44	PPE	32	94,13	0,22	8	62
		PPI	1	0,05	7,98	1	9
		PPR	11	18,74	2,98	6	75
HOUAILOU	6	PPE	6	10,68	0,24	2	14
ILE DES PINS	1	PPE	1	8,29	0,76	1	50
KAALA-GOMEN	14	PPE	10	12,24	0,64	4	24
		PPR	4	1,87	0,53	3	38
KONE	5	PPE	5	7,40	0,55	4	57
KOUMAC	2	PPE	2	224,57	10,46	1	20
LA FOA	9	PPE	9	45,46	0,34	4	50
MOINDOU	2	PPE	1	7,14	0,08	1	33
		PPR	1	2,54	0,3	1	33
MONT-DORE	5	PPE	4	397,87	14,56	4	25
		PPI	1	0,05	1,42	1	7
OUEGOA	7	PPE	5	380,64	49,86	2	100
		PPI	2	0,03	13,28	2	100
POINDIMIE	6	PPE	6	5,4	0,24	4	44
PONERIHOUEN	44	PPE	39	391,7	1,33	4	33
		PPI	1	0,02	0,56	1	8
		PPR	4	1,4	0,28	1	50
POUEBO	9	PPE	9	38,9	1,94	7	100
POUEMBOUT	1	PPE	1	3,4	0,63	1	20
POYA	119	PPE	104	678,6	2,91	4	67
		PPI	1	0,0	1,04	1	13

		PPR	14	15,9	1,77	2	50
THIO	29	PPE	14	827,5	12,20	7	47
		PPI	2	0,03	2,71	2	11
		PPR	13	71,8	5,17	8	50
TOUHO	7	PPE	7	54,2	1,52	3	38
VOH	48	PPE	48	946,6	2,27	2	15
YATE	3	PPE	2	15,8	0,04	1	17
		PPR	1	3,2	0,04	1	33

En 2019, les communes les plus touchées en termes d'hectares sont **Boulouparis** avec plus de 1 000 hectares incendiés sur ses périmètres de protection des eaux. Ce sont essentiellement liés à des incendies au nord de la commune, à proximité de l'axe Boulouparis-Thio avec plus de 600 hectares impactant le périmètre de protection « Kouergoa 2 », avec un autre impact plus au sud, incendie estimé à près 850 hectares, touchant le périmètre de protection « Ouaménie TD1 ».

Les périmètres de protections rapprochés ayant été le plus impactés par les incendies sont ceux situés à **Thio**. En effet, plus de 5% de l'ensemble des PPR de cette commune a été incendié.

Les périmètres de protections immédiats de **Ouégoa**, Canala et Thio ont été les plus touchés avec respectivement 13%, 2,11% et 2,71% de leur superficie. Ce sont tous les périmètres immédiats de ces trois communes qui ont été touchés. Les impacts potentiels sur la qualité des eaux est donc potentiellement beaucoup plus élevé dans ce cas-ci.

A noter que 100% des périmètres de protection des eaux, tout type confondu, à **Ouégoa** et à Pouébo ont été touchés par les incendies.

Le Tableau 99 compare les communes ayant leurs périmètres de protection des eaux les plus touchées par les incendies de 2017 à 2019. La commune de Ouégoa ayant subi le plus de dégâts liés aux incendies, ces impacts ont donc aussi concerné ses périmètres de protections des eaux. La commune la plus impactée de la Province Sud, Thio arrive en première position également ayant ainsi la part la plus conséquente au niveau des périmètres de protection rapproché incendié. Ces résultats sont liés aux nombreux incendies à proximité du secteur autour de l'axe de Boulouparis-Thio, mentionné déjà dans plusieurs parties sur la caractérisation des incendies. Cette zone concerne également la commune voisine, Boulouparis, puisque les résultats ont montré que ce sont les périmètres de protection des eaux de cette commune qui ont la superficie incendiée la plus importante, avec environ 1 160 hectares. Ces deux communes ont donc bien une surface impactée relativement élevée en observant la Figure 103 suivies de deux autres communes, Poya et Voh.

Tableau 99: Tableau comparatif 2017/2019 des communes ayant été le plus impactées au niveau de leurs périmètres de protection des eaux

	2017	2018	2019
--	------	------	------

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

La Figure 102 permet de visualiser le nombre de périmètre des eaux touché par les incendies de 2019 selon le type de périmètre et la commune souhaitée. Ainsi, à Poya, on comptabilise 248 périmètres de protection éloignés impactés et 27 périmètres de protection rapprochés ou immédiats affecté. A Hienghène, 206 périmètres de protection rapprochés et 15 périmètres de protection éloignés ont été touchés.

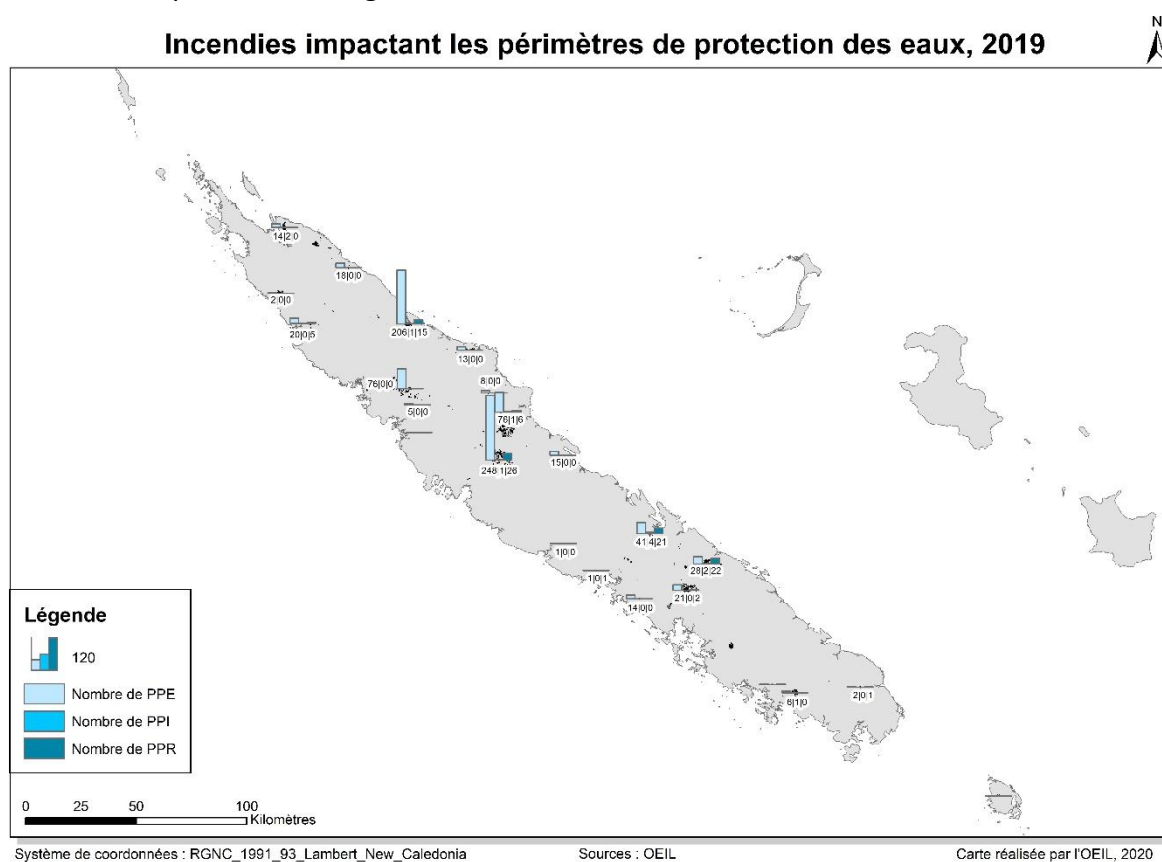


Figure 102: Carte du nombre de périmètre de protection des eaux touché selon le type de périmètre de protection (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)

Incendies impactant les périmètres de protection des eaux, 2019

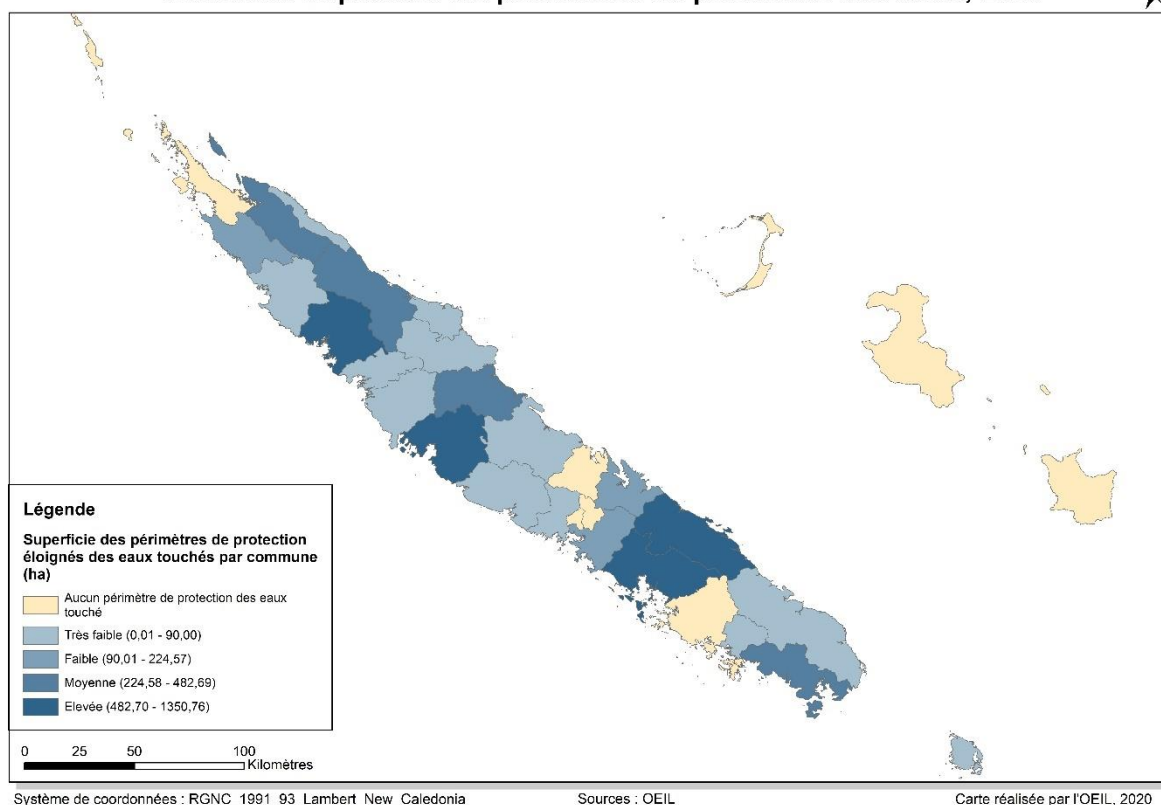


Figure 103: Carte des surfaces des périmètres de protection éloignés touchées (ha) par les incendies 2019 (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)

4.6. Impact des incendies sur les surfaces agricoles

4.6.1. Informations

Pour l'étude de l'impact des incendies sur les surfaces agricoles, les productions agricoles « REALISE » ou « EN PROJET » de la couche de données « PARCELLES » d'AGRIBASE fournie par la Province Sud, datant de 2014 à 2020, ont été utilisées. Certaines classes de la couche AGRIBASE, jugées non pertinentes pour notre étude, ont été retirées de la couche agricole combinée tel que : Apiculture, Aquaculture eau douce, Aquaculture marine, Chasse de loisir, Non renseigné, Sans production, Urbain. La couche d'AGRIBASE a ensuite été combinée à celle du MOS 2014, dont les terres agricoles et pastorales ont été extraites. La couche de parcelles d'Agribase ne tient compte des zones agricoles qui ne sont pas déclarées, une agriculture dite « informelle » et n'ayant potentiellement pas d'activité rémunératrice. Concernant la couche du MOS 2014, les superficies agricoles inférieures à 1 hectare ne sont pas comptabilisées liées aux limites de la donnée⁶⁸. Les données obtenues ont été reclassées selon trois types : « ELEVAGE », « CULTURE » ou « SYLVICULTURE ». Pour éviter les superpositions de certaines zones agricoles entre les deux jeux de données, une fusion a été réalisée grâce à l'outil sur « Fusionner⁶⁹ » d'ArcGIS.

⁶⁸ Production de données d'occupation du sol de 2010 à 2014 en Province Sud, Rapport de production, CEIL, SIRS, 2016.

⁶⁹ <https://desktop.arcgis.com/fr/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/dissolve.htm>

Il est utile de rappeler que certains feux peuvent être liés à certaines pratiques agricoles pour l'entretien des cultures.

Le tableau ci-dessous (Tableau 100) présente les résultats de ce classement réalisé en interne :

Tableau 100: Classement des différentes productions du MOS 2014 et de la couche AGRIBASE en trois classes

Origines	Productions	Classes considérées pour l'étude
AGRIBASE	Aviculture	Elevage
	Bassecour	
	Bovin	
	Equin	
	Petits ruminants	
	Porcin	
	Autres grande cultures	Culture
	Céréales et oléagineux	
	Cultures fourragères	
	Cultures vivrières	
	Horticulture et pépinière	
	Maraichage	
	Plantes aromatiques et médicales	
	SCV (Semis direct sous Couvert Végétal)	
	Sylviculture	Sylviculture
MOS 2014	Terres pastorales aménagées structurées	Elevage
	Terres pastorales aménagées structurées - prairies	
	Terres arables	Culture
	Terres arables et cultures permanentes	
	Vergers et petits fruits	Sylviculture
	Plantation d'arbres - sylviculture	

Ainsi, la couche finale combinée a été croisée avec celle des incendies, afin d'obtenir la part des surfaces agricoles touchées par les incendies pour chaque commune. A partir de ces données, la part de surfaces agricoles impactées par les incendies à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie a été estimée à 6,8%.

La Figure 104 montre la répartition des superficies agricoles par grande productions agricoles (culture, élevage et sylviculture), dont 81% sont affectées à l'élevage (102 494 hectares).

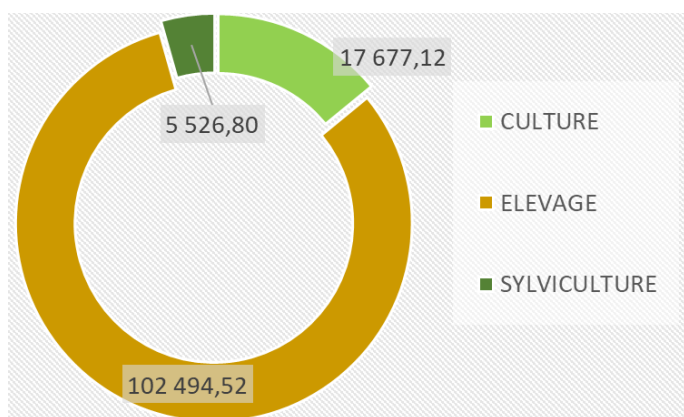


Figure 104: Répartition des surfaces entre les grandes productions agricoles (superficies exprimées en hectares)

Ces résultats sont à considérer avec précaution. En effet, la quantité d'information et les dates de mise à jour sur la couche de données combinée ne sont pas les mêmes dans

les trois provinces de Nouvelle-Calédonie.

L'étude de l'impact des incendies sur les surfaces agricoles n'est réalisée que depuis cette version du rapport. Des résultats seront donc présentés pour les années précédentes, 2017 et 2018, ayant déjà fait l'objet d'un rapport d'analyse sur les incendies.



Figure 105: Carte de répartition des zones agricoles en Nouvelle-Calédonie

4.6.2. Partenaires

Les données AGRIBASE ont été obtenues par la Province Sud. Le MOS 2014 a été réalisé par l'OEIL et le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie.

4.6.3. Résultats

Tableau 101: Statistiques sur l'impact des incendies de 2017 à 2019 sur les surfaces agricoles de Nouvelle-Calédonie

Territoire	Année	Classe agricole	Superficie incendiée (ha)	Part de la superficie incendiée (%) en fonction de la classe agricoles	Part de la superficie incendiée (%) en fonction de celle des incendies en NC	Nombre d'incendies	Part du nombre d'incendies (%)
Nouvelle-Calédonie	2019	Elevage	1 174,16	1,15%	2,40%	149	10,47%
		Culture	224,28	1,27%	0,46%	109	7,66%
		Sylviculture	62,53	1,13%	0,13%	10	0,70%
		Toute classe confondue	1 460,97	1,16%	2,98%	268	18,83%
	2018	Elevage	89,70	0,09%	1,33%	19	3,85%
		Culture	14,17	0,08%	0,21%	14	2,84%
		Sylviculture	1,62	0,03%	0,02%	3	0,61%
		Toute classe confondue	105,50	0,08%	1,56%	36	7,30%
	2017	Elevage	1 658,40	1,62%	6,87%	128	10,34%
		Culture	323,11	1,83%	1,34%	111	8,97%
		Sylviculture	33,06	0,60%	0,14%	6	0,48%
		Toute classe confondue	2 014,57	1,60%	8,34%	245	19,79%

En 2019, plus de **1 400 hectares** de surfaces agricoles ont été incendiées (Tableau 101). La superficie incendiée de 2019 représente environ 13 fois la valeur de celle de 2018. Cependant, il y a eu à peu près 550 hectares brûlés en moins par rapport à 2017. En 2019, près de **19% des incendies** ont touché une zone agricole, résultat à peu près similaire à celui de 2017 (avec près de 20%). Le secteur de l'**élevage** étant le plus représenté en Nouvelle-Calédonie, il est logiquement le plus impacté chaque année, représentant plus de 80% des surfaces agricoles incendiées.

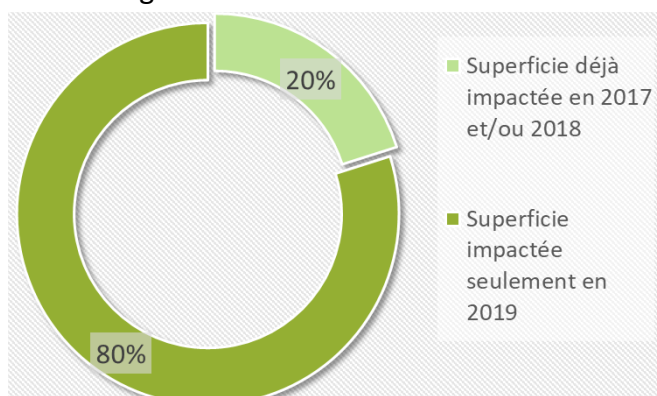


Figure 106: Part déjà incendiée des zones agricoles en 2017 et/ou 2018

Sur la Figure 106, il est possible de constater que 20% de la superficie des zones agricoles touchées en 2019, a déjà subi des dégâts liés aux incendies entre 2017 à 2018.

Les secteurs sylvicoles, moins impactés par les feux, se concentrent sur quelques régions isolées les unes des autres : près de l'axe transversal de la Koné-Tiwaka, à l'île des Pins (environ 20 hectares impactés) et à la Coulée (incendie du mois de novembre 2019 ayant touché à peu près 1 hectare de parcelles sylvicoles) - Figure 107 .

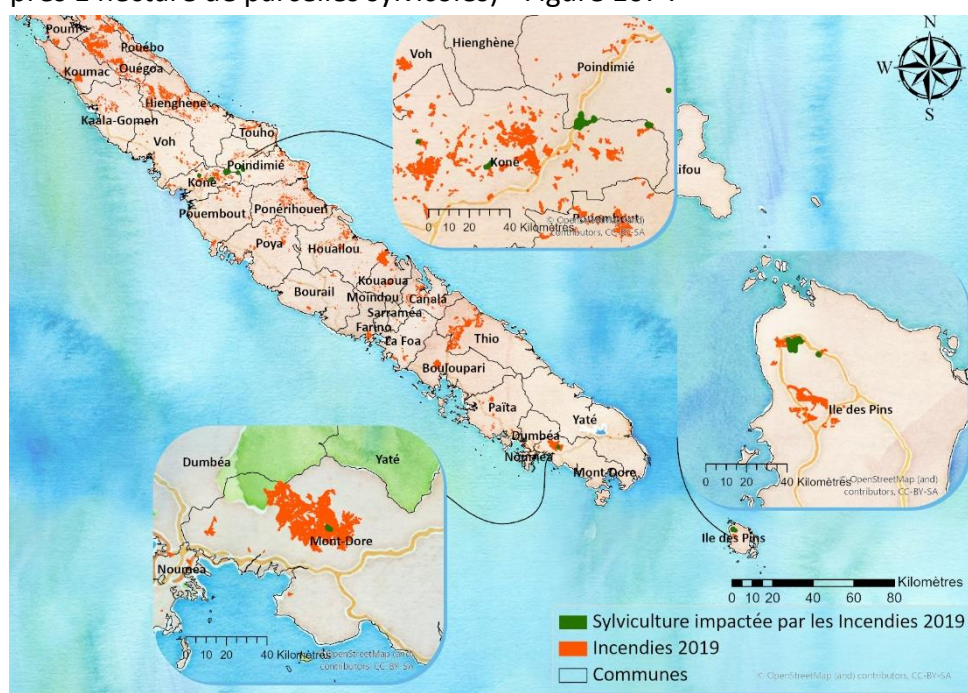


Figure 107:
Carte de
localisation des
zones de
sylviculture
impactées

Tableau 102: Statistiques sur l'impact des incendies des zones agricoles par province en 2019

Territoire	Classe agricole	Superficie (ha)	Superficie incendiée (ha)	Part de la superficie incendiée (%)	Part de la superficie incendiée (%) en fonction de celle des incendies en NC	Nombre d'incendies	Part du nombre d'incendies (%)
Province Nord	Elevage	24 320,96	595,91	2,45%	1,22%	149	10,47%
	Culture	3 712,21	116,51	3,14%	0,24%	109	7,66%
	Sylviculture	3 115,27	39,08	1,25%	0,08%	10	0,70%
	Toute classe confondue	31 148,44	751,51	2,41%	1,53%	268	18,83%
Province Sud	Elevage	77 759,91	577,75	0,74%	1,18%	149	10,47%
	Culture	8 189,65	107,66	1,31%	0,22%	109	7,66%
	Sylviculture	2 411,83	23,45	0,97%	0,05%	10	0,70%
	Toute classe confondue	88 361,39	708,86	0,80%	1,45%	268	18,83%
Province des Iles	Culture	5 762,96	0,06	0,00%	0%	109	7,66%

Le Tableau 102 montre que la **Province Nord** est la plus incendiée sur ses zones agricoles en 2019, avec plus de 750 hectares concernés (soit 2,4% de sa surface agricole). En nombre d'hectares incendiés, la Province Sud suit de très près la province Nord, avec une différence de seulement 42 hectares environ, mais qui ne représentent que 0,8% de sa surface agricole. Pour ces deux provinces, la majorité des surfaces agricoles incendiées appartiennent au secteur de l'élevage, le plus représenté en Nouvelle-Calédonie. Pour aller plus loin dans l'analyse de l'impact des incendies sur les zones agricoles, une étude par commune a été réalisée. La part de surfaces agricoles incendiées a été calculée pour chaque commune du territoire (Tableau 102). La Figure 108 ci-dessous présente les résultats obtenus.

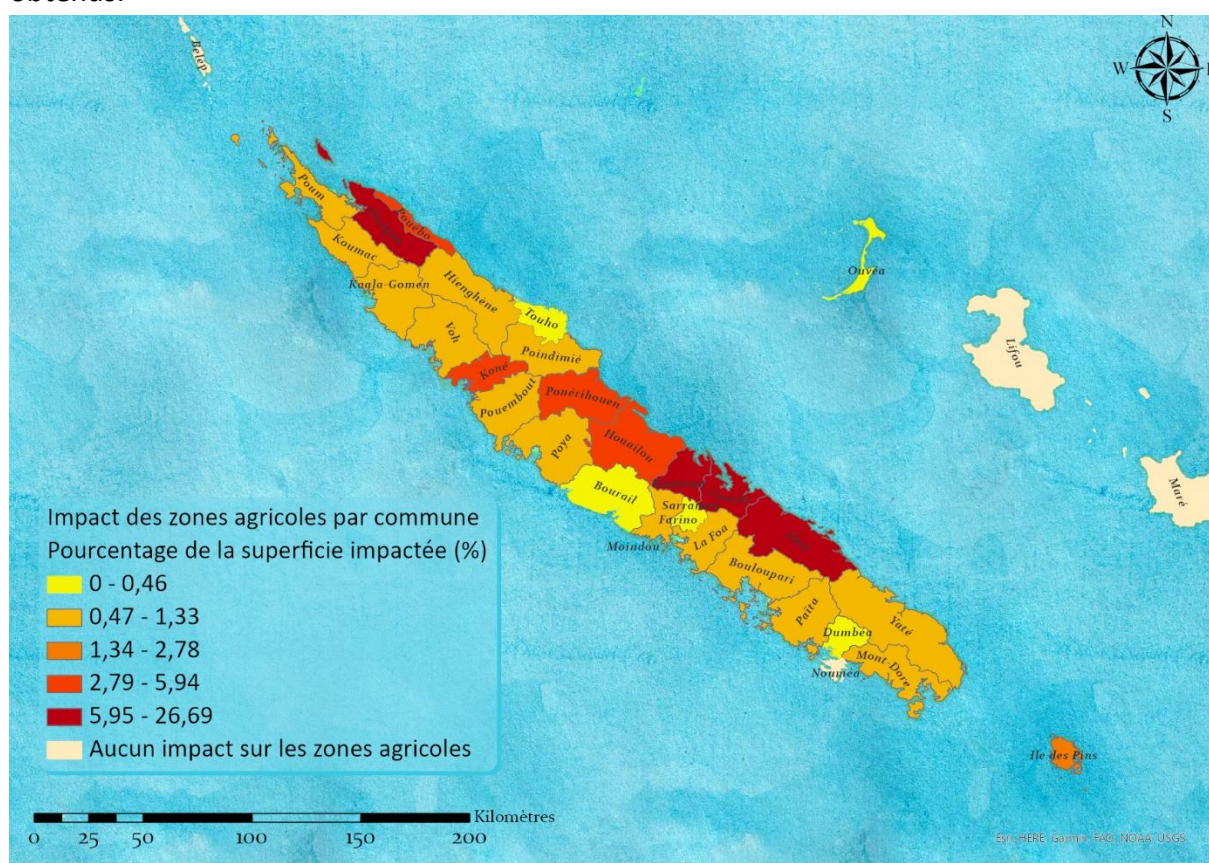


Figure 108: Carte de la part des zones agricoles incendiées par commune

Comme vu précédemment pour d'autres enjeux environnementaux, **Ouégoa** est la commune ayant subi le plus de perte au niveau de ses zones agricoles, avec environ **27% de ses surfaces agricoles** touchées par les incendies. Elle est suivie de Canala et de Kouaoua, communes parmi les plus impactées au niveau agricole (Figure 108). En quatrième position, on peut citer Thio, commune la plus fortement impactée de la Province Sud, avec 16% de sa superficie agricole ayant brûlé. En considérant la surface agricole absolue ayant été incendiée, la commune de Païta subit le plus de perte avec environ 167 hectares, suivi de très près par Ouégoa.

Tableau 103: Répartition des impacts sur les zones agricoles par commune

Commune	Superficie incendiée (ha)	Superficie agricole (ha)	Pourcentage impactée de la superficie agricole (%)
Bouloupari	132,51	19 897,02	0,67
Bourail	53,87	16 211,04	0,33
Canala	83,48	378,14	22,08
Dumbéa	4,05	2 718,21	0,15
Farino	2,83	615,34	0,46
Hienghène	1,30	183,76	0,71
Houailou	42,09	828,34	5,08
Ile des Pins	29,65	1 065,64	2,78
Kaala-Gomen	64,15	6 383,48	1,00
Koné	88,43	1 780,34	4,97
Kouaoua	46,13	219,18	21,05
Koumac	19,87	1 691,36	1,17
La Foa	101,52	15 062,50	0,67
Moindou	57,58	5 488,88	1,05
Mont-Dore	8,75	1 341,38	0,65
Ouégoa	164,48	616,27	26,69
Ouvéa	0,06	988,93	0,01
Païta	166,91	13 631,56	1,22
Poindimié	30,98	2 837,83	1,09
Ponérihouen	33,78	696,85	4,85
Pouébo	14,72	247,86	5,94
Pouembout	83,45	6 628,45	1,26
Poum	13,81	1 427,23	0,97
Poya	96,84	12 109,48	0,80
Sarraméa	0,02	908,79	0,00
Thio	76,02	466,66	16,29
Touho	1,13	307,61	0,37
Voh	30,17	4 844,46	0,62
Yaté	11,30	848,29	1,33

4.7. Impact des incendies sur les émissions de gaz à effet de serre

4.7.1. Informations

Les incendies génèrent chaque année la dégradation de plusieurs milliers d'hectares de forêts en Nouvelle Calédonie. Cette biomasse morte ou vivante en brulant va dégager un mélange complexe de dioxyde carbone (CO₂), de particules en suspension, de vapeur d'eau, de monoxyde de carbone (CO), de composés organiques (tels l'acroléine et le formaldéhyde), d'oxydes d'azote (NO_x) et de divers minéraux⁷⁰. En affectant la qualité de l'air, les incendies peuvent engendrer des effets délétères significatifs sur l'environnement et la santé des

⁷⁰ Benmarhnia T., Mathlouthi F., Smargiassi A. (2013), *Les impacts sanitaires des particules liées aux incendies de forêt*, Gouvernement du Québec, Institut national de santé publique du Québec, 20p

populations exposées à ces fumées. A l'échelle mondiale, les émissions induites par les feux contribuent significativement aux variations des concentrations atmosphériques de gaz carbonés et influent sur le climat⁷¹. La combustion de biomasse est estimée globalement, toutes causes confondues, à une contribution d'environ 20% à 30% des émissions de CO₂ et autres gaz chimiquement actifs tels que les hydrocarbures, le CO et le NO_x⁷². Il convient donc de quantifier de façon précise les incendies pour pouvoir appréhender davantage ses impacts, avoir une connaissance plus fine des interactions entre le climat et le cycle du carbone et mieux comprendre sa part dans les émissions de gaz à effet de serre. Dans le présent rapport seules les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O seront analysées car ce sont les gaz, émis lors d'un incendie, qui sont pris en compte dans le bilan carbone. Les émissions de CO et NO_x émises au cours d'un incendie ne seront pas donc pas décrites.

La quantification précise des émissions de GES et autres gaz toxiques lors d'un incendie est un processus complexe qui nécessite la connaissance d'un nombre conséquent d'informations. En effet, la composition des fumées émise est variable selon le combustible et sa densité, l'humidité, les conditions de combustion et l'éloignement de la source⁷³. Ainsi, la caractérisation précise du type de végétation, qui représente le combustible, est importante. Chaque essence dispose d'une valeur en biomasse totale spécifique qu'il est primordial de bien déterminer afin de pouvoir distinguer la biomasse combustible de la biomasse restante. La biomasse combustible étant la valeur d'intérêt car les feux en Nouvelle-Calédonie sont principalement des feux de surface, qui brûlent la litière et le sous-bois. De part une valeur en biomasse et un degré d'inflammabilité propre à chaque essence, la quantité de gaz émise sera donc différente. La temporalité des feux est aussi un paramètre qu'il est intéressant d'intégrer dans les modélisations des calculs des émissions. Le pourcentage de biomasse consommé va effectivement augmenter au cours de la saison avec la dessiccation. De plus, lorsque le matériel est particulièrement sec et qu'il présente un stress hydrique notamment dans les zones herbacées de type savanicole, la combustion sera plus facile et donc les émanations de gaz tel que le CO₂ seront plus importantes⁷⁴.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour déterminer les émissions de GES induites par les incendies. Le choix d'une méthode dépend du niveau de connaissance et donc des données détenues par le pays. Certaines méthodes ont une approche plus « classique ». Elles consistent à évaluer la quantité en biomasse des différentes formations végétales par des observations terrains ou l'analyse d'images satellitaires puis au travers de formulations

⁷¹ Lü, A., H. Tian, M. Liu, J. Liu, and J. M. Melillo (2006), *Spatial and temporal patterns of carbon emissions from forest fires in China from 1950 to 2000*, J. Geophys. Res., 111, D05313, doi:10.1029/2005JD006198.

⁷² Lifei Yin, Pin Du, Minsi Zhang, Mingxu Liu, Tingting Xu, and Yu Song (2019), *Estimation of emissions from biomass burning in China (2003–2017) based on MODIS fire radiative energy data*, State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control and National Center for Climate Change Strategy and International Cooperation (NCSC).

⁷³ Anses (2012), *Effets sanitaire liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre*, Rapport d'expertise collective

⁷⁴ Hély (2019), CNRS - EPHE, communication personnelle

mathématiques d'obtenir une valeur en CO₂ ou équivalent CO₂. D'autres méthodes utilisent de nouveaux outils satellitaires afin d'évaluer la puissance radiative du feu (FRP) et l'énergie rayonnante libérée (FRE) pendant les épisodes de combustion de la biomasse. Cette énergie radiative de feu (FRE) permet de quantifier les variations des taux de combustion de la biomasse et des taux de production de polluants atmosphériques^{75, 76, 77}.

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

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

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a produit en 2006 un rapport qui donne les lignes directrices pour effectuer les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Ce dernier présente plusieurs approches possibles allant de la plus simple à la plus précise pour estimer les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) dues aux incendies. La Figure 117 située en annexe montre le cheminement à faire pour le choix de la méthode la plus adéquate. Cette démarche pour la détermination de la méthode la plus adaptée étant celle préconisée par la communauté internationale, elle a été utilisée dans le présent rapport pour sélectionner la méthode appropriée afin de quantifier les émissions de dioxyde de carbone induites par les incendies.

Etant donné que peu de données sur la biomasse combustible sont disponibles, qu'aucun facteur d'émission⁷⁸ spécifique au pays n'est informé et que les incendies ne sont pas une catégorie clé car non priorisée dans le système d'inventaire national, la méthode de niveau 1 qui opte pour une approche simplifiée est à privilégier. Cette dernière s'appuie sur la formule suivante⁷⁹ :

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

⁷⁵ Ichoku C., Giglio L., Wooster M., Remer L. (2008), *Global characterization of biomass-burning patterns using satellite measurements of fire radiative energy*

⁷⁶ Wooster M.J., Sergeevich Zhukov B., Oertel D., (2003) Fire Radiative Energy for Quantitative Study of Biomass Burning: Derivation from the BIRD Experimental Satellite and Comparison to MODIS Fire Products

⁷⁷ Palumbo I. (2007), *The Emissions of Greenhouse Gases from Forest Fires in the Mediterranean Region*, Commission européenne, <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC37666>

⁷⁸ Facteur d'émission : ratio entre la quantité de GES émis par une matière et la valeur caractéristique de la matière. Pour plus d'information cliquez [ici](#)

⁷⁹ Pour plus d'informations sur la méthodologie préconisée par le GIEC cliquez [ici](#)

Où,

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

Pour résoudre cette équation, les données agrégées et les facteurs d'émission par défaut fournis par le GIEC seront utilisés. Ces derniers sont donnés dans le Tableau 109, Tableau 110, Tableau 111, Tableau 112 et le Tableau 113 situés en annexe.

Le tableau ci-dessous permet d'avoir la description des valeurs contenues dans ces tableaux.

Tableau	Description
Tableau 109	Valeurs de combustion de la biomasse pour les feux selon le type de végétation
Tableau 110	Valeurs de consommation de la biomasse pour les feux selon le type de végétation
Tableau 111	Valeurs des facteurs de combustion pour les feux selon le type de végétation
Tableau 112	Valeurs des facteurs de combustion pour les feux selon le type de végétation
Tableau 113	les facteurs d'émissions pour différents types de brûlage

Connaissant les surfaces brûlées pour la strate arborée, arbustive et herbacée, les valeurs choisies correspondent aux types de végétation suivants :

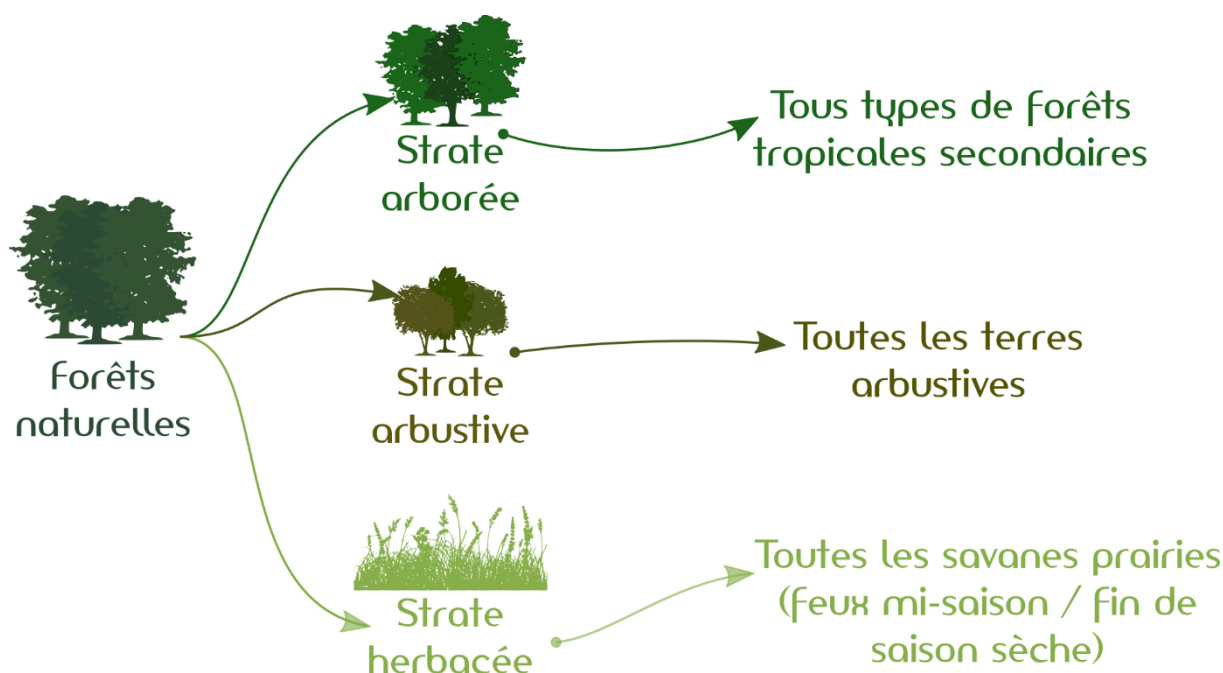


Figure 109: Attribution des types des végétations proposés par le GIEC aux strates arborée, arbustive et herbacée correspondantes

4.7.1.2. Résultats

Les résultats présentés ici sont en grande partie exprimés en tonne équivalent CO₂ noté « teq CO₂ ».

Ainsi, concernant les émissions de **CO₂**, on a :

Pour la strate arborée :

$$L_{feu} = 3\,396 * 42,2 * 0,55 * 1580 * 10^{-3} = 124\,547,74 \text{ tCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 23\,423 * 14,3 * 0,72 * 1569 * 10^{-3} = 378\,407,17 \text{ tCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 19\,123 * 10 * 0,77 * 1613 * 10^{-3} = 237\,529,15 \text{ tCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **740 484,06 teqCO₂**.

Concernant les émissions de **CH₄**, on a :

Pour la strate arborée :

$$L_{feu} = 3\,396 * 42,2 * 0,55 * 6,8 * 10^{-3} = 536,03 \text{ tCH}_4 = 15\,008,79 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 23\,423 * 14,3 * 0,72 * 4,7 * 10^{-3} = 1\,133,53 \text{ tCH}_4 = 31\,738,93 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 19\,123 * 10 * 0,77 * 2,3 * 10^{-3} = 338,7 \text{ tCH}_4 = 9\,483,49 \text{ teqCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **2 008,26 tCH₄ soit 56 231,22 teqCO₂**

Concernant les émissions de **N₂O**, on a :

Pour la strate arborée, on a :

$$L_{feu} = 3\,396 * 42,2 * 0,55 * 0,20 * 10^{-3} = 15,77 \text{ tN}_2\text{O} = 4\,177,87 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate arbustive :

$$L_{feu} = 23\,423 * 14,3 * 0,72 * 0,26 * 10^{-3} = 62,71 \text{ tN}_2\text{O} = 16\,617,12 \text{ teqCO}_2$$

Pour la strate herbacée :

$$L_{feu} = 19\,123 * 10 * 0,77 * 0,21 * 10^{-3} = 30,92 \text{ tN}_2\text{O} = 8\,194,98 \text{ teqCO}_2$$

Pour l'ensemble des strates de végétation, on obtient donc **109,4 tN₂O soit 28 989,96 teqCO₂**.

Globalement, la quantité de GES émise par les feux est estimée à **825 705,24 teqCO₂** en 2019 soit environ 7 fois la quantité émise en 2018, et près de 2 fois celle de 2017. En 2019, la Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC) estimait les émissions totales de GES à 8 387 000 teq CO₂⁸⁰. Ainsi, la part de la quantité émise des GES par les incendies en 2019 correspond à **9,85% des émissions totales**. Il est à noter que 825 705,24 teqCO₂ pourrait correspondre aux émissions de GES de plus de 116 600 allers-retours Paris/Nouméa pour une personne⁸¹.

En 2018, le nombre d'incendie était inférieur à 2019. Ainsi, les émissions de gaz à effet de serre étaient moins élevées, avec 110 609 teqCO₂ soit 1,4% des émissions totales, atteignant les 7 765 007 teqCO₂ cette année-là.

En 2017, le nombre d'incendies étant plus important que 2018, les émissions induites ont été quantifiées à 390 819,2 teqCO₂ soit 5,2% des émissions totales de GES car la DIMENC estimait les émissions totales de GES à 7 485 902 teq CO₂⁸².

En observant le Tableau 104, sans surprise, les émissions les plus conséquentes ont eu lieu en **Province Nord** soit **plus de 80%** de la quantité émise à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Les 20% restants sont essentiellement répartis en Province Sud.

Tableau 104: Chiffres des émissions de gaz à effet de serre par province

Emissions	Province Nord	Province Sud	Provinces des Iles
CO ₂ (tCO ₂)	596 918,36	143 321,88	53,18
CH ₄ (tCH ₄)	1 656,33	351,22	0,08
CH ₄ (teqCO ₂)	46 377,33	9 834,29	2,31
N ₂ O (tN ₂ O)	88,42	20,94	0,01
N ₂ O (teqCO ₂)	23 430,07	5 550,17	1,83
Total Gaz à effet de serre (teqCO₂)	666 725,76	158 706,33	57,32

La Figure 110 permet d'apprécier les résultats des émissions de gaz à effet de serre par commune. La commune de **Ouégoa** ayant subi le plus d'impacts liés aux incendies, reste en première position donc concernant la quantité des GES émise par les feux, avec plus de **220 000 teq CO₂**, soit à elle seule près de 27% des émissions à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, et 33% de celles de la Province Nord. Elle est suivie ensuite par Hienghène avec

⁸⁰ Pour plus d'informations concernant cette estimation, voir le Tableau 114 en annexe.

⁸¹ Estimée à partir des données fournies par ce [site](#)

⁸² Pour plus d'informations concernant cette estimation, voir le Tableau 114 en annexe

plus de 112 000 teq CO₂. La commune la plus impactée de la Province Sud, Thio, arrive en troisième position avec plus de 72 000 teq CO₂.

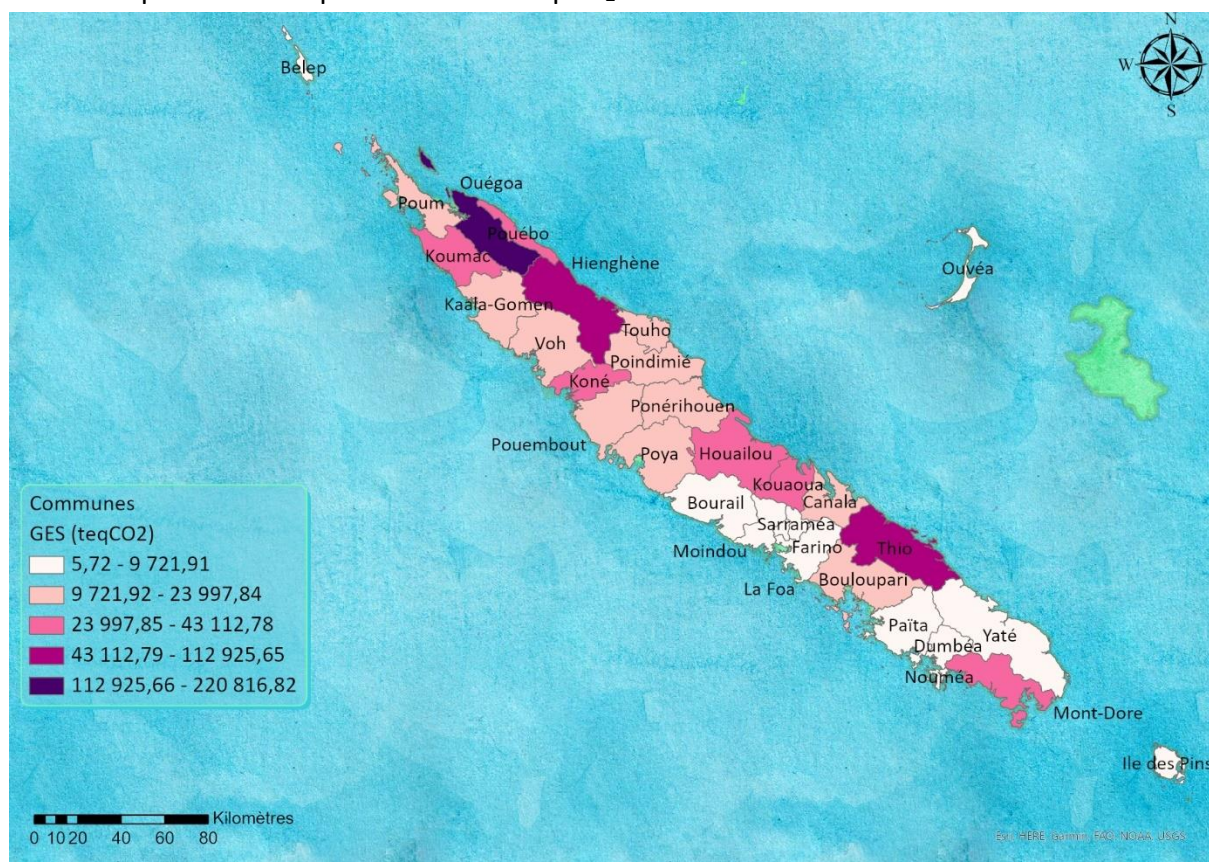


Figure 110: Carte représentant les quantités émises de GES estimées par commune

4.7.1.3. Limites de l'étude et perspectives d'améliorations

Cette estimation des émissions de CO₂ induites par les incendies présente de nombreuses incertitudes qu'il est primordial de prendre en compte. Le manque considérable de données concernant la biomasse et notamment la quantité de combustible pouvant être brûlée, des valeurs par défaut fournies par l'IPCC ont été utilisées. Ainsi, certaines spécificités propres au caractère unique de la Nouvelle-Calédonie n'ont pas pu être prises en compte. En effet, le taux d'endémisme de ces végétaux estimé à 76%⁸³ et la forte proportion de savane à Niaoulis, essence robuste et résistante aux feux⁸⁴ pourraient modifier de façon importante les densités de combustible et donc la masse disponible à la combustion. De plus, plusieurs hypothèses inhérentes à la méthodologie proposée par le GIEC ont été appliquées et pourraient ne pas révéler la masse réelle de combustible disponible. Les valeurs par défaut utilisées pour les facteurs de combustion et d'émission sont ainsi à prendre en considération dans l'interprétation des résultats. En effet, le facteur de combustion est intrinsèquement lié au combustible, tel que sa taille, son architecture, sa quantité d'humidité ou encore au type

⁸³ Maison de la Nouvelle-Calédonie (2016), La biodiversité de la Nouvelle-Calédonie, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, http://www.mncparis.fr/uploads/biodiversite_MNC.pdf

⁸⁴ Cherrier J.F (1981), *Le Niaouli en Nouvelle-Calédonie (Melaleuca quinquenervia S.T. Blake)*, Nouméa, Nouvelle-Calédonie, https://www.doc-developpement-durable.org/file/Plantes-Medicinales-Aromatiques/FICHES_PLANTES/niaouli/Niaouli_en_Nouvelle_Caledonie.pdf

de feu. Le facteur d'émission variant quant à lui en fonction de la teneur en carbone de la biomasse et de l'exhaustivité de la combustion.

Afin de pouvoir proposer à l'avenir une valeur plus précise, il est nécessaire de tendre vers une méthodologie plus robuste à savoir l'approche n°3 proposée par le GIEC. Cette dernière établit des calculs en utilisant des modèles sophistiqués qui tiennent compte des règles de l'ensemble du processus d'émission de GES induites par les incendies, et utilise des données d'entrées détaillées (brûlage de biomasse, facteurs d'émission, de combustions,). L'approche n°2 étant celle qui présente les résultats les plus élevés avec environ 30% de différence avec l'approche n°1 et 11,9% de différence avec l'approche n°3 selon une étude publiée en 2018⁸⁵.

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

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

4.8.1. 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.

⁸⁵ Koristekova K., Miklos M., Janco M., Valkova M. (2018), *Quantification of greenhouse gas emissions from forest fire in the area of the Slovak Paradise National Park*, Department of Natural Environment Technical University in Zvolen, <http://mendelnet.cz/pdfs/mnt/2018/01/40.pdf>

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 2019 sur l'ensemble du territoire car les typologies de végétation s'approchent le plus de celles utilisées par l'outil, contrairement à celles du MOS 2014 sur l'ensemble du territoire. Malgré l'ancienneté de cette couche d'information, elle présente

l'avantage de proposer une catégorisation des milieux naturels plus précise que le MOS de 2014.

Les classes du MOS n'étant pas toutes présentes dans les choix de milieux naturels proposés par l'outil, des équivalences ont été appliquées (Tableau 105). De plus, les incendies possédant tous des niveaux d'impacts sur le milieu naturel différents, une approche visant à moyenner les paramètres utilisés pour caractériser le niveau d'impact global a été utilisée.

Tableau 105: Equivalences choisies entre les classes du MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l'OCMC (Source : OEIL)

Classe du MOS	Milieu dans l'outil
Forêt sur substrat ultramafique	Forêt sur sol ultramafique (type forêt humide)
Forêt sur substrat volcano-sédimentaire	Forêt sur sol volcano-sédimentaire (type forêt humide)
Maquis dense para forestier	Maquis para forestier
Maquis ligno-herbacé	Maquis ligno-herbacé
Forêt sèche (couche CEN 2019)	Forêt sèche état moyen
Savane	Savane à Niaoulis
Végétation éparses sur substrat volcano-sédimentaire	Formations herbacées
Végétation éparses sur substrat ultramafique	

4.8.2. Résultats

D'après les calculs, on peut estimer à environ **77 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 2019 en Nouvelle-Calédonie. Ce chiffre est bien entendu à considérer comme une estimation compte tenu du caractère discutable des choix effectués pour remplir les critères de l'outil, et des équivalences choisies entre les classes du MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l'OCMC. De plus, ce chiffre peut être fortement variable en fonction du choix des mesures de restauration écologique indiquées, l'outil n'exprimant pas de résultats en termes de budgets mais plutôt en termes de superficies d'habitats à restaurer ou d'opération de grain écologiques particulières. A noter que la version V7.4 de l'outil a été utilisée pour construire cette estimation.

Pour rappel, en 2018, l'estimation de la restauration écologique s'élevait à 10 milliards de F CFP. Ainsi, en 2019, le coût du préjudice environnemental est 7 fois plus élevé que l'année précédente, et environ 2,5 fois plus élevé que 2017.

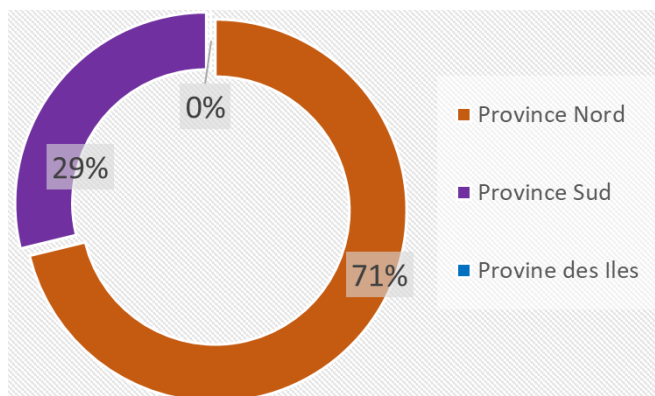


Figure 111: Répartition du coût écologique estimé des incendies de 2019 par province

En se basant sur la distribution spatiale des incendies en 2019 sur les différentes provinces, le montant de la restauration écologique en Nouvelle-Calédonie serait réparti à 71% pour la **Province Nord** pour un montant équivalent à environ **54,9 milliards de F**

CFP, suivi de la Province Sud avec un montant équivalent à environ **22 milliards de F CFP**. Quant à la Province des Iles, le cout estimé de la restauration écologique ne dépasse pas les 300 000 F CFP.

En prenant les 8 **incendies majeurs** de 2019 dépassant chacun les 1 000 hectares, le montant de la restauration écologique sur ces feux est estimé à environ **25,4 milliards de F CFP**, soit près de 33% du chiffre estimé à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie. Les communes touchées par ces incendies sont Ouégoa, Pouébo, Kouaoua, Houailou, Hienghène, Mont-Dore et Thio.

4.9. Bilan sur l'impact environnemental des incendies

En accord avec les résultats sur la caractérisation des incendies en partie 3 montrant que 2019 est une des années les plus dévastatrices avec plus de 48 000 hectares brûlés estimés, les impacts qui en découlent sont conséquents. Une destruction du **couvert végétal** qui est estimé à **45 945 hectares** soit plus de **90%** de la superficie brûlée en 2019, soit respectivement 2 et plus de 3 fois la superficie impactée en 2017 et 2018. Près de 80% concerne des secteurs jamais incendiés sur les deux années précédentes en 2017 et 2018.

De façon plus détaillée, la répartition pour 100 hectares de végétation brûlés, 51 hectares ont concerné la strate de végétation arbustive, 42 hectares pour la strate herbacée, et 7 hectares pour la strate arborée. C'est donc principalement de la **végétation arbustive** qui a été impactée avec **plus de 23 000 hectares**, c'est 7 fois le chiffre obtenu en 2018, et c'est 4 fois celui de 2017. Même si la précision des données diffère, ces résultats sont en correspondance avec ceux des **milieux naturels** à préserver en province sud avec **plus de 3 396 hectares brûlés**, dont plus de **80%** concerne le **maquis para forestier** à une altitude inférieure à 1 100 mètres, formation végétale proche ou équivalente à la strate arbustive.

La **végétation arborée** dont font partie les forêts, représentant les écosystèmes les plus riches, a subi des dégâts plus importants en 2019 avec **près de 3 400 hectares incendiés**. En considérant les données de **forêt de la Province Nord**, **809 hectares** ont été impactés par les incendies en 2019.

En tenant compte des données de **perte en couvert végétal** en 2019 du Global Forest Watch, on peut estimer à **68%** la part liée aux incendies.

Parmi la végétation, des écosystèmes particuliers (forêts sèches, mangroves) ont également subi une nette augmentation de la part incendiée en 2019. Les zones de vigilance concernant les **forêts sèches** avec **128 hectares**, soit 90 hectares de plus qu'en 2017 et 2018, et c'est 55 ha de plus qu'en 2017. Les **mangroves** qui ont rarement été impactées à plus d'un hectare sur 2017 et 2018, présentent en 2019 une superficie brûlée de **12 hectares**.

Au sein de ces formations végétales, des **espèces** endémiques, souvent **rares et menacées**, qui sont potentiellement impactées.

En considérant les périmètres d'alerte sur les espèces menacées, **179 d'entre eux** ont été très certainement touchés par les flammes dont **74% sont classés en danger d'extinction** selon les critères de l'UICN. Ce sont donc 140 périmètres de plus qu'en 2018 et 39 de plus qu'en 2017. Ces périmètres concernent **93 espèces concernées**, en majorité des **scinques et des geckos** pour les espèces faunistiques dont, l'espèce *Nannoscincus exos* micro-endémique de Hienghène, désignée en danger critique d'extinction selon l'UICN.

Selon les données des espèces sensibles, **54 taxons floristiques** et **23 taxons faunistiques** (dont **21 espèces d'oiseaux**) ont été touchés par les incendies en 2019.

Certaines aires géographiques présentant un intérêt écologique et biologique bénéficient d'une protection réglementaire ou d'un label international. Ces périmètres protégés ont subi des impacts plus conséquents en 2019 que les deux années précédentes. Concernant les zones tampons de l'**UNESCO** c'est plus de **23 000 hectares** ont été incendiés en 2019, dont **91%** sont localisés sur la **zone côtière Nord Est**.

Parmi les **aires protégées provinciales terrestres**, 11 d'entre elles ont été impactées pour une superficie de plus de **1 100 hectares**, alors que ces surfaces incendiées n'étaient respectivement que de 42 et 70 hectares en 2017 et 2018. Les exemples les plus remarquables en province Nord sont ceux de **l'île de Pam** sur Ouégoa touchée sur près de **80% de sa superficie (soit 382 hectares)**, ou encore **Hyabé-Lé-Jao** sur Pouébo touchée sur 12,4 % de sa superficie (soit plus de **350 hectares**). En province sud, la réserve de la **Forêt de Saille** sur la commune de Thio a subi des dégâts liés aux incendies sur 20 % de sa superficie (soit **210 hectares**).

Les incendies en 2019 ont également fortement impacté la ressource en eau avec notamment les périmètres de protection des eaux dont **28%** touchés, soit **83 périmètres** sur près de **7 000 hectares incendiés**. A noter qu'en 2018, aucun périmètre de protection immédiat n'a été impacté, et en 2017 ce sont seulement 2, tandis qu'en 2019, ce sont 9 qui ont été touchés. Les périmètres de protection des eaux les plus touchés en 2019 sont situés sur les communes de Canala et Ouégoa.

Les incendies sur **terres agricoles** ont concerné plus de **1 400 hectares brûlés** dont **80%** concerne le **secteur de l'élevage**, ayant la plus grande répartition au niveau des zones agricoles.

En utilisant l'outil OCMC, il a été ainsi possible d'estimer à **77 milliards de F CFP** le coût de la restauration écologique en fonction des impacts sur la végétation et des écosystèmes associés.

En utilisant ainsi la méthode déterminée par le GIEC, les émissions de **gaz à effet de serre** sont évaluées à **825 705,24 teq CO₂**, soit 7 fois la quantité émise en 2018 et 2 fois celle de 2017, représentant **9,85% des émissions** à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

Les impacts environnementaux suivent logiquement la distribution spatiale des incendies étudiée en partie 3. Les dégâts sur la végétation, les écosystèmes particuliers (forêt sèche, mangrove), la ressource en eau et les périmètres protégés se concentrent principalement en **Province Nord** (ex : **80% de la végétation** incendiée à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie est située en province Nord), la commune de Ouégoa étant la plus touchée. Ainsi, **71% du montant de la restauration écologique** et **80% des émissions** de gaz à effet de serre liés aux incendies **sont attribuables** à la Province Nord.

En province Sud, la commune subissant en règle générale le plus d'impacts liés aux incendies sur le plan environnemental est la commune de **Thio**.

5. Eléments de discussion

5.1. Limites de l'étude

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

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

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

5.1.1. Limites liées à la détection et à la validation des surfaces brûlées

5.1.1.1. Pour les surfaces brûlées issues de Sentinel 2A et 2B

5.1.1.1.1. Détection sur les images Sentinel 2

5.1.1.1.1.1. *Sur détections potentielles liées aux nuages et parcelles labourées/humides*

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.

Certaines aberrations de détection concernaient aussi des **parcelles récemment labourées ou des sols particulièrement humides**. Il convient de préciser que le contrôle de la base de données brute, notamment la vérification par photo-interprétation et le croisement avec données exogènes, a permis d'éliminer 287 polygones aberrants.

5.1.1.1.1.2. *Sous-détections potentielles liées aux nuages, à la végétation et aux types de substrat*

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.

Les nuages peuvent également avoir comme conséquence de masquer des surfaces brûlées, qui de fait ne seront nullement détectées par la chaîne de traitement. En effet, même sans que la globalité de l'image ne soit couverte par une masse nuageuse, les conditions atmosphériques en Nouvelle-Calédonie impliquent qu'il est très rare de disposer d'une image où aucun nuage n'est présent. La partie Sud du territoire est très impactée par ce phénomène. Il est donc important de noter la possibilité que des incendies déclarés en fin d'année 2018 puissent être observés seulement en 2019. Pour limiter ce biais, les polygones de 2019 et ceux de janvier et février 2020 ont été pris en compte dans l'élaboration du présent bilan environnemental de l'impact des incendies.

5.1.1.1.1.3. *Sous détection potentielles liées au Seuil de pâture*

De plus, cette année, un « seuil de pâture » a été appliqué lors du traitement afin de limiter la détection d'aberrations liées aux parcelles récemment labourées ou des sols particulièrement humides. Cependant, ce seuil a provoqué des sous-détections sur certains événements incendies. Comme le démontre la Figure 112 ci-dessous, l'incendie de la forêt de Saille a subi une sous-détection et n'est pas totalement représentatif de la réalité. Ainsi, pour l'année suivante, le seuil de pâture sera revu à la baisse afin de limiter ces sous-détections.

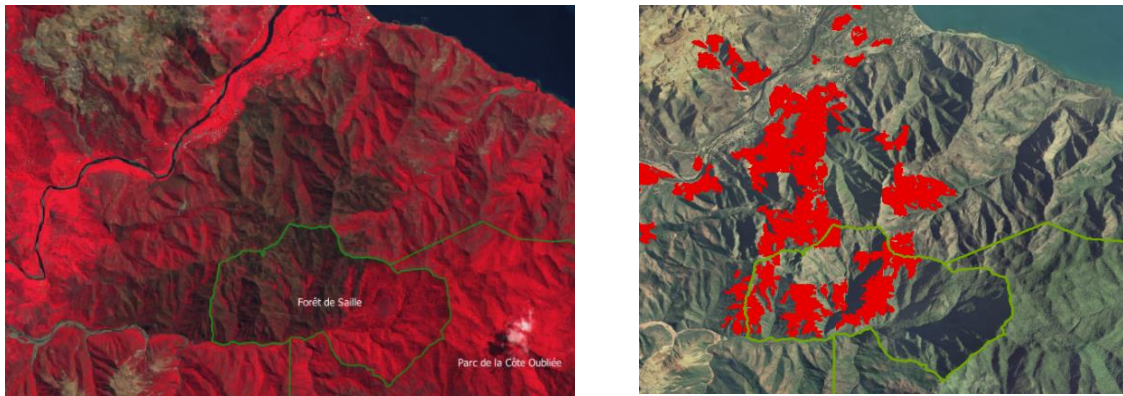


Figure 112 : Type de sous-détection remarquée lors de la photo-interprétation. Sur la partie gauche, image infra-rouge : végétation en rouge, zone incendiée essentiellement en noir. Exemple de l'incendie de la Forêt de Saille du 26 novembre 2019, THIO

5.1.1.1.4. Sur détections potentielles dans les secteurs fréquemment brûlés

De plus certains secteurs ont posé un problème à la détection notamment là où la récurrence des surfaces brûlées est très importante, où la chaîne de traitement a eu des difficultés à distinguer différentes surfaces brûlées sur certaines images. Plusieurs feux ont été considérés comme une seule surface brûlée sur quelques images quand ceux-ci ont un intervalle temporel très court entre eux et que le processus naturel de revégétalisation a été très lent. Les limites entre ces surfaces brûlées ne sont plus réellement visibles sur certaines images, lors du processus de création, ces surfaces sont détectées ainsi comme une seule et même surface. Pour prendre un exemple, le schéma de la Figure 113 montre ainsi comment ce cas peut se produire. Trois feux fictifs sont représentés (vert : 15/05/2020, orange : 18/06/2020, bleu : 19/07/2020). La chaîne de traitement détecte au départ bien une seule surface brûlée (gauche du schéma) mais au fur et à mesure il peut confondre les surfaces brûlées entre elles (vers la droite du schéma). Pour résoudre ce souci, il a été décidé de ne pas tenir compte des surfaces détectées en supplément (zones hachurées en rouge sur la Figure 113).

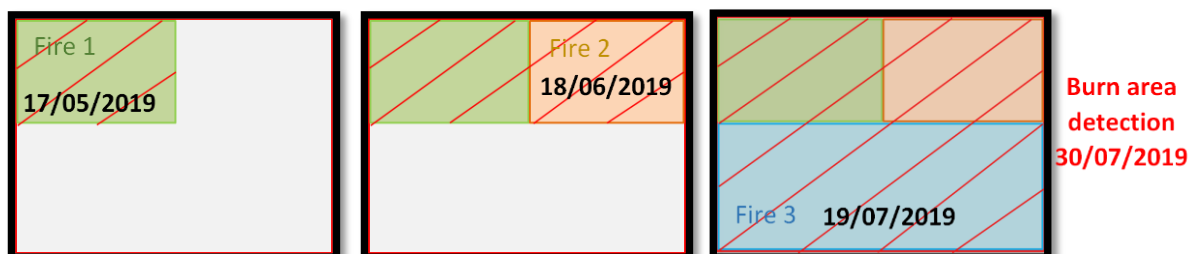


Figure 113: Schéma montrant la confusion des surfaces brûlées sur certaines images

Pour mieux illustrer ces propos, un cas concret est montré à la Figure 114.

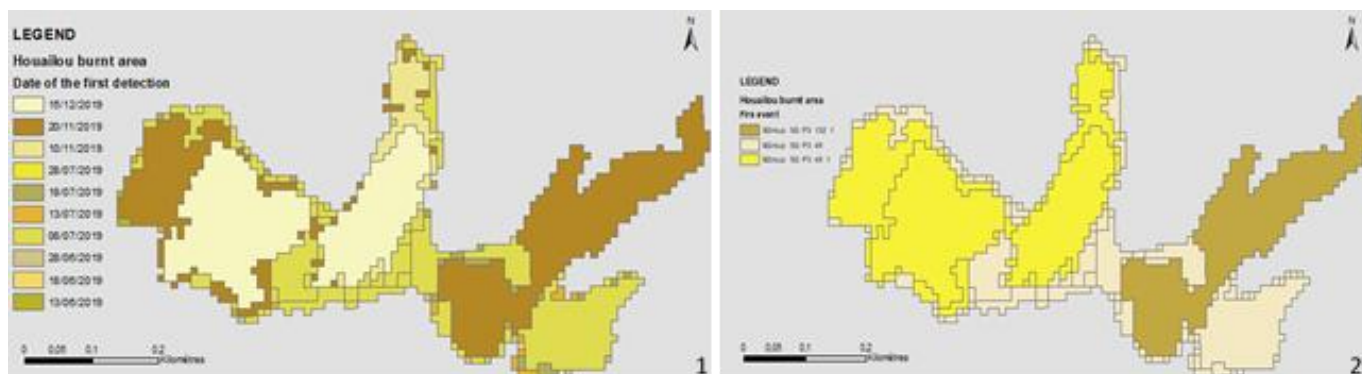


Figure 114: Cas concret de certaines surfaces brûlées qui sont confondues

5.1.1.1.2. Regroupement des surfaces potentiellement brûlées en incendies

Basé sur les études précédentes⁸⁶, un critère spatial de moins de 330 mètres séparant les différentes surfaces brûlées et un critère temporel de moins de 50 jours ont été utilisés pour fusionner les surfaces brûlées qui pourraient appartenir à un même incendie, tout en tenant compte des autres sources (VIIRS, DSCGR) qui pourrait confirmer ces données. , L'étape de photo-interprétation permet ensuite de vérifier que ces regroupements automatiques sont pertinents, auquel cas certains feront l'objet d'une dissociation pour en faire des incendies distincts. Compte tenu du nombre de regroupement d'incendies inappropriés qu'ils ont entraînés sur le protocole de validation 2019, ces seuils spatio-temporels sont considérés comme trop élevés. Une étude sera ultérieurement menée afin de revoir ces seuils à la baisse.

5.1.1.2. 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.

⁸⁶ **Rapport de stage - Protocole de contrôle des détections de surfaces brûlées potentielles issues d'une chaîne de traitements d'images satellitaires haute résolution sur la Nouvelle-Calédonie**, Anne-Sophie Luis, Université Toulouse Jean Jaurès, 2017.

Optimisation du processus de contrôle et d'exploitation des données de surfaces brûlées de Nouvelle-Calédonie, Chloé Bertrand, ENSG, 2018

5.1.2. Limites liées au contrôle des données

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

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

De même, le choix des critères d'agrégation spatio-temporelle utilisés pour réunir les multiples détections, repose sur des choix pouvant être discutés. Ces critères ont été vu à la baisse pour l'année 2019. En effet, plusieurs erreurs d'agrégations ont été décelé durant la photo-interprétation.

- Les données issues du VIIRS et de MODIS :

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

5.1.3. Limites liées à la caractérisation des impacts environnementaux

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

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

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

le manque d'exhaustivité de la prospection à l'échelle du territoire, implique que l'impact sur les périmètres d'alertes des espèces menacées ou des espèces sensibles est très largement minoré.

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

Enfin, il est à noter que plusieurs données utilisées dans ce présent rapport peuvent se recouper. Par exemple, les zones clés de biodiversité représentent des « sous-ensembles qui se superposent à des aires protégées existantes ou potentielles »⁸⁷. Ceci peut donc générer de la redondance dans les résultats.

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

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

5.2.1. Précisions d'ordre général

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

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

⁸⁷ Langhammer Penny F., Mohamed I. Bakarr, Leon A. Bennun, Thomas M. Brooks, Rob P. Clay, Will Darwall, Naamal De Silva, Graham J. Edgar, Güven Eken, Lincoln D.C. Fishpool, Gustavo A.B. da Fonseca, Matthew N. Foster, David H. Knox, Paul Matiku, Elizabeth A. Radford, Ana S.L. Rodrigues, Paul Salaman, Wes Sechrest et Andrew W. Tordoff. (2011). *Identification et analyse des lacunes des Zones clés de la biodiversité : Cibles pour des systèmes complets des aires protégées*. Gland, Suisse : UICN. xiii + 128pp.

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

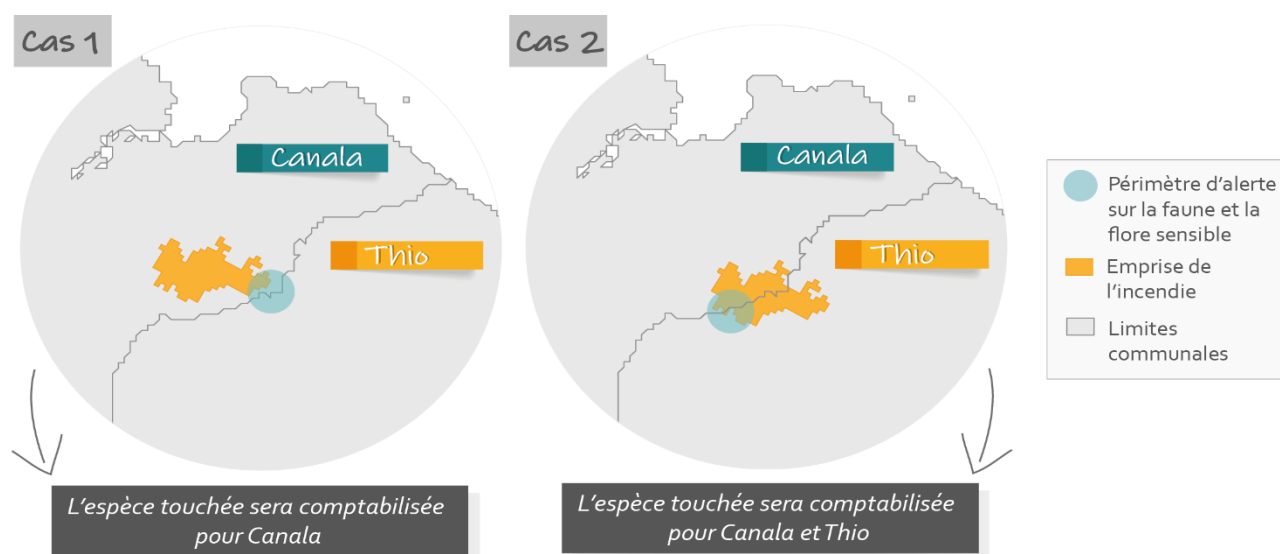


Figure 115 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies

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

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

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

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

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

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

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

5.2.5. Précisions sur les méthodes de discrétisation

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

Plusieurs méthodes de discrétisation existent. Il n'existe pas de critère unique et universel permettant de déterminer la méthode la plus adéquate. Ainsi, il est nécessaire de considérer de multiples critères simultanément et d'effectuer plusieurs essais pour tendre vers un résultat intéressant. Parmi ces critères, plusieurs se rapportent aux caractéristiques de la distribution statistique des valeurs de la variable. D'autres concernent le public auquel la carte est destinée ainsi que des fonctions de cette dernière. Toutefois, le critère concernant la

forme de la distribution de fréquence des valeurs de la variable est l'un des plus importants à prendre en compte pour un choix approprié. Le

Tableau 106 revient sur les différentes méthodes de discrétisation à utiliser selon la forme de la distribution observée.

Tableau 106: Détails sur le choix des méthodes de discrétisation (Source : « La classification des données statistiques ou discrétisation », Cartographie assistée par ordinateur, Yves Brousseau, Université Laval)

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

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

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

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

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

Tableau 106.

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

Au point relatif à l'étude de la répartition des incendies, une partie est consacrée à la production de cartes de densité afin de mettre en avant les secteurs présentant

soit le plus grand nombre d'incendies soit les incendies de plus grandes superficies. Pour faciliter l'interprétation de ces différentes cartes une discrétisation des données a dû être réalisée. Pour cela, une méthodologie spécifique a été mise en place dans l'optique de produire des cartes comparables et représentatives de la disparité des données.

Que ce soit pour les secteurs regroupant le plus grand nombre d'incendies ou pour les secteurs regroupant les plus grandes superficies incendiées, le même raisonnement a été adopté. Ainsi, pour les cartes concernant l'historique des données VIIRS 2012-2018, une discrétisation selon les seuils naturels a été choisie car elle semblait la plus adaptée considérant l'objectif de discrétisation souhaité. Pour les cartes de densité représentant uniquement les données VIIRS pour l'année 2019, une discrétisation manuelle a été établie. L'intérêt étant ici de pouvoir comparer l'année 2019 avec l'historique 2012-2018, il était nécessaire que les seuils soient similaires. Pour les cartes relatives à la différence à la normale 2012-2018 des incendies 2019, la discrétisation selon une méthode manuelle a été sélectionnée. La valeur des bornes a été déterminée sur celle de 2018. Cette année-là, les bornes ont été établies en comparant la carte de densité 2017 avec celle de l'historique 2012-2016 ; l'année 2017 ayant été caractérisée par un nombre important de feux (1238). De ce fait, il était plus pertinent de sélectionner les bornes sur ce jeu de données afin de pouvoir appliquer la même discrétisation à travers le temps. Enfin, concernant les cartes de densité des données Sentinel pour l'année 2019, une discrétisation selon les seuils naturels a été privilégiée. Malgré une distribution dissymétrique, la méthode des seuils naturels paraissait plus appropriée pour les objectifs de discrétisation souhaités.

Concernant l'utilisation de l'outil « Densité de noyau », utilisé dans la production des rasters de densité, les paramètres « Taille de cellule en sortie » et « Rayon de recherche » sont présents afin d'affiner le visuel et la précision de l'analyse. Ainsi pour l'étude concernant la densité du nombre d'incendies un rayon de recherche de 8 000 mètres a été retenu à la suite de plusieurs essais faits avec différentes valeurs. Ce rayon de recherche permettant d'obtenir une précision suffisante sans pour autant altérer l'aspect visuel de la carte. Pour le paramètre « Taille de cellule en sortie », la valeur 100 a été appliquée afin d'adoucir la pixellisation de la carte. Pour l'étude concernant la densité des incendies pondérés par leur superficie, le rayon de recherche choisi est de 9 000 mètres et la valeur 100 pour le paramètre « Taille de cellule en sortie » a été gardé.

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 troisième quantification des incendies issus d'images haute résolution sur le territoire calédonien et constitue la suite du travail effectué en 2017 et 2018. Il a pour vocation d'être reconduit

annuellement afin d'inscrire la caractérisation des incendies de manière pérenne dans le suivi des impacts liés aux pressions environnementales.

Globalement, l'impact des incendies 2019 sur les différents enjeux environnementaux apparaît bien plus élevé que les années précédentes. En annexe, le Tableau 107 permet d'avoir un bref aperçu de l'impact des incendies en Nouvelle-Calédonie sur les années 2017, 2018 et 2019.

La caractérisation du phénomène montre que 2019 est une des années les plus dévastatrices avec un total de **48 981 hectares incendiés**, soit 2,66% de la superficie de la Nouvelle-Calédonie impactée par les feux de 2019. Ce constat est confirmé par une analyse temporelle, où 2019 est estimée être la 3^{ème} année la plus conséquente sur le plan des incendies depuis 2001 selon les données de MODIS, la 1^{ère} si on considère celles du VIIRS depuis 2012. L'année 2019 est considérée selon Météo France comme la 5^{ème} année la plus sèche depuis 60 ans, en raison de conditions favorables associées à la présence du phénomène El Nino.

En tenant compte des données du VIIRS, le **mois de novembre** 2019 cumule le plus d'incendies, avec des occurrences majeures qui se sont produites sur Ouégoa, Kouaoua, Thio ou encore le Mont-Dore, et qui peuvent s'expliquer par un déficit exceptionnel de précipitations et des vents soutenus selon Météo France. Les mois de la **SAFF** restent toujours les plus intenses de l'année **avec 65% des surfaces brûlées**. Globalement, l'analyse temporelle montre tout de même une opposition entre deux grandes saisons sur le plan des incendies : **une saison basse de février à juin et une saison plus intense de juillet à décembre, pouvant s'étendre parfois sur le mois de janvier de l'année suivante**.

Près de 82% des surfaces brûlées en 2019 concerne des secteurs jamais incendiés en comparaison avec les deux années précédentes. La répartition spatiale des incendies reste hétérogène sur le territoire calédonien, avec **une forte proportion du Nord de la Grande Terre**, notamment sur **l'extrême Nord et le littoral Est** qui comptabilisent le plus d'incendies, en nombre et en superficie. Cette répartition s'observe également en s'intéressant au type de substrat, puisque les **sols sédimentaires**, situés principalement sur l'extrême Nord de la Grande Terre, ont été les plus impactés, représentant 41% de la superficie incendiée en Nouvelle-Calédonie. Le reste de la superficie brûlée est essentiellement réparti sur les substrats volcano-sédimentaire (26%) et ultramafique (24%). En considérant le relief (fluctuant sur la Grande Terre et plus stable sur les autres îles), la plupart des incendies de 2019 se situent sur des régions de moyenne et basse altitude (**90% des incendies ont une altitude moyenne ne dépassant pas les 500 mètres**), présentant en général un relief marqué par des pentes modérément à fortement élevées (près de 50% ont une pente moyenne établies de 30% à 60%).

Il est constaté que **87% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre d'une voie d'accès** et ce sont **65% des incendies se produisent à moins de 0,5 kilomètre d'une**

habitation ou d'une construction (81% pour les incendies se produisant à moins d'un kilomètre).

A l'inverse, aucun **lien entre les impacts de foudres** et les surfaces brûlées n'a pu être démontré.

En considérant la taille des incendies, les surfaces brûlées sont en grande partie de **petite taille, avec 64% ne dépassant pas les 10 hectares**. Néanmoins, les **incendies de grande envergure**, c'est-à-dire ceux dépassant 100 hectares) incendiés, représentent plus de 6% de tous les incendies, mais **sont à l'origine de 67 % de la superficie totale brûlée**.

Ainsi les impacts qui en découlent sont conséquents.

La destruction du **couvert végétal** est estimée à **45 945 hectares**, soit respectivement 2 et plus de 3 fois la superficie impactée en 2017 et 2018.

De façon plus détaillée, la répartition pour 100 hectares de végétation brûlés, 51 hectares ont concerné la strate de végétation arbustive, 42 hectares pour la strate herbacée, et 7 hectares pour la strate arborée. La strate de **végétation arbustive** a donc été principalement impactée avec **plus de 23 000 hectares**, chiffre supérieur à ceux des années 2017 et 2018.

La **végétation arborée**, dont font partie les forêts qui représentent les écosystèmes les plus riches, a subi des dégâts plus importants en 2019 que les deux années précédentes, avec **près de 3 396 hectares incendiés** en 2019.

En tenant compte des données de **perte en couvert végétal** de 2019 issues du Global Forest Watch, on peut estimer à **68%** la part liée aux incendies.

Parmi la végétation, des écosystèmes particuliers (forêts sèches, mangroves) ont également subi une nette augmentation de la part incendiée en 2019. Les zones de vigilance concernant les **forêts sèches** ont brûlée sur **128 hectares**, soit 90 hectares de plus qu'en 2017 et 2018, et c'est 55 ha de plus qu'en 2017. **Les mangroves**, rarement impactées sur plus d'un hectare en 2017 et 2018, présentent en 2019 une superficie brûlée de **12 hectares**.

Au sein de ces formations végétales, des **espèces** endémiques, souvent **rares et menacées**, sont potentiellement impactées.

En considérant les périmètres d'alerte sur les espèces menacées, **179** d'entre eux ont été très certainement touchés par les flammes, dont **74% concernent des espèces classées en danger d'extinction** selon les critères de l'UICN. Ce sont donc 140 périmètres de plus qu'en 2018 et 39 de plus qu'en 2017. Dans les faits, ces périmètres d'alerte concernent **93 espèces**, en majorité des **scinques et des geckos** pour les espèces faunistiques.

Certaines aires géographiques présentant un intérêt écologique et biologique bénéficient d'une protection réglementaire ou d'un label international. Ces périmètres protégés ont subi des impacts plus conséquents en 2019 que les deux années précédentes. Concernant les zones tampons de l'**UNESCO**, plus de **23 000 hectares** ont été incendiés en

2019. Parmi les **aires protégées provinciales terrestres**, 11 d'entre elles ont été impactées sur une superficie **de plus de 1 100 hectares**, alors que ces surfaces incendiées n'étaient respectivement que de 42 et 70 hectares en 2017 et 2018.

Les incendies de 2019 ont également fortement impacté la **ressource en eau**, avec **83 périmètres** de protection des eaux touchés (soit **28% des périmètres de protection des eaux du territoire**) sur près de **7 000 hectares**. A noter qu'en 2018, aucun périmètre de protection immédiat n'a été impacté, et en 2017 ce sont seulement 2, tandis qu'en 2019, ce sont 9 qui ont été touchés.

Les incendies sur terres **agricoles** ont concerné plus de **1 400 hectares brûlés**, dont **80%** concerne sans surprise des zones de pâturage, le **secteur de l'élevage** étant le plus représenté en Nouvelle-Calédonie.

En utilisant l'outil OCMC, il a été possible d'estimer à **77 milliards de F CFP** le coût de la **restauration écologique** relatif aux impacts sur la végétation et les écosystèmes associés.

En utilisant ainsi la méthode déterminée par le GIEC, les émissions de **gaz à effet de serre** sont évaluées à **825 705,24 teq CO₂**, soit respectivement 2 et 7 fois la quantité émise en 2017 et 2018, représentant **9,85% des émissions** à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

Le Tableau 107 permet de récapituler les résultats situés en Annexe.

6.2. Perspectives

6.2.1. 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. Certaines informations ont été abordées de manière partielle, certaines données concernant des thématiques porteuses d'enjeux n'étant pas accessibles, voire inexistantes.

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

La connaissance de l'impact des incendies sur la flore et les groupements précis de végétaux reste encore marginale. Peu d'études récentes ont été produites concernant l'influence des feux sur la végétation et notamment sur le processus de reconstitution. Ces informations sont pourtant fondamentales pour quantifier les effets de la perturbation sur la richesse et la composition floristique, pour comprendre le processus de reconstitution des

forêts et autres formations végétales et pour mieux appréhender l'évolution de la végétation. Il serait donc pertinent d'étudier ces thématiques afin d'avoir une compréhension holistique de l'impact des incendies sur l'environnement qui nous entoure. De plus ces études pourraient avoir une place prépondérante dans la détermination de la quantité de CO₂ émise par les incendies. Concernant la couche d'information des strates de végétation utilisée dans le présent rapport, il serait aussi nécessaire d'obtenir des mises à jour annuelle afin d'intégrer les changements dus aux pressions induites sur la biomasse végétale (feux, activités minières, ...) sachant qu'en Nouvelle-Calédonie, aucune donnée de référence sur la biomasse n'est produite.

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

Le croisement tripartite entre les incendies, les constructions anthropiques et la végétation serait intéressant pour comprendre les modes de gestions les plus adaptés. Cette analyse permettrait d'apporter une information utile en termes de gestion, notamment sur les secteurs potentiels à prioriser en matière de lutte, sur la sensibilisation auprès des populations.

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

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

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

6.2.2. Evolution des méthodes d'acquisition par télédétection

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

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

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

Références

Webographie :

- Ecoconso (2018), *Qu'est-ce qu'une tonne de CO2 ?***. [En ligne]. [Page consultée le 2/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.ecoconso.be/fr/Qu-est-ce-qu-une-tonne-de-CO2>
- Géoportail de l'Observatoire de l'Environnement, Vulcain**. [En ligne]. Disponibilité et accès : <https://geoportail.oeil.nc/AlerteIncendies/>
- Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Forum incendies ; Lutte contre les incendies : Vers une amélioration des dispositifs existants***. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/page/forum-incendies>
- Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Alerte incendies-A propos***. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/AlerteIncendies/APropos>
- Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Baromètre de l'OEIL ; Incendies***. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://barometre-biodiversite.oeil.nc/#/incendies?view=popup>
- Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Articles relatifs aux incendies***. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : https://www.oeil.nc/fr/landing-page/recherche?as_q=incendies&option=refinement_articles&submit=Rechercher
- Site de l'Observatoire de l'Environnement, *Les incendies***. [En ligne]. [Page consultée le 11/12/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.oeil.nc/fr/causes/les-incendies>
- Site de l'European Space Agency. *Sentinel-2 Operations***. [En ligne]. [Page consultée le 09/11/2018]. Disponibilité et accès : https://www.esa.int/Our_Activities/Operations/Sentinel-2_operations
- Site de la National Aeronautics and Space Administration. *Fire Information for resource Management System (FIRMS)***. [En ligne]. [Page consultée le 09/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://earthdata.nasa.gov/earth-observation-data/near-real-time/firms>
- Site de la province Sud. *Environnement – Aires protégées***. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.province-sud.nc/element-thematique/aires-protegees>
- Site de la province Nord. *Environnement – Protections***. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.province-nord.nc/environnement/protection>
- Site du Géoportail de l'OEIL. *Catalogue des métadonnées***. [En ligne]. [Page consultée en 11/2018]. Disponibilité et accès : <http://geoportail.oeil.nc/geoportal/catalog/main/home.page>
- Site de l'Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie. *Alertes Incendies – Pression incendies***. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.oeil.nc/fr/AlerteIncendies/PressionIncendies>
- Site du Géoportail du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. *Géorep – Portail de l'information géographique de la Nouvelle-Calédonie***. [En ligne]. [Page consultée en 11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.geoportal.gouv.nc/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B6198224B-3548-4BE6-B4AA-FE69BC947FDA%7D>
- Site du CEN. *Forêt sèche – Explorateur cartographique***. [En ligne]. [Page consultée le 16/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.cen.nc/foret-seche/explorateur-cartographique>
- Site internet de l'ONF. *Interreg Caraïbes. Les zones humides littorales – Les écosystèmes - La mangrove***. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.onf.fr/interreg-mangroves/sommaire/zhl/ecosystemes/ecosystemes/20101130-110910-92235/@@index.html>
- Site internet de l'IFRECOR. *Les milieux coralliens de Nouvelle-Calédonie – Mangrove***. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <http://www.ifrecor.nc/spip.php?article70>
- Site internet de la Convention Ramsar. *A propos - La Convention de Ramsar et sa mission***. [En ligne]. [Page consultée le 14/11/2018]. Disponibilité et accès : <https://www.ramsar.org/fr/a-propos/la-convention-de-ramsar-et-sa-mission>
- Site de la Communauté du Pacifique. Nouvelle-Calédonie : La maison brûle, et on ne regarde plus ailleurs**. [En ligne]. [Page consultée le 13/11/2019]. Disponibilité et accès : <https://www.spc.int/fr/actualite/actus-web/2018/10/nouvelle-caledonie-la-maison-brule-et-on-ne-regarde-plus-ailleurs>

Rapport :

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

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

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

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

Capo S, Jaen A (2018), Rapport méthodologique Intermédiaire : Chaîne de traitement, détection de surfaces brûlées. Nouméa, 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/resource/bibliographie/view/29565>

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

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

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

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

Hély (2019), CNRS - EPHE, communication personnelle

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

LUIS A-N. (2018), *Protocole de contrôle des détections de surfaces brûlées potentielles issues d'une chaîne de traitements d'images satellitaires haute résolution sur la Nouvelle-Calédonie*, OEIL. [En ligne]. Nouméa : OEIL, 86 p

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Wooster M.J., Sergeevich Zhukov B., Oertel D., (2003) *Fire Radiative Energy for Quantitative Study of Biomass Burning: Derivation from the BIRD Experimental Satellite and Comparison to MODIS Fire Products*
WULFF A. (2012), *Le micro-endémisme dans un hotspot de biodiversité : approche globale sur la flore vasculaire de la Nouvelle-Calédonie et analyse comparative au sein du genre Scaevola*. Thèse en Physiologie et Biologie des Organismes – Populations – Interactions. Université de la Nouvelle-Calédonie Ecole Doctorale du Pacifique (ED 469) Laboratoire Insulaire du Vivant et de l'Environnement. 223p. [En ligne]. [Page consultée le 12/11/2018]. Disponibilité et accès : http://portail-documentaire.univ-nc.nc/files/public/bu/theses_unc/TheseAdrienWulff2012.pdf

Jose V.Moris, Marco Conedera, Luca Nisi, Marina Bernardi, Giancarlo Cesti, Gianni Boris Pezzattia (2020). *Lightning-caused fires in the Alps: Identifying the igniting strokes*.

Table des Figures

<i>Figure 1: Emprise des détections effectuées par le capteur MODIS pour l'incendie de la Montagne des Sources en novembre 2019 (Source : OEIL)</i>	<i>12</i>
<i>Figure 2 : Emprise des détections effectuées par le capteur VIIRS pour l'incendie de Montagne des sources en novembre/décembre 2019 (Source : OEIL)</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3: Schéma d'intention des étapes réalisées pour le contrôle des données des Satellites Sentinel 2 (Source : OEIL)</i>	<i>16</i>
<i>Figure 4 : Emprise non fusionnée (A) et fusionnée (B) des détections effectuées par les satellites Sentinel 2A et 2B pour des incendies sur Ouégoa sur l'île de Pam et près de Tiari en 2019 (Fond de carte Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>17</i>
<i>Figure 5: Carte de localisation des incendies 2019 issues de Sentinel 2 en Nouvelle-Calédonie</i>	<i>24</i>
<i>Figure 6 : Comparaison de la superficie déjà incendiée sur les précédentes analyses de 2017 et 2018</i>	<i>25</i>
<i>Figure 7: Part des incendies supérieurs à 1000 hectares par Province</i>	<i>27</i>
<i>Figure 8 : Carte de la part des surfaces incendiées par commune en 2019 (Source : OEIL)</i>	<i>29</i>
<i>Figure 9: Carte de répartition des incendies sur Ouégoa</i>	<i>30</i>
<i>Figure 10: Nombre d'incendies dépassant les 1000 hectares par commune</i>	<i>30</i>
<i>Figure 11: Carte de répartition des incendies 2019 sur Pouébo</i>	<i>31</i>
<i>Figure 12: Carte de répartition des incendies à Koné</i>	<i>32</i>
<i>Figure 13: Carte de répartition des incendies à Thio</i>	<i>33</i>
<i>Figure 14: Comparaison 2017-2019 des superficies incendiées par aire coutumière</i>	<i>34</i>
<i>Figure 15: Carte sur le pourcentage de la superficie brûlée par aire coutumière en fonction de celle de la Nouvelle-Calédonie en 2019</i>	<i>35</i>
<i>Figure 16: Carte de la répartition des incendies 2019 par carré du carroyage DFCI à 20 kilomètres (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)</i>	<i>38</i>
<i>Figure 17: Carte du pourcentage de surface brûlée de chaque carré DFCI à 20km en fonction de la superficie incendiée 2019 en Nouvelle-Calédonie</i>	<i>39</i>
<i>Figure 18: Carte du pourcentage de la superficie brûlée par carré de carroyage DFCI à 2km, localisant les carrés BD 02 et BD 20</i>	<i>40</i>
<i>Figure 19: Carte du pourcentage de la superficie brûlée par carré de carroyage DFCI à 2km, localisant le carré CB 88</i>	<i>40</i>
<i>Figure 20: Répartition du type de foncier par province</i>	<i>43</i>
<i>Figure 21: Carte de répartition de la superficie incendiée en 2019 par type de foncier sur les communes</i>	<i>45</i>
<i>Figure 22 : Répartition des incendies par classes de superficies d'après les données MODIS et VIIRS) détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019</i>	<i>46</i>
<i>Figure 23 : Répartition de la part des incendies par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019</i>	<i>46</i>
<i>Figure 24 : Part des superficies incendiées en hectare par classes de superficies d'après les données détectées par Sentinel 2A et 2B en 2019</i>	<i>47</i>
<i>Figure 25: Incendies 2019 supérieurs à 1000 hectares, Sentinel, OEIL</i>	<i>47</i>
<i>Figure 26: Part (%) du nombre d'incendies et de la superficie brûlée par Province en fonction des catégories de taille concernant les feux</i>	<i>50</i>
<i>Figure 27: Carte de la densité moyenne du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS sur la période 2012-2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>52</i>
<i>Figure 28: Carte de la densité du nombre d'incendies détectés par le satellite VIIRS en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>53</i>
<i>Figure 29: Carte de la différence à la normale 2012-2018 de la densité du nombre d'incendie en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>54</i>
<i>Figure 30 : Carte de densité du nombre des incendies détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>55</i>
<i>Figure 31: Densité du nombre d'incendies en 2019 de Sentinel superposé au réseau routier</i>	<i>56</i>
<i>Figure 32: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS durant la période 2012-2018 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)</i>	<i>58</i>

Figure 33: Carte de densité du nombre d'incendies pondérés par leur taille, détectés par le satellite VIIRS en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	60
Figure 34: Carte de la différence à la normale 2012-2018 de la densité d'incendie pondéré par leur superficie en 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	61
Figure 35 : Carte de la densité d'incendies pondérés par leur taille, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B au cours de l'année 2019 (Fond de carte : Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Source : OEIL)	62
Figure 36: Carte de la densité d'incendies en 2019 de Sentinel pondérés par leur superficie en superposition avec le réseau routier sur la zone de Thio et Boulouparis	64
Figure 37: Carte de la répartition des incendies 2019 selon le type de substrat (Source : OEIL)	66
Figure 38: Répartition des incendies 2019 par type de substrat et par commune	67
Figure 39: Répartition des incendies en fonction de leur superficie sur chaque substrat	68
Figure 40: Carte de la répartition des incendies en 2019 en fonction de l'altitude	70
Figure 41: Répartition du nombre d'incendies et de la superficie incendiée en 2019 en fonction des classes d'altitude	71
Figure 42: Répartition des incendies en fonction de leur altitude moyenne	72
Figure 43: Incendie ayant l'altitude moyenne la plus élevée	73
Figure 44: Répartition des incendies 2019 par rapport à la pente en Nouvelle-Calédonie	74
Figure 45: Répartition des incendies 2019 selon leur pente moyenne	75
Figure 46: Répartition des incendies entre altitude moyenne et la pente moyenne	76
Figure 47 : <i>Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une construction, détectés par les satellites Sentinel 2A et 2B en 2019</i>	77
Figure 48: Pourcentage cumulé croissant d'incendies en 2019 par distance en kilomètres à une habitation.	77
Figure 49 : Nombre d'incendies par distance en kilomètres à une route, détectés par les Satellites Sentinel 2A et 2B en 2019	79
Figure 50 : Pourcentage cumulé croissant d'incendies par distance en kilomètres à une voie d'accès en 2019 .	79
Figure 51: <i>Comparaison du cumul annuel du nombre de surfaces brûlées issues du satellite MODIS entre 2001 et 2019 et du satellite SUOMI NPP entre 2012 et 2019 pour la Nouvelle-Calédonie.</i>	84
Figure 52: Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS et de SUOMI NPP en 2019 et évaluation moyenne des surfaces brûlées correspondantes selon VIIRS sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie (Source OEIL)	86
Figure 53 : <i>Comparaison des cumuls mensuels du nombre de détections issues de MODIS entre 2001 et 2019 et de SUOMI NPP entre 2012 et 2019 sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et évaluation moyenne du nombre d'hectares brûlés selon le VIIRS</i>	87
Figure 54 : <i>Box plots du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour la période 2012-2019.</i>	89
Figure 55: <i>Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par SUOMI NPP pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 et 2019 (Source : OEIL)</i>	90
Figure 56 : <i>Cumul mensuel des surfaces brûlées détectées par MODIS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 et 2019 (Source : OEIL)</i>	90
Figure 57: Carte des strates de végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies 2017 (Source : OEIL)	94
Figure 58: Carte des strates de la végétation utilisée pour l'analyse spatiale de l'impact environnemental des incendies de 2018 et 2019 (Source : OEIL)	95
Figure 59: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2017 (Source : OEIL)	96
Figure 60: Figure de la part des différentes strates en Nouvelle-Calédonie en 2018 et 2019 (Source : OEIL)	96
Figure 61: Répartition des zones de végétation arborée nouvellement impactée en 2019	99
Figure 62: Carte de la superficie incendiée de la strate arborée par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)	101
Figure 63: Localisation des incendies majeurs qui ont impacté la strate arborée sur Ouégoa	102
Figure 64: Localisation des incendies 2019 et de la strate arborée sur les communes de Farino, Moindou.	103
Figure 65: Répartition des zones de végétation arbustive impactée seulement en 2019	104

Figure 66: Carte de la superficie incendiée de la strate arbustive (ha) par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)	106
Figure 67: Impact des incendies 2019 sur la strate arbustive sur les communes de Ouégoa, Pouébo, et Hienghène.	107
Figure 68: Répartition des zones de végétation herbacée seulement impactée en 2019	108
Figure 69: Carte de la superficie incendiée de la strate herbacée (ha) par commune en 2019 (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie)	110
Figure 70: Comparaison 2017-2019 de la répartition de la végétation par strate pour 100 ha incendiés (Source : OEIL)	111
Figure 71: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur chaque strate (Source : OEIL)	111
Figure 72: Comparaison des secteurs de végétation impactés en 2019 en fonction des analyses précédentes 2017 et 2018	112
Figure 73: Carte de la part des superficies incendiées en 2019 par commune selon le type de strate (Source : OEIL)	113
Figure 74: Couvert végétal et les pertes estimées 2001 - 2020, Global Forest Watch	114
Figure 75: Comparaison des superficies (ha) détectées entre les incendies et la perte en couvert végétal du GFW	115
Figure 76: Cartes de perte en couvert végétal 2019 sur le Bois du Sud (photo A) et en 2020 sur Kouaoua et Houailou (photo B), les images C, D, E concernent la perte en couvert végétal 2018 justifiés par des incendies de 2018.	116
Figure 77: Perte en couvert forestier 2020 et Incendie 2019 sur le secteur de Thio, Forêt de Saille	119
Figure 78: Cartes représentant la strate forêts de la Province Nord superposées aux incendies 2019 (photo A) et la strate arborée du MOS 2014 de la province Nord superposée aux incendies 2019 (photo B)	121
Figure 79: Secteurs supplémentaires de strate arborée (plantation, savanes, formation d'espèces végétales envahissantes) par rapport aux forêts de la Province Nord.....	122
Figure 80 : Répartition de la superficie impactée en 2019 des zones de forêts en comparaison avec 2017 et 2018	122
Figure 81: répartition des zones de vigilance et des connectivités moyennes liées aux forêts sèches 2019, CEN	124
Figure 82: Part de la superficie nouvelle impactée en 2019 sur les zones de vigilances de forêt sèche	126
Figure 83: Carte de l'impact incendies 2019 sur les connectivités moyenne distance des forêts sèches avec emphase sur la commune où les connectivités moyennes ont été le plus touchées. (Source : OEIL).....	130
Figure 84: Carte de l'impact des incendies 2019 sur les mangroves (Source : OEIL, Gouvernement de Nouvelle-Calédonie, Programme Zonéco).....	132
Figure 85: Répartition des milieux naturels d'intérêts de la Province Sud	134
Figure 87: Répartition de la superficie incendiée par classe des milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	135
Figure 88: Répartition de la superficie incendiée par classe sur les milieux naturels importants pour la conservation.....	137
Figure 88: Zones impactées des milieux naturels d'intérêts, Province Sud	139
Figure 89: Carte de l'impact des incendies 2019 sur les Zones Clés de Biodiversité (Source : OEIL)	142
Figure 90: Carte de localisation des zones de fort micro-endémisme et des incendies 2019. Sources : OEIL, Adrien Wulff UNC.....	143
Figure 93: Répartition des périmètres d'alertes sur les espèces menacées déjà impactés en 2017 ou 2018	149
Figure 93: Carte de localisation des périmètres des espèces sensibles	162
Figure 94: Carte des zones tampons UNESCO impactées par les incendies 2019 (Source : OEIL)	167
Figure 95: Comparaison des impacts liés aux aires protégées provinciales terrestres en fonction des précédentes analyses 2017 et 2018	169
Figure 96: Carte des impacts incendies 2019 sur les aires protégées avec emphase sur les aires protégées les plus touchées. (Source : OEIL)	171
Figure 97: Localisation du périmètre RAMSAR	172
Figure 98: Comparaison des impacts liés aux bassins versants producteurs d'eau potables en fonction des précédentes analyses 2017 et 2018	175

Figure 99: Impact des incendies sur les bassins versants producteurs d'eau potable avec emphase sur les bassins versants dans les régions de Ouégoa et de Thio.	179
Figure 100: Impact des incendies 2019 sur les périmètres de protection des eaux (Source : OEIL)	180
Figure 101: Comparaison des impacts liés aux périmètres de protection des eaux en fonction des précédentes analyses 2017 et 2018.....	181
Figure 102: Carte du nombre de périmètre de protection des eaux touché selon le type de périmètre de protection (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)	184
Figure 103: Carte des surfaces des périmètres de protection éloignés touchées (ha) par les incendies 2019 (Source : OEIL, Gouvernement Nouvelle-Calédonie)	185
Figure 104: Répartition des surfaces entre les grandes production agricoles (superficies exprimées en hectares)	187
Figure 105: Carte de répartition des zones agricoles en Nouvelle-Calédonie	187
Figure 106: Part déjà incendiée des zones agricoles en 2017 et/ou 2018.....	188
Figure 107: Carte de localisation des zones de sylviculture impactées	189
Figure 108: Carte de la part des zones agricoles incendiées par commune	190
Figure 109: Attribution des types des végétations proposés par le GIEC aux strates arborée, arbustive et herbacée correspondantes	195
Figure 110: Carte représentant les quantités émises de GES estimées par commune	197
Figure 111: Répartition du coût écologique estimé des incendies de 2019 par province	201
Figure 112 : Type de sous-détection remarquée lors de la photo-interprétation. Sur la partie gauche, image infra-rouge : végétation en rouge, zone incendiée essentiellement en noir. Exemple de l'incendie de la Forêt de Saille du 26 novembre 2019, THIO.....	205
Figure 113: Schéma montrant la confusion des surfaces brûlées sur certaines images.....	205
Figure 114: Cas concret de certaines surfaces brûlées qui sont confondues	206
Figure 115 : Schéma explicatif des critères d'intersection utilisés pour comptabiliser l'impact des incendies	209
Figure 117 : Tableau explicatif du calcul du coût de restauration (Source : Province Sud, OCMC)	237
Figure 117: Figure d'aide à la décision pour identifier la méthode appropriée afin d'estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant d'un incendie (Source : 2006 IPCC 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres).....	238

Table des Tableaux

Tableau 1: Caractéristiques des différents capteurs et leur utilisation	18
<i>Tableau 2 : Présentation des sources d'information utilisées pour réaliser le bilan de l'impact des incendies</i>	<i>19</i>
<i>Tableau 3 : Statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.....</i>	<i>25</i>
Tableau 4 : Statistiques des incendies détectés par le capteur VIIRS en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019	25
Tableau 5 : Répartition par provinces des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019	26
Tableau 6: Comparaison statistique 2017-2019 des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie	27
Tableau 7: Répartition par commune des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019	28
Tableau 8 : Comparaison 2017-2019 de l'impact incendies sur les communes.....	33
Tableau 9 : Répartition par aire coutumière des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.....	34
Tableau 10 : Répartition par carrés du carroyage DFCI 20 kilomètres, des statistiques des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.	36
Tableau 11 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers pour l'année 2019	41
Tableau 12: Comparaison statistique de l'impact incendies par type foncier 2017-2019.....	42
Tableau 13: : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les différents types de fonciers et par province pour l'année 2019	43
Tableau 14: Comparaison 2017-2019 sur la variation du nombre d'incendies en fonction des superficies.....	48
Tableau 15: Statistiques sur la superficie des incendies de 2019	48
Tableau 16: Répartition du nombre d'incendie en fonction de leurs superficies par Province	48
Tableau 17: Statistiques de la densité en nombre d'incendies 2019 sur Sentinel sur les côtes principales de la Grande Terre	56
Tableau 18: Statistiques de la densité en nombre d'incendies sur Sentinel par commune	56
Tableau 19: Statistiques sur la densité d'incendies pondérés par leur taille sur Sentinel par commune.....	63
Tableau 20: Statistiques de la densité du nombre d'incendies 2019 pondérés par leur taille sur Sentinel 2019 pour les deux côtes principales de la Grande Terre.....	64
Tableau 21: Statistique des incendies sur les différents types de substrats (Source : OEIL)	66
Tableau 22: Superficie brûlée et nombre d'incendies en 2019 par classe d'altitude	70
Tableau 23: Altitude moyenne selon la taille des incendies 2019	73
Tableau 24: Superficie brûlée et nombre d'incendies 2019 par classe de pente	74
Tableau 25: Pente moyenne selon la taille des incendies.....	75
Tableau 26: Tableau descriptif des différentes classes de la couche VOI_VOIRIE_L de la BDTOPO_NC	78
Tableau 27: Distance maximale à la voirie en fonction de la taille des incendies	80
Tableau 28: Impacts de foudre et données incendies VIIRS et DSCGR: Différence temporelle la plus courte	82
<i>Tableau 29 : Statistiques descriptives du nombre de surfaces brûlées détectées par MODIS et VIIRS pendant la période de la SAFF en Nouvelle-Calédonie pour les années 2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018,2019.</i>	<i>89</i>
Tableau 30: Comparaison du nombre d'hectares de chaque strate (ha) entre le MOS 2008 et le MOS 2014 de la Province Nord.	95
Tableau 31 : Statistiques à l'échelon territorial pour la strate arborée pour l'année 2019.....	99
Tableau 32: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arborée pour l'année 2019	99
Tableau 33: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arborée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.....	100
Tableau 34: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arborée	103
Tableau 35: Statistiques à l'échelon territoriale pour la strate arbustive pour l'année 2019	104

Tableau 36: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate arbustive pour l'année 2019	104
<i>Tableau 37 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate arbustive par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019</i>	<i>105</i>
Tableau 38: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate arbustive.....	107
Tableau 39: Statistiques à l'échelon territorial pour la strate herbacée.....	108
Tableau 40: Statistiques à l'échelon provincial pour la strate herbacée	108
<i>Tableau 41 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur la strate herbacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019</i>	<i>109</i>
Tableau 42: Comparaison 2017-2019 des communes ayant été le plus impactées par les incendies au niveau de leur strate herbacée.....	110
Tableau 43: Superficie incendiée depuis 2017 à 2019 sur la végétation	112
Tableau 44: Part des incendies sur les données de perte en couvert végétal entre 2017 à 2020.....	117
Tableau 45: Part potentielle des incendies en fonction de l'année	118
Tableau 46: Part moyenne des incendies sur les données GFW 2017 - 2020.....	118
Tableau 47: Statistiques à l'échelon de la Province Nord pour les zones de forêts.....	121
Tableau 48: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones forestières de la Province Nord par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019	123
Tableau 49: Communes ayant des zones de vigilance et de connectivité moyenne distance des forêt sèche ..	125
Tableau 50: Statistiques à l'échelon territorial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2019.....	125
<i>Tableau 51: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de vigilance des forêts sèches en 2019 ..</i>	<i>126</i>
<i>Tableau 52 : 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 2019</i>	<i>126</i>
Tableau 53: Tableau comparatif 2017 à 2019 des communes étant le plus impactées par les incendies 2019 au niveau de leurs zones de vigilance des forêts sèches	127
Tableau 54: Statistique à l'échelon du territoire pour les zones de connectivité moyenne distance des forêts sèches en 2019.....	128
Tableau 55: Statistiques à l'échelon provincial pour les zones de connectivité moyenne distance en 2019	128
<i>Tableau 56 : 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 2019</i>	<i>129</i>
Tableau 57: Tableau comparatif 2017/2019 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs zones de corridors favorables à la reconstitution des forêts sèches.	130
Tableau 58: Statistique à l'échelon territorial des mangroves impactées par les incendies en 2019	131
<i>Tableau 59 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les mangroves par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019</i>	<i>131</i>
Tableau 60: Statistiques à l'échelon provincial impactant les zones d'intérêt biologiques et écologiques.....	134
<i>Tableau 61 : 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 2019</i>	<i>135</i>
Tableau 62: Tableau comparatif 2017-2019 des communes étant le plus impactées au niveau de leurs milieux essentiels à la préservation de la biodiversité	136
<i>Tableau 63 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les milieux d'intérêts importants pour la conservation par commune en province Sud pour l'année 2019</i>	<i>137</i>
Tableau 64: Tableau comparatif 2017-2019 des communes étant le plus impactées par les incendies au niveau de leurs milieux d'intérêts importants pour la conservation.	138
<i>Tableau 65 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B par Zones Clés de Biodiversité situées en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.....</i>	<i>140</i>
Tableau 66: Tableau comparatif 2017-2019 de l'impact incendie sur les Zones Clés de biodiversité	141
Tableau 67: Statistique des impacts incendies sur les zones de fort micro-endémisme à l'échelle territoriale	143
Tableau 68 : 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 2019	144
Tableau 69 : Comparaison 2017-2019 des communes les plus touchées par les incendies sur les zones de fort micro-endémisme végétal.	144

Tableau 70: Tableau de discrétisation des catégories CR, EN et VU (Source : UICN. (2012). Catégories et Critères de la Liste rouge de l'UICN : Version 3.1. Deuxième édition. Gland, Suisse et Cambridge, Royaume-Uni).....	146
Tableau 71: Nombre d'espèces considérées sur les bilans 2017 à 2019	147
Tableau 72: Statistique à l'échelon territorial du nombre de périmètre d'alertes des espèces menacées touchés par les incendies par classement IUCN en 2019	148
Tableau 73 : Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres d'alertes sur la faune et la flore menacées	148
<i>Tableau 74 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes affectés pour la faune et la flore menacées par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019.....</i>	<i>150</i>
<i>Tableau 75 : Détails de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres d'alertes sur la flore menacée par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019 (PA = Périmètres d'alertes)</i>	<i>150</i>
<i>Tableau 76 : 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 2019 (PA = Périmètres d'alertes)</i>	<i>151</i>
Tableau 77: Comparaison 2017-2019 des communes avec le plus dégâts potentiels selon les considérations	152
Tableau 78: Récapitulatif des espèces menacées impactées par les feux en 2019	153
Tableau 79: Nom des espèces de plantes classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019	156
<i>Tableau 80 : Nom des espèces de plantes classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019</i>	<i>156</i>
Tableau 81: Nom des espèces animales classées "en danger critique d'extinction" potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019	158
Tableau 82 : Nom des espèces animales classées « en danger » potentiellement touchées par les incendies détectés par Sentinel 2A et 2B en 2019	159
Tableau 83: Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les espèces sensibles affectés par commune en Nouvelle-Calédonie pour l'année 2019	162
Tableau 84: Liste des taxons floristiques impactés par les incendies de 2019, source : OEIL	163
Tableau 85: Liste des taxons faunistiques impactés par les incendies de 2019, source : OEIL.....	164
Tableau 86: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur les espèces sensibles	166
<i>Tableau 87 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les zones tampons terrestres de l'UNESCO pour l'année 2019</i>	<i>167</i>
Tableau 88: Comparaison 2017-2019 de l'impact des incendies sur les zones terrestres de l'UNESCO.....	168
<i>Tableau 89 : Répartition de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les aires protégées provinciales terrestres pour l'année 2019</i>	<i>169</i>
Tableau 90: Tableau comparatif 2017-2019 des aires protégées ayant été le plus touchées par les incendies	170
Tableau 91: Répartition des impacts incendies sur les zones humides RAMSAR	172
Tableau 92: Statistique à l'échelon territorial pour les bassins versants producteurs d'eau potable.....	174
Tableau 93: Statistiques à l'échelon provincial pour les bassins versants producteurs d'eau potable	175
<i>Tableau 94 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les bassins versants producteurs d'eau potable pour l'année 2019</i>	<i>175</i>
Tableau 95: Tableau comparatif 2017/2019 des communes ayant été le plus touchées au niveau de leurs bassins versants producteurs d'eau potable	178
Tableau 96: Statistiques à l'échelon territorial pour les périmètres de protection des eaux.....	180
Tableau 97: Statistiques à l'échelon provincial pour les périmètres de protection des eaux.....	181
<i>Tableau 98 : Détail de l'impact des incendies détectés par Sentinel 2A et 2B sur les périmètres de protection des eaux par commune, pour l'année 2019.....</i>	<i>182</i>
Tableau 99: Tableau comparatif 2017/2019 des communes ayant été le plus impactées au niveau de leurs périmètres de protection des eaux.....	183
Tableau 100: Classement des différentes productions du MOS 2014 et de la couche AGRIBASE en trois classes	186

Tableau 101: Statistiques sur l'impact des incendies de 2017 à 2019 sur les surfaces agricoles de Nouvelle-Calédonie	188
Tableau 102: Statistiques sur l'impact des incendies des zones agricoles par province en 2019	189
Tableau 103: Répartition des impacts sur les zones agricoles par commune.....	191
Tableau 104: Chiffres des émissions de gaz à effet de serre par province	196
Tableau 105: Equivalences choisies entre les classes du MOS de 2008 et les milieux naturels proposés par l'OCMC (Source : OEIL)	200
Tableau 106: Détails sur le choix des méthodes de discrétisation (Source : « La classification des données statistiques ou discrétisation », Cartographie assistée par ordinateur, Yves Brousseau, Université Laval)	211
Tableau 107: Tableau récapitulatif des impacts incendies sur différents enjeux environnementaux	231
Tableau 108: Récapitulatif des étapes de travail de la chaîne de traitement.....	234
Tableau 109: Valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	239
Tableau 110: Suite valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	240
Tableau 111: Valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	241
Tableau 112: Suite valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)	242
Tableau 113: Facteurs d'émissions pour différents types de brûlage (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres).....	243
Tableau 114: Tableau récapitulatif des émissions de GES en Nouvelle-Calédonie sur la période de temps 2005-2019 (Source : Danois.J (2019)-DIMENC; Communication personnelle)	243
Tableau 115: Part des incendies sur les données de perte en couvert végétal entre 2012 à 2017	244
Tableau 116: Part moyenne des incendies entre 2013 et 2017.....	245

ANNEXES

Tableau 107: Tableau récapitulatif des impacts incendies sur différents enjeux environnementaux

	2017	2018	2019
Nombre d'hectares partis en fumée sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie	24 145 (soit 1,3 % de la surface totale)	6 763 (soit 0,4% de la surface totale)	48 891 (soit 5,6% de la surface totale)
Emissions de GES induites par les feux	390 819,2 teqCO ₂	110 609,6 teqCO ₂	825 705,24 teqCO ₂
Province la plus impactée par les incendies	Province Nord (regroupe 79% du nombre total d'incendies)	Province Nord (regroupe 87% du nombre total d'incendies)	Province Nord (regroupe 88% du nombre total d'incendies)
Commune la plus impactée par les incendies	Ouégoa (avec 4 395 ha incendiés)	Ouégoa (avec 1 579 ha incendiés)	Ouégoa (avec 11 560 ha incendiés)
Pourcentage des incendies se situant à moins de 0,5km d'au moins une habitation	70%	59%	65%
Pourcentage des incendies se situant à moins de	70%	91%	87%

0,5km d'au moins une voie d'accès*			
Pourcentage d'incendies dépassant 100 ha incendiés	4% (mais à l'origine de 50% de la superficie totale brûlée)	2% (mais à l'origine de 50% de la superficie totale brûlée)	6,1% (mais à l'origine de 67% de la superficie totale brûlée)
Nombre d'hectares brûlés selon la strate considérée*	• 15 729 pour la strate herbacée • 5 425 pour la strate arbustive • 876 pour la strate arborée	• 2 903 pour la strate herbacée • 3 272 pour la strate arbustive • 290 pour la strate arborée	• 19 123 pour la strate herbacée • 23 423 pour la strate arbustive • 3 396 pour la strate arborée
Nombre d'hectares de zone de vigilance de forêt sèche incendiés	73	38	128
Nombre d'hectares de connectivité moyenne distance incendiés	146	92	258
Nombre d'hectares de bassins	985	197	3 400

versants producteurs d'eau potable incendiés			
Nombre d'hectares incendiés d'aires protégées provinciales terrestres	52	105	1 127
Nombre d'espèces considérées comme « En danger critique » touchées par les incendies	11	4	44
Nombre d'espèces considérées comme « En danger » touchées par les incendies	51	16	131
Nombre d'espèces considérées comme « Vulnérables » touchées par les incendies	Indéterminé	0	4

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

Tableau 108: Récapitulatif des étapes de travail de la chaîne de traitement

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

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

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

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

Figure 116 : Tableau explicatif du calcul du coût de restauration (Source : Province Sud, OCMC)

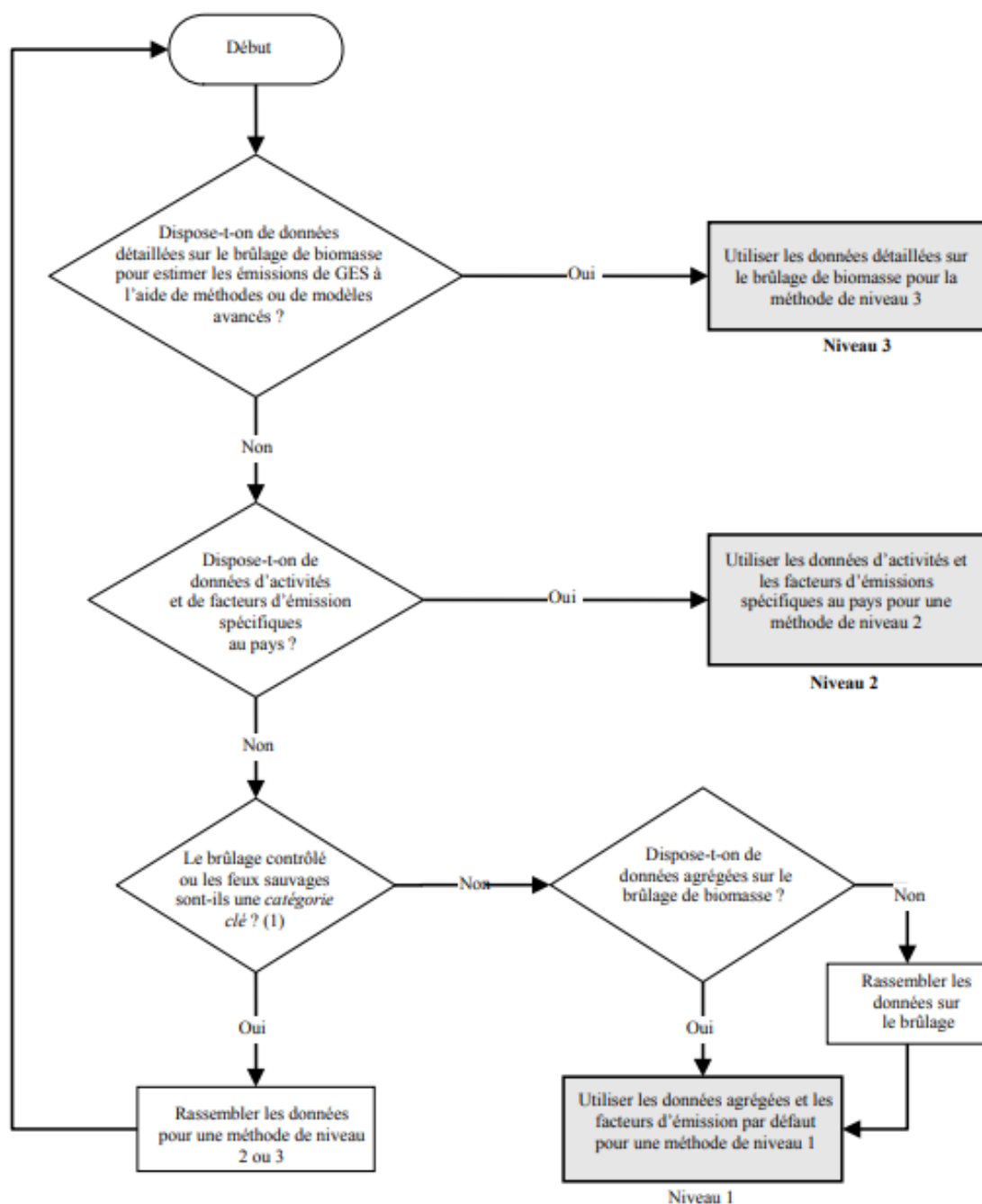


Figure 117: Figure d'aide à la décision pour identifier la méthode appropriée afin d'estimer les émissions de gaz à effet de serre provenant d'un incendie (Source : 2006 IPCC 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

Tableau 109: Valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

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

Tableau 110: Suite valeurs de consommation de la biomasse pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

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

Tableau 111: Valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation
(Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.6 VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU ET CONSUMMEE) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (Les valeurs de la colonne « moyenne » sont utilisées pour la quantité C_f de l'équation 2.27)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	Références
Forêt primaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt primaire tropicale	0,32	0,12	7, 8, 15, 56, 66, 3, 16, 53, 17, 45,
	Forêt primaire tropicale claire	0,45	0,09	21
	Forêt primaire tropicale humide	0,50	0,03	37, 73
	Forêt primaire tropicale sèche	-	-	66
Toutes les forêts primaires tropicales		0,36	0,13	
Forêt secondaire tropicale (rémanents et brûlis)	Forêt secondaire tropicale jeune (3-5 ans)	0,46	-	61
	Forêt secondaire tropicale intermédiaire (6-10 ans)	0,67	0,21	61, 35
	Forêt secondaire tropicale mature (14-17 ans)	0,50	0,10	61, 73
Toutes les forêts secondaires tropicales		0,55	0,06	56, 66, 34, 30
Toutes les forêts tertiaires tropicales		0,59	-	66, 30
Forêt boréale	Feux sauvage (général)	0,40	0,06	33
	Feux de cimes	0,43	0,21	66, 41, 64, 63
	Feux de surface	0,15	0,08	64, 63
	Brûlis post-abattage	0,33	0,13	49, 40, 18
	Feux de défrichage	0,59	-	67
Toutes les forêts boréales		0,34	0,17	45, 47
Forêts d'eucalyptus	Feux sauvages	-	-	
	Feux contrôlés – (surface)	0,61	0,11	72, 54, 60, 9
	Brûlis post-abattage	0,68	0,14	25, 58, 46
	Bois abattus, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	0,49	-	62
Toutes les forêts d'eucalyptus		0,63	0,13	
Autres forêts tempérées	Brûlis post-abattage	0,62	0,12	55, 19, 27, 14
	Bois abattus, extrait et brûlé (feux de défrichage des terres)	0,51	-	53, 24, 71
Toutes les « autres » forêts tempérées		0,45	0,16	53, 56

Tableau 112: Suite valeurs des facteurs de combustion pour les feux dans divers types de végétation (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.6 (SUITE) VALEURS DES FACTEURS DE COMBUSTION (PROPORTION DE BIOMASSE PRESENTE AVANT LE FEU ET CONSUMMEE) POUR LES FEUX DANS DIVERS TYPES DE VEGETATION (Les valeurs de la colonne « moyenne » sont utilisées pour la quantité C_f de l'équation 2.27)				
Type de végétation	Sous-catégorie	Moyenne	SD	Références
Terres arbustives	Terres arbustives (générales)	0.95	-	44
	Lande <i>Calluna</i>	0.71	0.30	26, 56, 39
	Fynbos	0.61	0.16	70, 44
→ Toutes les terres arbustives		0.72	0.25	
Savanes arborées (feux de début de saison sèche)*	Savane arborée	0.22	-	28
	Savane-prairie	0.73	-	57
	Autres savanes arborées	0.37	0.19	22, 29
Toutes les savanes arborées (feux de début de saison sèche)		0.40	0.22	
Savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Savane arborée	0.72	-	66, 57
	Savane-prairie	0.82	0.07	57, 6, 51
	Savane tropicale	0.73	0.04	52, 73, 66, 12
	Autres savanes arborées	0.68	0.19	22, 29, 44, 31, 57
Toutes les savanes arborées (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0.74	0.14	
Savanes-prairies/ Pâturages (feux de début de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	0.74	-	28
	Prairies	-	-	48
Toutes les savanes-prairies (feux de début de saison sèche)*		0.74	-	
Savanes-prairies/ Pâturages (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*	Prairies tropicales/sous-tropicales	0.92	0.11	44, 73, 66, 12, 57
	Pâturage tropical	0.35	0.21	4, 23, 38, 66
	Savane	0.86	0.12	53, 5, 56, 42, 50, 6, 45, 13, 44, 65, 66
→ Toutes les savanes-prairies (feux de mi-saison/fin de saison sèche)*		0.77	0.26	
Autres types de végétation	Tourbière	0.50	-	20, 44
	Terres humides tropicales	0.70	-	44
Résidus agricoles (brûlis de champs après récoltes)	Résidus de blé	0.90	-	see Note b
	Résidus de maïs	0.80	-	see Note b
	Résidus de riz	0.80	-	see Note b
	Cane à sucre ^a	0.80	-	see Note b

Tableau 113: Facteurs d'émissions pour différents types de brûlage (Source : 2006 IPCC, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre, Volume 4 : Agriculture, Foresterie et autres affectations des terres)

TABLEAU 2.5 FACTEURS D'ÉMISSIONS (g kg⁻¹ MATIÈRE SECHÉ BRULÉE) POUR DIFFÉRENTS TYPES DE BRULAGE. LES VALEURS SONT DES MOYENNES DE ± SD BASEES SUR L'ÉTUDE EXHAUSTIVE MENÉE PAR ANDREAE ET MERLET (2001) (À utiliser comme quantité 'G_{ef}' à l'équation 2.27)					
Catégorie	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
Savanes et prairies	1613 ± 95	65 ± 20	2,3 ± 0,9	0,21 ± 0,10	3,9 ± 2,4
Résidus agricoles	1515 ± 177	92 ± 84	2,7	0,07	2,5 ± 1,0
Forêt tropicale	1580 ± 90	104 ± 20	6,8 ± 2,0	0,20	1,6 ± 0,7
Forêt extra tropicale	1569 ± 131	107 ± 37	4,7 ± 1,9	0,26 ± 0,07	3,0 ± 1,4
Brûlage de biocombustible	1550 ± 95	78 ± 31	6,1 ± 2,2	0,06	1,1 ± 0,6
Note : La catégorie « forêt extra tropicale » comprend tous les autres types de forêts. Note : Pour la combustion de biomasse non ligneuse dans les prairies et les terres cultivées, les émissions de CO ₂ ne doivent pas nécessairement être estimées et notifiées, parce qu'on suppose que les absorptions annuelles (par la croissance) et les émissions (soit par la décomposition soit par le feu) de CO ₂ par la biomasse sont à l'équilibre (lire ci-dessus les explications sur la synchronie, à la section 2.4).					

Explication du chiffre des estimation totale de GES en Nouvelle-Calédonie.

Tableau 114: Tableau récapitulatif des émissions de GES en Nouvelle-Calédonie sur la période de temps 2005-2019 (Source : Danois.J (2019)-DIMENC; Communication personnelle)

Année	Source	Estimation totale NC (teqCO2)
2005	Inventaire CITEPA	4 475 672
2008	Inventaire CITEPA	4 565 989
2009	Inventaire CITEPA	4 700 956
2010	Inventaire CITEPA	5 591 744
2011	Inventaire CITEPA	5 913 354
2012	Inventaire CITEPA	5 984 316
2013	Inventaire CITEPA	6 231 376
2014	Inventaire CITEPA	7 258 976
2015	Inventaire CITEPA	7 182 906
2016	Inventaire CITEPA	7 717 981
2017	Estimation DIMENC	7 779 859
2018	Estimation DIMENC	8 058 964
2019	Rapport d'activité 2019 relatif à la mise en œuvre du schéma pour la transition	8 387 000

	énergétique de la Nouvelle-Calédonie ⁸⁸ .	
--	--	--

Ainsi, en 2017 la DIMENC estimait les émissions globales de GES à 7 779 859 teqCO₂ et à 8 058 964 teqCO₂ en 2018. Or, ces chiffres comprennent les émissions liées à l'utilisation des Terres, Changements d'affectation des terres et la Forêt (UTCATF) estimé par le CITEPA incluant de façon intrinsèque la part des émissions induites par les feux. Cette part estimée selon une méthodologie propre au CITEPA, est considérée constante au cours du temps faute d'acquisition de données récente et s'élève à 293 957 tCO₂. Ainsi, il a été choisi de retrancher cette valeur au total des émissions de GES indiqué dans le tableau ci-dessus. Ceci permet d'obtenir la part que représente les émissions induites par les feux sur l'ensemble des émissions de GES de Nouvelle-Calédonie.

A noter que la méthodologie utilisée par le CITEPA n'a pas été choisie dans le présent rapport pour déterminer les émissions induites par les feux car le manque de données ne permettait pas de mettre à jour les paramètres d'entrée. De ce fait, il a été choisi d'utiliser la méthodologie prescrite par le GIEC.

ANNEXE : Traitement sur l'historique Global Forest Watch 2013 – 2017 avec les données incendies issues de VIIRS Suomi NPP

Cette étude a pour but de traiter les années antérieures à 2017 pour les données de perte en couvert forestier du Global Forest Watch. Les surfaces potentiellement brûlées détectées par le capteur VIIRS - Suomi NPP (remontant à 2012) seront utilisées pour être comparées aux données du GFW de 2012 à 2016, avec un complément effectué sur l'année 2017. Ces résultats seront évidemment peu comparables à ceux réalisés entre 2017 et 2020 du fait de la résolution spatiale très dégradée du satellite Suomi NPP par rapport à Sentinel 2 (cf. parties 2.1.3 et 2.2), et que le capteur VIIRS ne détecte que les incendies qui sont actifs que lorsque la couverture nuageuse est relativement faible, voire nulle.

Tableau 115: Part des incendies sur les données de perte en couvert végétal entre 2012 à 2017

Année considérée pour la perte en couvert végétal	Données des incendies considérés (VIIRS)	Perte en couvert végétal (ha)	Part potentielle des incendies (%)	Part issues d'autres sources (%)
2017	2017-2016	861,07	35%	65%
2016	2015 - 2016	1 134,40	39%	61%
2015	2014 - 2015	258,43	27%	73%
2014	2013 - 2014	884,28	33%	67%
2013	2012 - 2013	994,03	15%	85%

⁸⁸

https://dimenc.gouv.nc/ressources?name=stenc&term_media_tid_depth=All&field_gnc_type_document_target_id=All

En comparant l'historique des données de perte en couvert végétal du GFW entre 2013 à 2017, avec les données de surfaces brûlées issues de Suomi NPP, **l'année 2016 semble être la plus conséquente**. Plus de 1 000 hectares ont été estimés concernant de potentielles pertes du couvert végétal selon GFW, dont 39% serait liée aux incendies.

Les résultats d'analyse de l'année 2013 montrent que seulement 15 % des pertes en couvert végétal ont été reliées aux incendies. Ce résultat de 2013 est peu élevé en comparaison de ceux des années 2014 et 2017, présentant des surfaces de pertes en couvert végétal (environ 900 ha) à peu près similaires à celles de l'année 2013 (environ 1000 ha), alors que la part potentielle associée aux incendies de 2014 et 2017 est nettement plus importante (estimée à plus de 30 %) que celle de 2013 (15 %).

En se basant sur les chiffres du Tableau 116, la part des pertes en couvert végétal causées par les incendies entre 2012 à 2017 est **de 27 % en moyenne**. Cette moyenne reste relativement faible en comparaison à celle des données Sentinel entre 2017 à 2019, étant de 38%. Cette différence peut s'expliquer par le fait que le capteur VIIRS de Suomi NPP ne détecte que les feux actifs, et qu'une partie seulement des incendies a donc pu être détectée. De plus, seulement 38% de la superficie des incendies détectés par Sentinel 2 a été mis en relation avec ceux du VIIRS.

Tableau 116: Part moyenne des incendies entre 2013 et 2017

Période des données GFW	Part moyenne des incendies	Origine de détection des incendies
2013-2017	27%	VIIRS