



Rapport final

ETUDE DE FAISABILITE POUR LA MISE EN PLACE D'UN SUIVI DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES FEUX

Lot 1 : RECENSEMENT ET ANALYSE DES BESOINS DES ACTEURS DU SUIVI DES
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES FEUX

Bluecham SAS
Editeur : OEIL.

Juin 2012

Observatoire de l'environnement
Province Sud • Nouvelle-Calédonie



SUIVI DU DOCUMENT				
Titre du document : ETUDE DE FAISABILITE POUR LA MISE EN PLACE D'UN SUIVI DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DES FEUX – Lot 1 : RECENSEMENT ET ANALYSE DES BESOINS DES ACTEURS DU SUIVI DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES FEUX				
Version	Révision	Date		Description
1	0	26/03/2013	Jonathan Maura	Structuration et mise en place des éléments de contexte Rédaction
1	1	02/04/2013	Remi Andreoli	Rédaction
1	2	03/04/2013	Jonathan Maura	Rédaction
1	3	04/04/2013	Remi Andreoli	Rédaction
1	4	08/04/2013	Jonathan Maura	Rédaction
1	5	09/04/2013	Jonathan Maura	Rédaction
1	5	09-26/04/2013	Jonathan Maura	Rédaction
1	5	09-26/04/2013	Rémi Andreoli	Rédaction
1	5	09-29/04/2013	Didier Lille	Relecture
1	5		OEIL	Relecture et commentaires
1	6	16/05/2013	Rémi Andreoli	Document corrigé
1	6	03/06/2013	Didier Lille	Relecture
1	6	10/06/2013	OEIL	Relecture et commentaires
1	7	13/06/2013	Rémi Andreoli	Relecture et commentaires
1	8	21/08/2013	Jonathan Maura	Document final : Prise en compte des remarques suite à la réunion du 09/08/2013

Table des matières

Chapitre I - Résumé	8
Chapitre II - Présentation générale du projet	9
II.1. Rappel de la commande	9
<i>II.2. Rappel du lot 1 : Recensement et analyse des besoins des acteurs du suivi des impacts environnementaux des feux</i>	10
II.2.1. Objectifs	10
II.2.2. Méthode	10
II.2.3. Livrables	11
II.3. Méthode d'entretiens et choix des personnes interviewés	11
II.4. Objectifs de l'OEIL pour le suivi de l'impact environnemental des feux	13
II.4.1. Objectifs principaux	13
II.4.2. Objectifs secondaires	13
II.4.3. Les utilisateurs	14
II.4.4. Représentation & croisement de l'information	14
II.4.5. Mise en place d'une synergie des acteurs de la gestion opérationnelle du Feu	14
II.5. Périmètres et limites du suivi de l'impact environnemental des feux	14
II.5.1. Périmètre géographique	14
II.5.2. Adaptabilité et évolutivité	15
II.5.2.a. Multi-sites	15
II.5.2.b. Multi-capteurs	15
II.5.2.c. Evolutivité selon le contexte des projets	15
II.5.3. Caractère opérationnel	15
II.5.4. Temporalité	15
II.5.5. Transparence	15
II.5.6. Caractérisation de la qualité	16
II.5.7. Financement	16
II.5.8. Positionnement de l'OEIL	16
Chapitre III - Les feux de forêt en Nouvelle-Calédonie : connaissances actuelles et contexte institutionnel	18
III.1. Dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie :	18
III.1.1. Introduction à la télédétection des feux	18
III.1.2. Dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie	19
III.1.2.a. Retour d'expérience et observations issues de la BDD MODIS Bluecham	19

III.1.2.b. Retour d'expérience et observations issues des BDD satellitaires INC	20
III.1.2.c. Base de données WWF sur la zone de Gohapin	21
III.1.3. Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de la Nouvelle-Calédonie	23
III.1.3.a. Sur les substrats issus de roches ultramafiques	23
III.1.3.b. Sur les milieux volcano-sédimentaires	25
III.1.3.c. Conclusion	28
III.2. Contexte institutionnel et réglementaire des feux en NC	28
III.2.1. Le transfert de compétence Sécurité civile en Nouvelle-Calédonie	28
III.2.2. Le plan Orsec	30
III.2.3. Le code de l'environnement PSUD : Dégradation des milieux	32
III.2.4. Code de l'environnement de la Province Nord : La lutte contre les incendies	34
III.2.5. Le plan communal de sauvegarde(PCS) et le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)	35
Chapitre IV - Recensement de l'existant sur la thématique des feux.....	37
IV.1. Dispositifs actuels de recensement des feux	37
Sécurité civile / DTSI / APICAN	37
IV.1.1.a. La base de donnée des feux SC/DTSI/APICAN	37
IV.1.1.b. Difficultés rencontrés	37
IV.1.1.c. Projet de création d'une chaine de traitement 2008-2009	40
IV.1.1.d. Etude interne sur la comparaison des données MODIS et des données de la Sécurité civile	40
IV.1.2. Les centres d'incendie et de secours	43
IV.2. Recherche scientifique sur la dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie	43
IV.2.1. Le projet INC	43
IV.2.1.a. Description du projet	43
IV.2.1.b. Constitution de deux bases de données historiques	44
IV.2.1.c. Comparaison à d'autres sources de données :	44
IV.2.1.d. Les produits issus d'INC	44
IV.2.1.e. Valorisation des produits du programme de recherche INC et orientation de ses résultats vers un dispositif opérationnel	45
IV.2.2. L'impact des feux sur la végétation	50
IV.2.2.a. Sur substrats issus de roches ultramafiques	51
IV.2.2.b. Sur substrat volcano-sédimentaire	51
IV.2.3. Impact des feux sur la faune	51

IV.2.4. Perception & Usages du feu	52
IV.2.5. Caractérisation des connectivités structurelle et fonctionnelle des paysages fragmentés sur sols ultramafiques.	52
IV.3. Suivi des impacts, de la préservation et de la restauration des milieux	53
IV.3.1. WWF	53
IV.3.2. Province Sud – Service conservation de la biodiversité – Martial Dosdane	54
IV.3.3. Province Sud – Service conservation de la biodiversité – Bureau expertise écologique (BEE)	55
IV.4. Synthèse des données recensées	56
IV.5. Plateformes d'intégration	59
IV.5.1. OEIL	59
IV.5.2. DTSI & CFF988 : l'application DFCI	62
IV.5.3. Plateforme environnementale de Yaté	63
Chapitre V - Positionnement et besoins des partenaires sur le projet.....	65
V.1. Organisation des acteurs	65
V.2. Les attentes remontées lors des entretiens	66
V.2.1. Les besoins	67
V.2.2. Les usages	68
Chapitre VI - Définition des différentes composantes du projet de suivi des impacts environnementaux	70
VI.1. Macroanalyse	70
VI.2. Eléments à prendre en compte pour la mise en place du suivi	72
VI.2.1. Définitions des composants du suivi	72
VI.2.2. La validation du protocole et l'adhésion des acteurs à celui-ci	73
VI.2.3. La pérennisation du suivi	73
VI.3. Etapes préconisées pour la mise en place opérationnelle du suivi	73
VI.3.1. La phase de test opérationnel du protocole.	73
VI.3.2. Phase d'ajustement du protocole opérationnel.	74
VI.4. Conclusion	74
Chapitre VII - Conclusions	75
Bibliographie.....	77

Table des illustrations

Figure 1 : Occurrence des feux entre 2000 et 2013.	19
Figure 2 : A gauche – Occurrence des points chauds « feu » de la base de données Modis par mois. A droite – l'écart à la médiane.....	20
Figure 3 : Occurrence des points chauds "feu" de la base de donnée MODIS I, MODIS II et ATSR par mois (Barbero et al., 2011).	21
Figure 4 : Suivi de l'impact des feux de Gohapin	22
Figure 5 : Recensement du nombre des feux observés à Gohapin en fonction du temps.	22
Figure 6 : Evolution sous l'effet des incendies, de la végétation des sols ferrallitiques ferritiques peu à moyennement désaturés sur substrat d'origine ultramafique. D'après Jaffré 1997	24
Figure 7 : Evolution sous l'effet des incendies, du maquis ligno-herbacé sur substrat d'origine ultramafique. D'après Jaffré 1997.	24
Figure 8 : Evolution sous l'effet du feu de la forêt sclérophylle sur substrat d'origine volcanique ou sédimentaire. D'après Jaffré 1997.	26
Figure 9 : Distribution des forêts denses humides et des savanes en fonction des précipitations annuelles et de la fréquence de feu (d'après T.Ibanez 2012 modifié de Mayer and Khalyani 2011).	27
Figure 10 : Boucles de rétroactions permettant le maintien des savanes et des forêts dans un même paysage. (D'après T.Ibanez 2012)	27
Figure 11 : « Tête » du feu -Incendie du Creek Pernod 21/01/2013 – Jonathan Maura.....	30
Figure 12 : Exemple de carte produite dans le cadre de Prévifeu.....	31
Figure 13 Cartographie des feux en Nouvelle-Calédonie : Saison 2006-2007	41
Figure 14 : Capture écran des vidéo réalisée par le capteur thermique de la Province Sud.	54
Figure 15 : Visuel du guichet cartographique « suivi de l'impact environnemental des feux ».....	61
Figure 16 : Les différents éléments de l'application DFCI	62
Figure 17 : Module ESIG permettant d'accéder à la détection des derniers feux	63
Figure 18 : Cartographie d'un feu sur la commune de Yaté	64
Figure 19 : Visuel de l'indice des milieux impactés.....	64
Figure 20 : organisation des acteurs autour du plan ORSEC	65
Figure 21 : Graphique synthétique des besoins exprimés.....	67
Figure 22 : Graphique de synthèse des interactions du suivi de l'impact environnemental des feux avec les compétences des acteurs rencontrés.	70
Figure 23 : Positionnement des partenaires, apports et bénéfices du suivi de l'impact environnemental des feux.	71
Tableau 1 : personnes et organismes rencontrés pour cette étude	12
Tableau 2 : Description de la trame commune SC/APICAN/DTSI de recensement des feux.....	40
Tableau 3 : Synthèse des produits issus d'INC.....	49
Tableau 4: Synthèse des acteurs pouvant héberger la chaîne de traitement d'INC (GIE Océanide, 2012).....	50
Tableau 5 : Données existantes	57
Tableau 6 : Pertinence des données existantes dans le cadre du suivi de l'impact des feux	59

Abréviations

APICAN : Agence pour la Prévention et l'Indemnisation des Calamités Agricoles ou Naturelles
BEE: Bureau d'Expertise de l'Environnement
CEN : Conservatoire des Espaces Naturels
CFF 988 : Cellule Feu de Forêt de Nouvelle-Calédonie
CIS /CSI : Centre d'Incendie et de Secours
COZ : Centre Opérationnel de la Zone Sud Ouest
DICRIM : Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs
DPPM : Délégation à la Protection de la Forêt Méditerranéenne
DTSI : Direction des Technologies et Services de l'Information de la Nouvelle-Calédonie
HBE: Hélicoptère Bombardier d'Eau
IMBE : Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie marine et continentale
INC : Programme "Biodiversité et Incendies en Nouvelle-Calédonie"
NC : Nouvelle-Calédonie
OEIL : Observatoire de l'environnement en Nouvelle-Calédonie
ONF : Office National des Forêts
ORSEC : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile
ORSEC FDF : Organisation de la Réponse de Sécurité Civile Feu de Forêt
PCS : Plan Communal de Sauvegarde
PN : Province Nord
PPFF : Plan de massif de Protection de la Forêt contre le Feu
PS : Province Sud
SAFF : Saison Administrative Feux de Forêt
SC : Sécurité civile
SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours
SIG : Système d'Information Géographique
UNC: Université de Nouvelle-Calédonie
WWF: World Wide Fund for Nature

Chapitre I - Résumé

Le recensement et l'analyse des besoins des acteurs du suivi des impacts environnementaux des feux doit permettre de définir plus précisément les différentes composantes du suivi des impacts environnementaux des feux. 15 acteurs majeurs de la thématique des feux ont été rencontrés et interviewés selon la méthode d'entretiens semi-ouverts.

Cette analyse met en lumière l'intérêt des différents acteurs pour la mise en place du suivi de l'impact environnemental des feux. Celui-ci est considéré comme un outil complémentaire permettant d'améliorer leurs actions ou développer de nouvelles actions dans le cadre de leurs implications actuelles. Les principaux besoins concernent une amélioration des données de base sur les feux (localisation) et sur l'environnement (végétation, endémisme).

D'autre part, aucun acteur n'est actuellement spécifiquement positionné sur la thématique de l'impact environnemental. La mise en place du suivi de l'impact environnemental des feux doit donc s'intégrer dans le schéma organisationnel incluant les opérationnels (Pompiers, Communes, Sécurité Civile, APICAN, DTSI, Haut-Commissariat), les acteurs de la prévision des feux et de la prévention des feux (Provinces, ONG) et les organismes de recherche.

Lors de la proposition des composants détaillés du suivi, il sera nécessaire de

- caractériser les feux,
- déterminer et caractériser les impacts liés au feu sur l'environnement,
- prendre en compte l'importance des impacts sur les différents milieux
- identifier les incertitudes.

Les propositions d'indicateurs et le protocole de suivi proposé devront prendre appui sur les retours d'expériences issus des différentes bases de données en termes de temporalité ; ils devront être souples afin de permettre les étapes d'optimisation et d'intégration des retours d'expérience d'utilisation de la BDD opérationnelle et des résultats de la recherche scientifique ultérieure.

Chapitre II - Présentation générale du projet

II.1. Rappel de la commande

Le forum sur le suivi des milieux terrestres du sud organisé par l'OEIL en juin 2012 a identifié les incendies comme une des causes de pressions les plus fortes sur l'environnement néo-calédonien.

En relation avec les recommandations de la feuille de route qui découle du forum sur le suivi des milieux terrestres, l'OEIL va réaliser un certain nombre d'actions visant à améliorer le suivi des impacts environnementaux des feux et se propose de lancer une étude dont les objectifs sont définis ci-dessous.

Cette étude a plusieurs objectifs :

- Recensement et analyse préalable des besoins des différents acteurs de manière à définir plus précisément les différentes composantes du suivi des impacts environnementaux des feux. A la suite de cette phase d'analyse, une restitution sera faite à l'ensemble des acteurs concernés constitué en groupe de travail. Ce travail d'analyse et de synthèse sera un support permettant d'orienter les prochaines actions du groupe.
- Définition d'indicateurs sur l'impact environnemental des feux en lien notamment avec les besoins identifiés sur la phase d'analyse. Il est demandé de veiller à leur caractère réellement opérationnel. Chaque indicateur sera décrit à l'aide d'une fiche type sur un modèle proposé par le prestataire et validé par l'Observatoire. La méthodologie pour produire l'indicateur sera notamment explicitée, des exemples de représentations, des références scientifiques et opérationnelles seront fournies.
 - indicateurs directs : nombre de départ de feux, surfaces brûlées, durée moyenne, intensité, type de surface dégradée, etc.
 - indicateurs indirects : ressource en eau, érosion, développement d'espèces envahissantes, connectivité écologique, etc.
- Une proposition d'un nouveau suivi de l'impact à travers l'amélioration de l'acquisition des données de base sur les feux (surfaces brûlées, nombre de départ de feux, intensité, etc.).
 - Une étude particulière sera menée pour un suivi par télédétection appuyée par un solide argumentaire scientifique et opérationnel étayé par des références. L'étude devra notamment tenir compte :
 - de nouveaux capteurs disponibles et à venir,
 - des nouveaux types de traitements disponibles,
 - des perspectives d'installations locales d'infrastructures de réception d'images satellites,
 - de la participation possible à des programmes scientifiques, de mutualisation d'acquisition de données ou pilotes dans le domaine de la télédétection
- D'autres types de suivi (via des moyens aéroportés par ex) pourront être proposés dès lors qu'ils répondent à l'objectif.
- L'étude de ces nouveaux suivis présentera des aspects techniques mais aussi opérationnels et financiers. Cette proposition sera chiffrée sur trois zonages différents (Le grand sud, la province sud, la Nouvelle-Calédonie).

L'étude s'appuiera notamment sur :

- la rencontre les principaux intervenants sur cette problématique (Sécurité Civile, USPNC, Ecole des Sapeurs-pompiers de NC, PN, PS, PIL, Gouv DTSI-APICAN, CEN, IRD, IAC, WWF,...),
- une recherche bibliographique et technique

Il ne s'agit pas de travailler sur la prévention des incendies ou sur leur gestion opérationnelle mais bien d'axer la réflexion sur la mesure de l'impact environnemental des feux.

II.2. Rappel du lot 1 : Recensement et analyse des besoins des acteurs du suivi des impacts environnementaux des feux

II.2.1. Objectifs

L'étude permettra de :

- Préciser les différentes composantes du projet de suivi des impacts environnementaux des feux et le positionnement et les besoins de chaque acteur,
- Analyser l'existant au niveau de l'organisation, des documents utilisés, des données manipulées, des systèmes d'informations en place ou des chaînes de traitement de l'information,
- Obtenir une description globale, précédant la proposition d'indicateurs de l'impact environnemental des feux et du Protocole de suivi opérationnel de l'impact environnemental des feux.

Cette analyse sera un support permettant d'orienter les prochaines actions.

II.2.2. Méthode

L'étude débutera par une recherche bibliographique et technique permettant de donner une visibilité des besoins existants en termes de suivi des impacts environnementaux des feux.

Un questionnaire sera réalisé en amont des réunions avec les acteurs afin de préciser leur positionnement dans le projet selon plusieurs critères :

- L'apport potentiel du partenaire pour le suivi des impacts environnementaux des feux,
- Le niveau organisationnel,
- Les attentes vis-à-vis du suivi des impacts environnementaux des feux,
- L'implication actuelle et/ou future du partenaire dans les chaînes de production opérationnelles d'indicateurs d'impacts environnementaux des feux et de leurs suivis.

Cette première phase aboutira grâce à une formulation exhaustive du besoin, à définir les composantes du projet de suivi des impacts environnementaux des feux ainsi que le périmètre, les limites et les contraintes de ce dernier.

A l'issue des rencontres des partenaires, une phase d'analyse viendra débiter le travail des lots 2 et 3 (proposition d'indicateurs de l'impact environnemental des feux et Protocole de suivi opérationnel de l'impact environnemental des feux).

Enfin une réunion intermédiaire permettra d'effectuer un retour des rencontres ainsi que les premiers résultats de l'analyse.

II.2.3. Livrables

- Un rapport de recensement et d'analyse du besoin.
- Un diaporama présentant l'avancée et les premiers résultats d'analyse.

II.3. Méthode d'entretiens et choix des personnes interviewés

La méthode d'entretien semi-directive a été choisie dans le cadre des entretiens. Celle-ci permet, à l'aide d'un guide d'entretien ouvert et dirigé par thème, de provoquer une expression organisée des personnes interviewées de leurs environnements de travail, leur organisation et implication sur la thématique des feux, et les objectifs opérationnels souhaités par la mise en place d'un tel suivi des feux.

Le choix des personnes interviewés relève d'une première analyse de l'ensemble de la chaîne du risque « feu ». Les personnes et organismes ciblés pour les entretiens participent à une ou plusieurs étapes du cycle de gestion du risque « feu ». Même si l'objectif visé par la mise en place d'un suivi de l'impact environnemental des feux n'est pas la gestion opérationnelle des événements ou l'étude du risque « feu », les résultats d'un tel suivi peuvent être une composante nouvelle des dispositifs opérationnels d'intervention ou d'atténuation du risque. De même, l'implication des acteurs au sein du cycle de gestion du risque feu permet de dégager des acteurs déterminants pour la réalisation opérationnelle d'un suivi de l'impact environnemental des feux.

Le nombre d'entretien réalisé est de quinze.

La liste des personnes interviewées est la suivante :

Organisme	Personne Ressource	Fonction
APICAN	Vincent Mary	Chargé de mission Développement durable et aménagement.
DTSI	Damien Buisson	Direction des Technologies et des Services de l'Information (DTSI) Responsable du Service de la Géomatique et de la Télédétection.
	Nicolas Audran	En charge du dossier feu pour le SGT.
IRD - Unité ESPACE	Morgan Mangeas / Marc Despinoy	Chargé de projet INC ANR BIODIVERSITE Télédétection- Modélisation et Écologie des incendies.
IRD - Unité IMBE	Eric Vidal - Frederic Rigault	Responsable IMBE Nouméa – Ingénieur d'étude IMBE.
IAC/CIRAD - Unité AMAP	BIRNBAUM Philippe	Chercheur écologue. Représentant UMR-AMAP en Nouvelle Calédonie.
IRD - Unité AMAP	Vanessa Hequet	Ingénieur : Floristique, Révision des espèces envahissantes, Caractérisation de la forêt dense humide en Province Nord.
IAC	Thomas Ibanez	Chargé de mission « dynamique forestière » Doctorat en Sciences de l'Environnement

	Wulff Adrien	Intitulé : "Dynamiques des forêts denses humides et des savanes en réponse aux incendies en Nouvelle – Calédonie". Chargé de mission « milieux à forte biodiversité et espèces micro-endémiques ». Auteur d'une thèse sur le micro-endémisme (Wulff, 2012)
Sécurité Civile	Lieutenant-colonel VIDOT Bertrand	Directeur de la Sécurité Civile - Chargé des Services d'Incendie et de Secours.
ECOLE DES SAPEURS POMPIERS DE NOUVELLE-CALEDONIE PAITA	Adjudant chef Rossignol Alexandre	Directeur de l'école.
IAC/ Province Nord	Marie Toussaint	Chargée de mission province / IAC Convention d'accueil et collaboration scientifique.
Province Sud	Nicolas Rinck	Service de la conservation de la biodiversité Responsable du bureau de l'expertise écologique.
Province Sud	Martial Dosdane	Opérateur de prises de vues aériennes, Service de la conservation de la biodiversité.
CEN	Mr StephaneHenocque	Représentant du pôle forêt sèche.
WWF	Hubert Géaux	Responsable WWF Nouvelle-Calédonie.
OEIL	Matthieu Juncker - Fabien Albouy – Adrien Bertaud	Directeur de l'OEIL, dir.adj en charge du SI, chargé de projets.

Tableau 1 : personnes et organismes rencontrés pour cette étude

L'analyse des entretiens sera replacée dans le contexte institutionnel et opérationnel de la gestion des feux (intervention, prévention et prévision du risque) afin de dégager :

- Les structures opérationnelles existantes et les possibilités de capitalisation et de mutualisation des actions ;
- L'implication potentielle des acteurs dans la chaîne de production opérationnelle du suivi environnemental des feux ;
- La valorisation et l'exploitation opérationnelle du suivi environnemental des feux par ces acteurs, conditions *sine qua non* de la mise en place d'un tel suivi.

II.4. Objectifs de l'OEIL pour le suivi de l'impact environnemental des feux

Ce paragraphe s'appuie sur la rencontre effectuée avec l'équipe de l'OEIL le 18/02/2013. Il a pour but de compléter la lettre de commande initiale afin de synthétiser les objectifs que souhaite atteindre l'OEIL avec la mise en place du suivi de l'impact environnemental des feux.

II.4.1. Objectifs principaux

Le premier point visé par l'OEIL est l'acquisition d'une meilleure information de base sur les feux. Cette information de base doit être structurée dans une base de données permettant une qualification représentative de la dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie et plus particulièrement sur les surfaces. Cette représentativité comporte deux aspects :

- Représentativité spatiale : bonne représentativité de la répartition et de la taille des feux,
- Représentativité temporelle : bonne représentativité de la base tout au long de la saison des feux.

De même, la caractérisation des milieux en relation avec les feux constitue le second objectif principal de ce suivi. Il vise notamment à une meilleure connaissance :

- Des successions végétales suite aux feux ;
- Des enjeux environnementaux et de conservation des milieux ;
- Des corridors écologiques ;
- Des services écosystémiques.

Pour cette étude nous nous attacherons principalement à mettre en évidence les éléments de contenu minimum au traitement de la thématique « feux ». La caractérisation qualitative de ces contenus est souvent difficile à estimer de part leur caractère novateur et/ou sujette à discussion.

Pour remplir ces premiers objectifs, l'apport de la télédétection sera particulièrement étudiée (avantages, limites, etc.).

II.4.2. Objectifs secondaires

Au-delà de l'amélioration de l'acquisition des données de base sur les feux, le suivi de l'impact environnemental peut avoir des angles d'approche multiples, autre que l'acquisition des surfaces incendiées comme par exemple :

- Approche par analyse typologique de la végétation permettant de mettre en évidence les secteurs potentiellement dégradés ;
- Approche par analyse de l'érodibilité des sols ;

L'aspect historique du suivi, c'est-à-dire la constitution d'une base de données historique sur l'impact des feux en Nouvelle-Calédonie, est un objectif secondaire.

II.4.3. Les utilisateurs

Ce suivi doit être en phase avec les missions et donc le public visé par l'OEIL :

- Le grand public : Faciliter l'accès aux connaissances sur l'environnement et les rendre compréhensibles - Celui-ci peut éventuellement contribuer au suivi en tant que tel sur un mode participatif (comme par exemple auprès des professionnels et passionnés de l'aéronautique)
- Les politiques et les décideurs : Support à la décision pour les gestionnaires,
- Eventuellement la sécurité civile ou les acteurs impliqués dans la gestion opérationnelle des feux.

II.4.4. Représentation & croisement de l'information

Cette information de base sur le feu, pourra être déclinée selon des indicateurs par bassins versants, par groupement végétaux, ou toutes autres unités spatiales jugées pertinentes pour le suivi de l'impact environnemental des feux.

Cette information peut être envisagée comme une couche d'information qui pourra être croisée avec différentes couches de données en entrée (système de pondération des informations) et pourra notamment représenter le pourcentage de pertes par feux des différents milieux présents initialement (sorte de « bilan écologique » des parcelles incendiées).

Une autre piste envisagée est de croiser cette information avec le travail sur les services écosystémiques mené par l'ONG Conservation Internationale, dans le cadre d'un projet avec l'Agence Française de Développement : Le Profil d'Ecosystème - <http://www.afd.fr/home/outre-mer/agences-outre-mer/Nouvelle-Caledonie/activites-nc/activites-en-nc/profil-ecosysteme>

De manière plus globale, il doit être envisagé dans la définition des composants du suivi, tout croisement d'information pertinent sur la thématique du feu.

Pour garantir ces deux critères (représentation d'indicateurs selon différentes unités spatiales et possibilité de croiser avec différentes informations) les indicateurs proposés doivent être simples et flexibles.

II.4.5. Mise en place d'une synergie des acteurs de la gestion opérationnelle du Feu

Dans la mesure du possible, il doit être identifié un dénominateur commun entre les différents acteurs de la gestion du feu. La mise en place d'un « objet » d'intérêt par les différentes parties prenantes, pourra permettre une émulation autour du projet et donc une plus grande pertinence de ce suivi.

II.5. Périmètres et limites du suivi de l'impact environnemental des feux

Ce paragraphe détaille les limites et contraintes techniques ou financières du projet de suivi de l'impact comme évoquée lors de la rencontre avec l'équipe de l'OEIL le 18/02/2013.

II.5.1. Périmètre géographique

Cette proposition de méthodologie sera réalisée sur trois zonages différents :

- Le Grand Sud,

- La Province Sud,
- La Nouvelle-Calédonie.
-

II.5.2. Adaptabilité et évolutivité

II.5.2.a. Multi-sites

La méthode proposée doit être applicable OEIL à l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie et se décliner en fonction des grandes conditions mésologiques. La reproductibilité doit donc être multi-sites.

II.5.2.b. Multi-capteurs

La méthode ne doit pas être dépendante d'un type de capteur, mais adaptable à plusieurs capteurs actuellement disponibles sur le marché et prendre en compte l'évolution de l'offre ou encore l'apparition de nouveaux types de traitements disponibles.

II.5.2.c. Evolutivité selon le contexte des projets

La proposition méthodologique doit se construire sur des perspectives d'installations locales d'infrastructures de réception d'images satellites, de la participation possible à des programmes scientifiques, de mutualisation d'acquisition de données (comme par exemple GEOSUD «GEOInformation for SUsustainable Development»: <http://geosud.teledetection.fr/>) ou pilotes dans le domaine de la télédétection.

II.5.3. Caractère opérationnel

Les indicateurs doivent avoir un caractère réellement opérationnel. Les propositions relevant de la Recherche & du Développement ne seront donc pas abordées dans la définition des composants du suivi.

II.5.4. Temporalité

La méthode proposée doit garantir un suivi des feux sur le moyen ou le long terme. Elle doit pouvoir être mise en place rapidement (caractère de simplicité de mise en œuvre) et prendre en compte une temporalité sur le long terme.

Une attention particulière sera portée également pour optimiser le rapport fréquence de suivi sur le moyen et long terme et cout de mise en œuvre de celui-ci.

II.5.5. Transparence

La méthodologie pour produire l'indicateur sera notamment explicitée, des exemples de représentations, des références scientifiques et opérationnelles seront fournies.

II.5.6. Caractérisation de la qualité

La méthodologie de suivi doit proposer un contrôle de la qualité de l'information, par des paramètres mesurés.

Il est demandé plus précisément de connaître la précision et la justesse de la méthode.

La précision de la mesure $\Delta 1$, ou l'incertitude est une des sources d'erreur prise en compte dans le calcul de l'incertitude et plus particulièrement dans le calcul de la propagation des erreurs.

L'erreur de justesse en métrologie est l'erreur globale résultant de toutes les causes pour chacun des résultats de mesure pris isolément. C'est donc l'aptitude de l'appareil ou du capteur à donner des résultats qui ne sont pas entachés d'erreur.

Par exemple, dans le cadre du suivi de l'impact environnemental des feux, l'imprécision de la mesure sur l'événement (précision de positionnement, précision d'estimation de la surface de l'événement) sont issues de la propagation de l'incertitude liée à la précision de la mesure (finesse radiométrique ou résolution des capteurs satellitaires par exemple, précision du GPS). Cette incertitude sera propagée à chaque étape d'estimation d'un paramètre dérivé, se conjuguant avec l'incertitude des autres données utilisées (exemple : l'impact d'un feu sera entaché de l'incertitude liée à l'imprécision sur la mesure de l'extension de l'événement et de l'incertitude de la donnée caractérisant l'occupation des sols ou la végétation avant l'événement).

La limite de résolution spatiale de la détection doit être connue, comme par exemple : La détection ne pourra être effectuée pour les feux inférieurs à xx ha.

L'exhaustivité ou la représentativité de la méthodologie doivent être quantifiées en termes d'omission d'impact.

II.5.7. Financement

La mise en place du suivi doit prendre en compte la dynamique financière de l'OEIL et apporter des solutions qui doivent être supportables.

La dimension de mutualisation de ce suivi entre plusieurs organismes partenaires doit être envisagée. Afin d'optimiser le suivi en fonction du financement nécessaire, le protocole proposé intégrera des ajustements en fonction de la spécificité des milieux.

L'OEIL peut dès 2013 débloquer des budgets pour mettre en œuvre la méthodologie sur une zone identifiée afin d'en démontrer son intérêt.

Il faut noter que les images satellites qui pourraient être acquises dans le cadre de ce suivi pourraient aussi être exploitées à d'autres fins.

II.5.8. Positionnement de l'OEIL

L'OEIL joue ici le rôle d'initiateur du suivi opérationnel de l'impact environnemental des feux. Il réalise ainsi l'étude de faisabilité permettant la définition des indicateurs de suivi et la mise en place d'un protocole adapté aux contraintes de la thématique, du milieu et financière.

L'OEIL propose de supporter la mise en œuvre pré-opérationnelle du suivi dans le cadre d'une zone test.

Cette démarche s'inscrit également dans la recherche d'une mutualisation des moyens des acteurs légitimes et concernés par la thématique de l'impact des feux pouvant participer à la pérennisation du dispositif.

Chapitre III - Les feux de forêt en Nouvelle-Calédonie : connaissances actuelles et contexte institutionnel

III.1. Dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie :

Cette partie reprend de manière synthétique l'analyse de l'existant, effectuée lors des entretiens, en termes de connaissances sur le feu, de données ou base de données et des projets passés ou en cours sur cette thématique. Cette partie servira en outre à orienter la mise en place opérationnelle du suivi de l'impact des feux pour définir :

- La temporalité du suivi ;
- Quelles sont les caractéristiques connues des feux (type de feux, emprise, saison) ?
- Le suivi doit-il être unique ou adapté à différents milieux ?
- Les feux marquent-ils le (ou les) paysage(s) de la même manière ?

III.1.1. Introduction à la télédétection des feux

Cette partie sera développée dans le lot 3, des éléments généraux sont néanmoins proposés pour faciliter la lecture de ce document. De nombreuses références sont en effet faites à la détection des points chauds et notamment grâce aux capteurs MODIS.

Les données de télédétection sont actuellement utilisées dans l'ensemble des phases opérationnelles du cycle de la gestion du risque feux. De part, leur caractère synoptique et systématique, les données de télédétection entrent dans la composition :

- de modèles de prévision des feux ;
- de cartographies des secteurs sensibles au risque feux ;
- de cartographies de l'extension et de l'impact des feux lors de la gestion événementielle ;
- le suivi de la réhabilitation de sites dégradés.

Le Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS, que l'on peut traduire en français par « Radiomètre spectral pour imagerie de résolution moyenne ») est une série d'instruments d'observation scientifique couplés à un système embarqué satellitaire, lancé par la NASA à bord du satellite Terra en 1999, puis à bord du satellite Aqua (deux satellites de la mission EOS - Earth Observing System, un programme de la NASA destiné à l'observation à long terme des sols, biosphère, atmosphère et océans de la Terre). Ils sont conçus pour fournir des mesures à grande échelle de phénomènes globaux, tels que les variations de la couverture nuageuse terrestre, le bilan radiatif, et différents processus se passant dans les océans, sur le sol, et dans la basse atmosphère.

Une détection de point chaud/incendie MODIS est l'emplacement d'une anomalie thermique détectée par MODIS en utilisant des données des bandes infrarouges moyennes et infrarouges thermiques. Les données MODIS points chauds & incendies actifs sont fournies par le système de réponse rapide MODIS et les données sont produites depuis 2000 et actualisées quatre fois par jour. Ce système est utilisé de manière opérationnelle pour le suivi des feux par les services environnementaux et de sécurité civile étatique et fédéral en Australie.

<http://www.fao.org/nr/gfims/faq/fr/>

III.1.2. Dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie

Cette partie s'articule autour des retours d'expérience d'analyse de différentes bases de données historiques concernant les feux en Nouvelle-Calédonie. La base de données MODIS points chauds apparait ici comme la source d'information la plus utilisée pour la caractérisation des feux.

III.1.2.a. Retour d'expérience et observations issues de la BDD MODIS Bluecham

Bluecham SAS capitalise depuis 2009 les relevés des points chauds effectués par la NASA (version de l'algorithme 2.3 et ultérieures - collection 5) avec les satellites Aqua et Terra. Les données ATSR de l'ESA ont également été capitalisées mais du fait de leur mode d'acquisition et de la fin des missions d'observation ATSR, celle-ci n'est pas exploitée.

La base de données constituée sur la Nouvelle-Calédonie comprend l'intégralité des mesures MODIS effectuées depuis 2000 et est incrémentée automatiquement 4 fois par jour en temps quasi-réel (dès publication de l'information par la NASA, soit 2 à 3 heures après le passage du satellite). Le niveau de traitements apporté à la base de données est nul (conservation de l'information source pure).

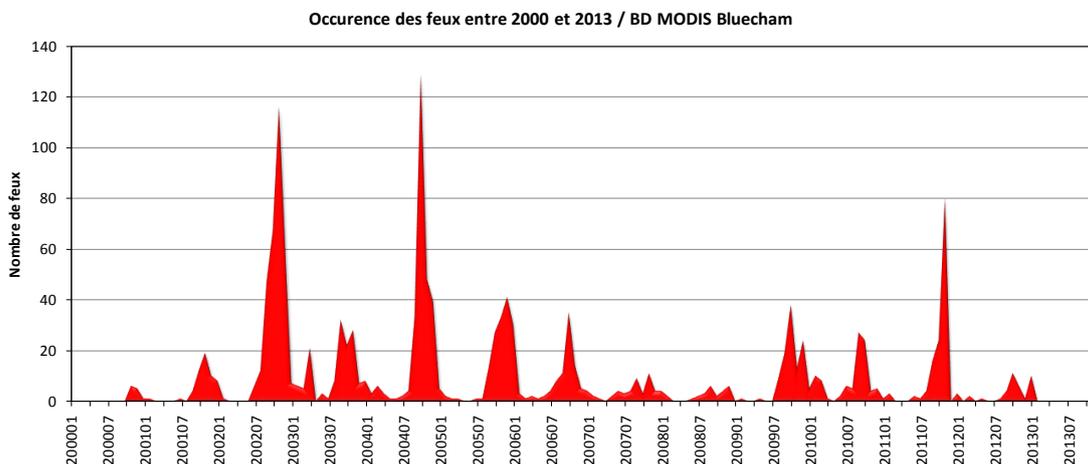
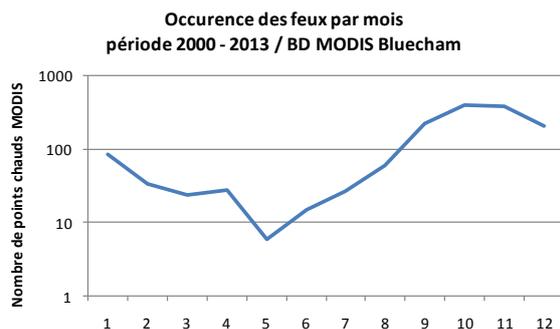


Figure 1 : Occurrence des feux entre 2000 et 2013.

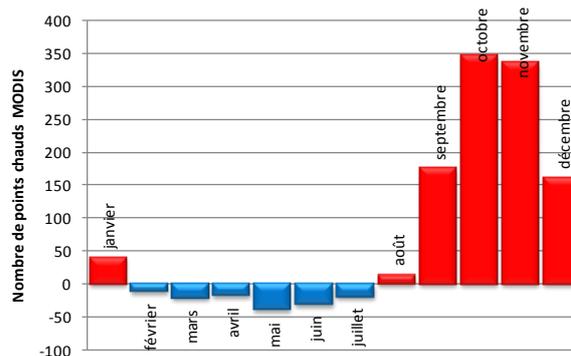
L'analyse temporelle d'occurrences des points chauds montre la saisonnalité des occurrences de feu sur le territoire avec une saison des feux marquée à partir d'août et jusqu'en janvier avec un pic paroxysmique atteint au mois d'octobre.

L'intensité d'occurrence des feux sur la période 2000 - 2013 présente des pics très marqués pour les saisons 2002-2003, 2004-2005 et dans une moindre mesure pour la saison 2011-2012. A contrario les saisons 2007-2008, 2008-2009 et 2012-2013 présentent un très faible nombre d'occurrence de points chauds MODIS.

Dans le détail, la base de données MODIS ne montre pas de pic de points chauds liés à l'essartage de la culture de l'igname (juin - juillet). Par contre, un léger mode secondaire est observable au mois d'avril.



Occurrence des points chauds "feu" de la base de données MODIS par mois



Ecart à la médiane du nombre d'occurrence de feux par mois.

Figure 2 : A gauche – Occurrence des points chauds « feu » de la base de données Modis par mois. A droite – l'écart à la médiane.

Il existe peu de statistiques des feux sur l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie mis à part quelques articles de presse lors de saisons des feux particulièrement dévastatrices, quelques rapports et les données publiées de l'APICAN (APICAN, 2012; Boyeau, 2005; Libération, 2004).

Une zone d'influence des feux de 500 m de rayon a été calculée autour des points chauds MODIS. Ces zones ont été agrégées par année. Pour comparaison, le journal Libération évoque 23 000 ha parti en fumée en décembre 2004 (Libération, 2004); la zone d'influence MODIS calculée est de 20 051 ha pour 2004. De la même manière, à la mi-novembre 2011, 6000 ha brûlés sont recensés (Attiach, 2011) et la saison 2011 - 2012 compte près de 8900 ha impactés (APICAN, 2012) ; la base de données MODIS donne une zone d'influence de 6408 ha au 31 décembre 2011.

Même si les données terrain sont parcellaires (Boyeau, 2005), il apparaît que la base de données MODIS points chauds est représentative des dynamiques des feux et semble fournir une estimation intéressante des surfaces impactées. Il est également important de noter que le système MODIS est actuellement le seul dispositif opérationnel homogène de recensement des feux sur la Nouvelle-Calédonie.

III.1.2.b. Retour d'expérience et observations issues des BDD satellitaires INC

- Base de données MODIS INC

L'IRD exploite également la base de données de points chauds MODIS en y apportant des modifications par rapport aux données brutes. En effet, la chaîne de traitement proposée par l'IRD agrège les points chauds proche dans l'espace et le temps afin de produire une base de points, appelée MODIS II, dont chaque élément représente un feu de manière individuelle (Barbero et al., 2011). Ceci entraîne une réduction du nombre de points "feux" de plus de 1300 à environ 900.

Les mêmes observations ont été conduites à l'aide de la base de données MODIS II (Barbero et al., 2011):

- un pic d'occurrence des feux en octobre durant la période sèche (Août à janvier)
- un second mode d'occurrence moins marqué en avril.

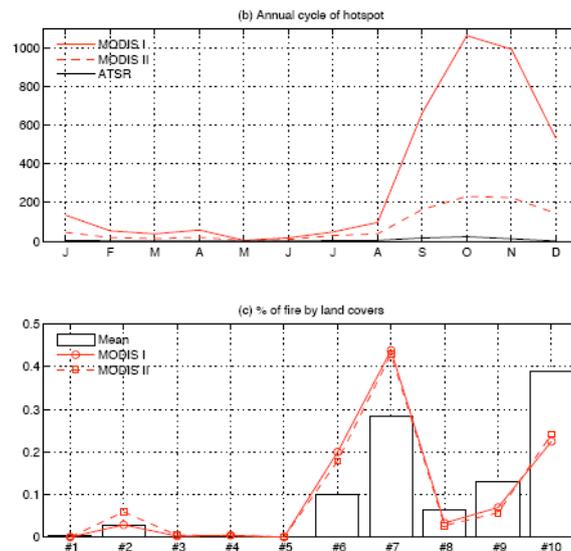


Figure 3 :Occurrence des points chauds "feu" de la base de donnée MODIS I, MODIS II et ATSR par mois (Barbero et al., 2011).

L'étude de cette base de données montre également une forte dépendance du type d'occupation des sols avec l'occurrence des feux : savane et savane arborescente sont les plus souvent touchées par les feux ; le maquis minier et la forêt sont les moins fréquemment touchés par le feu (Barbero et al., 2011). L'étude de cette base de données montre également une forte corrélation entre les paramètres climatiques (déficit pluviométrique et ENSO) et l'occurrence des feux.

A partir de cette base de données, aucune indication d'impact ou de surface touchée n'a été publiée à l'heure actuelle.

- Base de Données d'étendues brûlées LANDSAT/MODIS –Irstea

Dans le cadre du projet INC, l'IRSTEA a constitué une base de données des zones brûlées en exploitant de manière synergique la détection des points chauds MODIS et la détermination des secteurs brûlés à l'aide d'images satellitaires Landsat à 30 m. 40 % environ des points chauds détectés par MODIS aurait fait l'objet d'une cartographie de la zone brûlée correspondante.

Toutefois, aucune information sur la qualité des détections réalisées, l'homogénéité de la base de données d'observation de la Terre par rapport à la thématique feu, les fréquences d'observation, etc. permettant de qualifier cette base de données n'ont jusqu'alors été publiés.

III.1.2.c. Base de données WWF sur la zone de Gohapin

Dans le cadre du projet INC, le WWF a réalisé un levé systématique des feux observés sur le terrain dans et aux alentours de la tribu de Gohapin entre juin 2009 et novembre 2010.

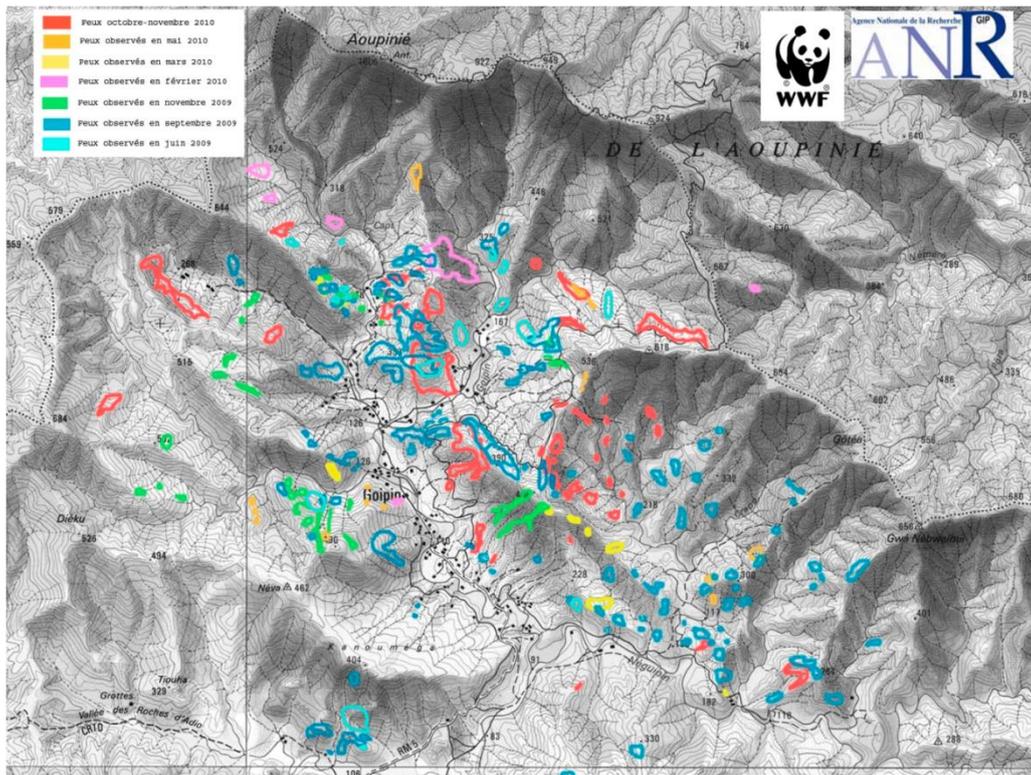


Figure 4 : Suivi de l'impact des feux de Gohapin

Cette base de données comporte environ 220 feux recensés, dont les tailles varient de moins de 1 ha à environ 16 ha.

La répartition temporelle des feux observés coïncide avec les observations faites des points chauds MODIS : un pic de feu en saison sèche (septembre en 2009 et visiblement octobre - novembre en 2010).

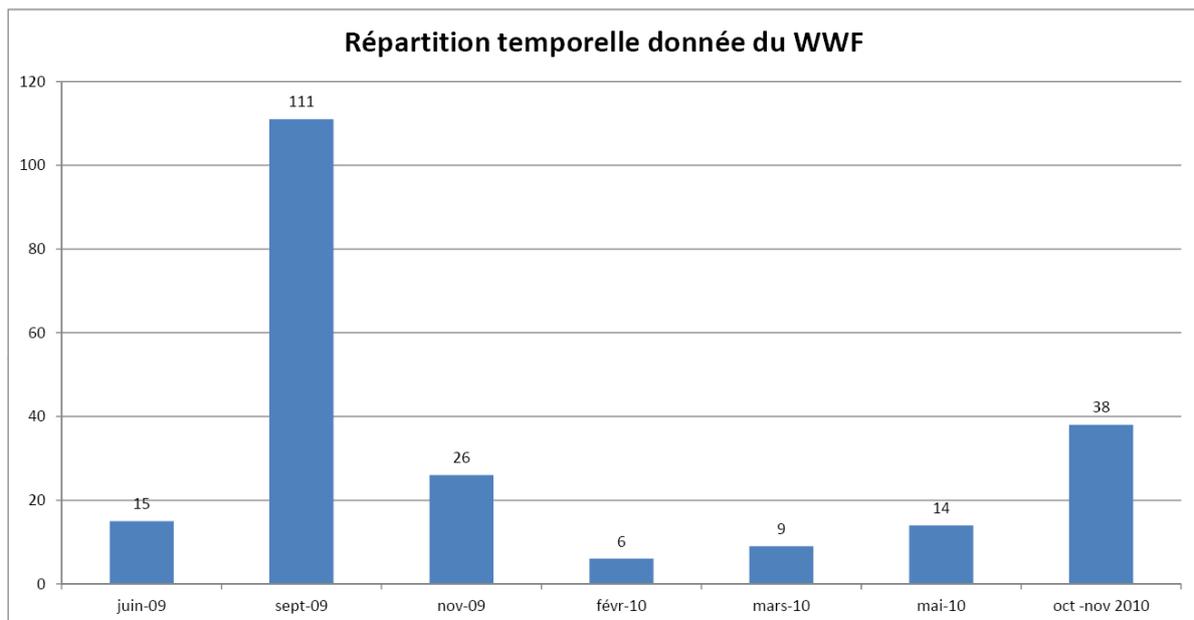


Figure 5 : Recensement du nombre des feux observés à Gohapin en fonction du temps.

- Comparaison avec la BDD MODIS :

Dans l'inconscient collectif, la base WWF sert de référence par la finesse des feux observés. La base de données MODIS ne concorde pas avec celle-ci entraînant une méfiance des utilisateurs vis-à-vis de cette dernière.

La comparaison de ces deux bases de données apparaît hasardeuse dans l'optique de valider l'une ou l'autre base au vu des différences méthodologiques d'acquisition entraînant de fait une différence sur les objets observés.

Par contre, la base de données du WWF indique de manière explicite que :

- le nombre de petits feux (de moins de 1 ha à 10 - 20 ha) est très important
- ils ne sont pas détectés par les systèmes de détection MODIS actuels ;

Au vu de leur nombre, leur impact apparaît donc non-négligeable.

Synthèse :

Basée sur les bases de données MODIS et WWF, la dynamique des feux présente une saisonnalité marquée avec un pic compris entre août et janvier (en moyenne au mois d'octobre).

Un nombre important et méconnu de feux dont la taille est comprise entre 1 et 20 ha se produisent chaque année et ne sont pas détectés par les systèmes actuels embarqués par satellite.

Les secteurs les plus impactés semblent être les savanes et savanes à niaoulis ; à l'inverse les maquis miniers et les forêts sont les moins touchés.

III.1.3. Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de la Nouvelle-Calédonie

Cette partie a pour objectif de qualifier les dynamiques des différents groupements de végétaux en fonction de leurs substrats et permettra d'orienter la définition des indicateurs du suivi de l'impact environnemental des feux.

III.1.3.a. Sur les substrats issus de roches ultramafiques

(Jaffré et al., 1997)

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

(Morat et al 1981)

*Bien que les feux de litière puissent être observés certaines années particulièrement sèches, les feux de forêt ne sont pas fréquents en Nouvelle-Calédonie. **Toutefois la marge de la forêt est souvent touchée par les incendies de savanes, et plus fréquemment dans le cas étudié ici par des feux provenant du maquis ligno-herbacé.** La forêt régresse ainsi progressivement, d'autant plus rapidement que les feux se répètent.*

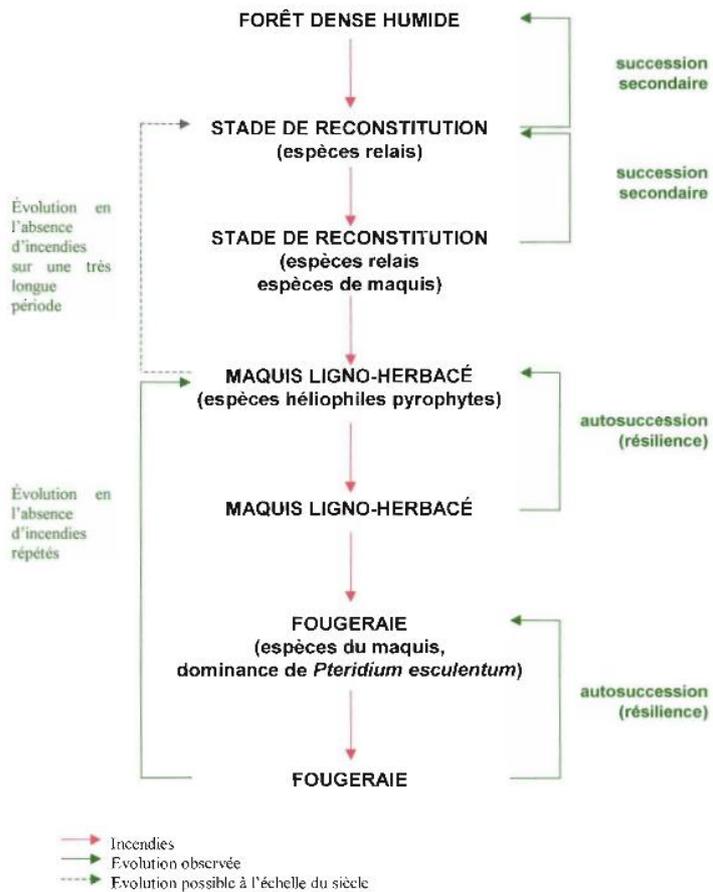


Figure 6 : Evolution sous l'effet des incendies, de la végétation des sols ferrallitiques ferritiques peu à moyennement désaturés sur substrat d'origine ultramafique. D'après Jaffré 1997

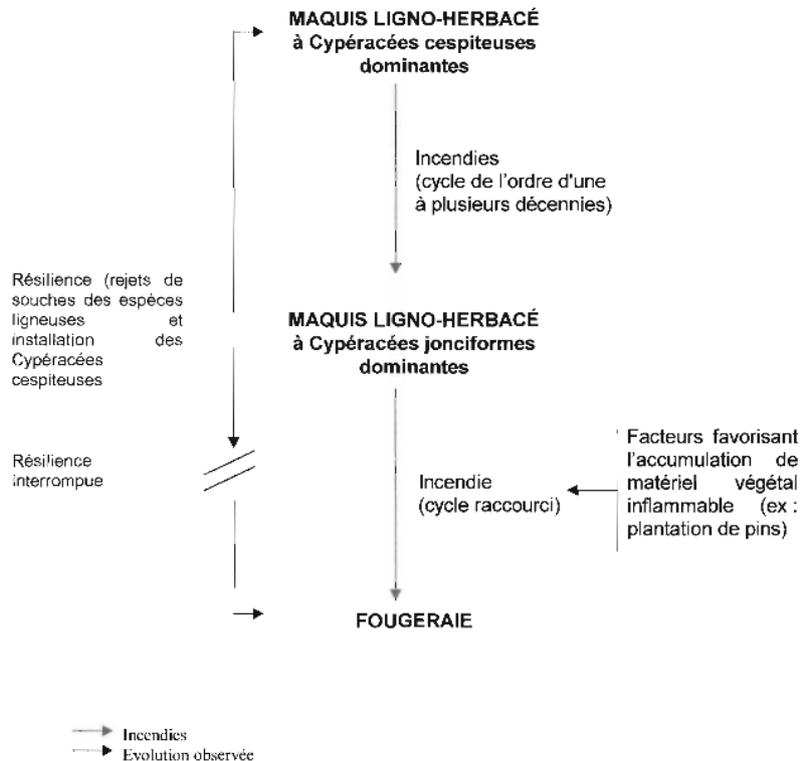


Figure 7 : Evolution sous l'effet des incendies, du maquis ligno-herbacé sur substrat d'origine ultramafique. D'après Jaffré 1997.

La reconstitution prend une dizaine d'années pour les maquis ligno-herbacés si les feux ne sont pas répétés sur des cycles raccourcis. Dans le cas contraire, et d'autant plus si des facteurs perturbateurs sont introduit tels que des plantations de pins, le phénomène de résilience peut être interrompu.

Synthèse :

La fréquence des feux semble impacter les forêts sur substrat ultramafique et notamment par des effets de marge/lisière.

Les cycles de reconstitution des écosystèmes sur substrat ultramafique sont dans des pas de temps longs, allant de l'ordre de plusieurs dizaines d'année à l'échelle du siècle. Sur les formations forestières, la résilience nécessite de longues périodes sans feux.

Les cycles de dégradation quant à eux peuvent être courts.

Enfin, la répétition d'incendies sur des cycles raccourcis (inférieur à plusieurs décennies) et/ou l'introduction de végétation favorisant l'accumulation de matériel inflammable peut entraîner une interruption des processus de résilience et aboutir à la formation de maquis à fougeraie.

III.1.3.b. Sur les milieux volcano-sédimentaires

- La forêt sclérophylle

D'après Jaffré, 1997, la forêt sclérophylle tout comme le stade ultime de sa dégradation, la savane, demeurent des formations très sensibles aux incendies. Si les feux répétés ont peu d'effets sur la composition floristique des savanes en zone sèche, il n'en est pas de même pour les forêts sclérophylles. **En effet le premier incendie peut entraîner un changement complet et un appauvrissement considérable de la flore.** Les espèces endémiques sont anéanties et remplacées par un nombre inférieur d'espèces introduites, souvent envahissantes qui empêchent pour longtemps tout retour à une formation arborescente. En outre la flore allochtone à base de Graminées, en raison de la quantité de matériel végétal facilement inflammable qu'elle engendre favorise la multiplication des incendies. Ceux-ci en se propageant mettent en péril les restes isolés de forêt.

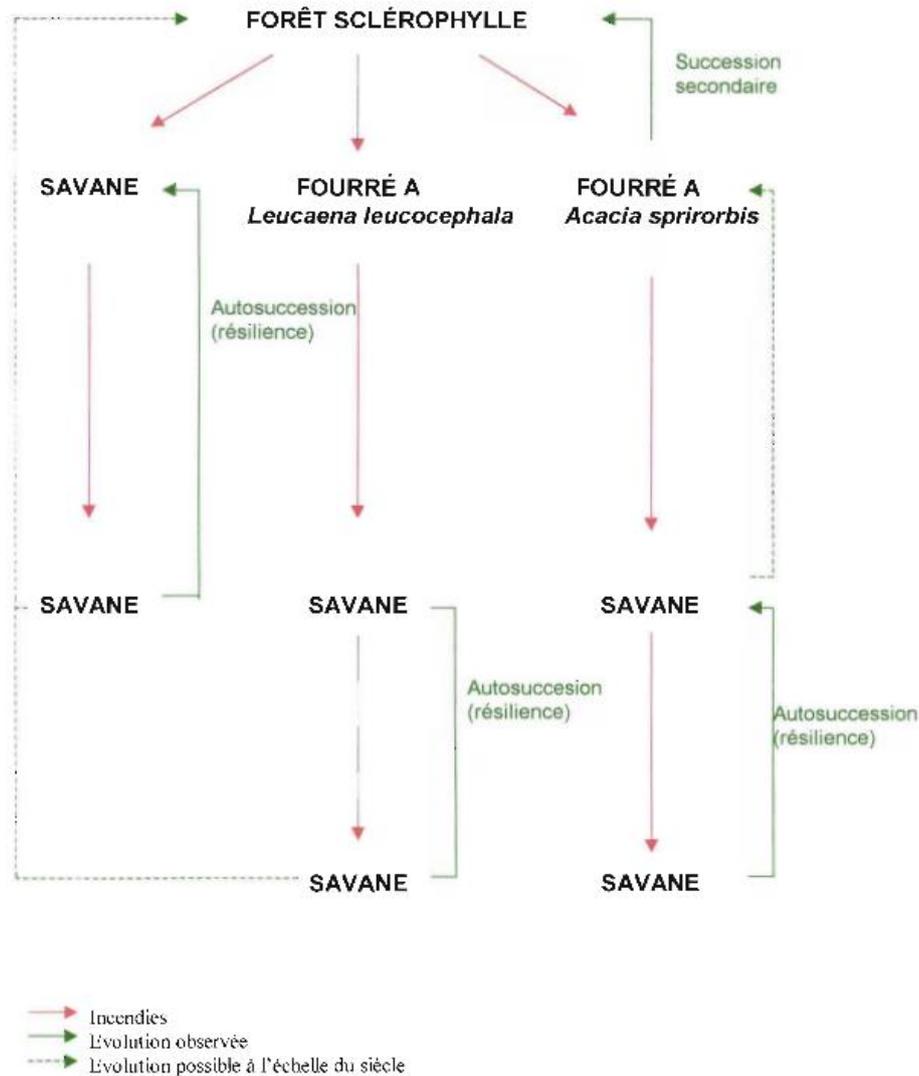


Figure 8 : Evolution sous l'effet du feu de la forêt sclérophylle sur substrat d'origine volcanique ou sédimentaire. D'après Jaffré 1997.

- Cas de la forêt dense humide

Extrait de la thèse de T.Ibanez

Ainsi, comme le suggèrent Jaffré et al. (1998) et en accord avec les résultats de Staver et al. (2011b), au vu du régime de précipitation, les savanes néo-calédoniennes sont des formations purement liées aux perturbations résultant de la limitation du couvert arboré par le pâturage et les incendies anthropiques. Le pâturage peut être considéré comme un facteur majeur permettant le maintien des savanes sur la côte ouest de la Nouvelle-Calédonie et à basse altitude, car l'élevage extensif de bovins y est très répandu. Cependant, dans le reste de l'île et notamment le long de la chaîne de montagne centrale, l'élevage est très peu développé et l'hypothèse que les incendies soient le principal facteur permettant le maintien des savanes est raisonnable. Dans ces zones, 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 (Figure 9).

Les incendies semblent donc affecter de deux façons les dynamiques des forêts denses humides et des savanes en Nouvelle-Calédonie. En effet, d'une part les incendies permettraient l'avancée des savanes en érodant les formations forestière (Jaffré et al.1997b) et d'autre part, ils permettraient de maintenir la savane ouverte en limitant l'installation d'arbres forestiers.

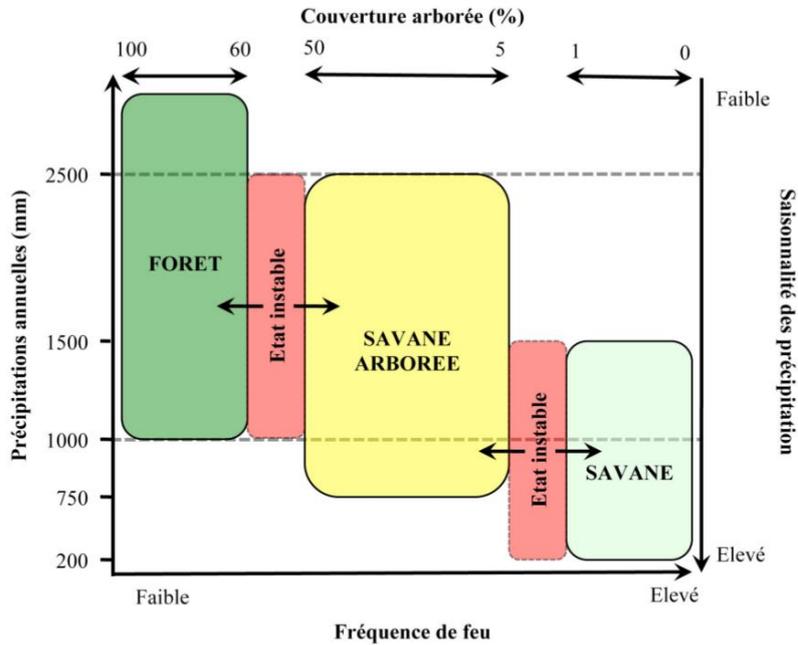


Figure 9 : Distribution des forêts denses humides et des savanes en fonction des précipitations annuelles et de la fréquence de feu (d'après T.Ibanez 2012 modifié de Mayer and Khalyani 2011).

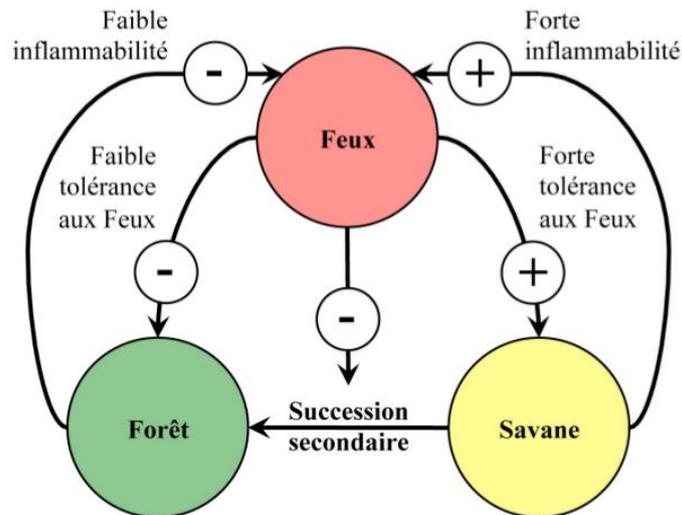


Figure 10 : Boucles de rétroactions permettant le maintien des savanes et des forêts dans un même paysage. (D'après T.Ibanez 2012)

Synthèse :

Dans le cas des forêts sclérophylles, la dégradation du milieu peut apparaître dès le premier feu. Pour les forêts denses et humides et les savanes, un équilibre existe qui sera modifié si une perturbation récurrente de type feu intervient.

III.1.3.c. Conclusion

Sur ces deux types de substrat, les feux répétés aboutissent à une végétation adaptée, pyrophyte, qui s'accommode des incendies et se reconstitue par le phénomène de la résilience ou d'auto succession.

Cette reconstitution est rapide dans le cas des savanes herbeuses. Dans ce cas, les feux ont peu d'effets sur la flore, toutefois ils modifient temporairement l'équilibre des espèces et la structure du couvert végétal et mettent les sols à nu les rendant vulnérables à l'érosion durant la période où ceux-ci demeurent dénudés.

Sur les sols sur substrat volcano-sédimentaire, l'absence de barrière chimique du sol permet, suite à l'ouverture du milieu par les feux, le développement d'espèces invasives (lantana, sensitive géante). Cette colonisation se fait au dépend des espèces natives, incitant les populations à utiliser le feu pour détruire ces dernières (cf entretiens WWF et IRD/INC)

Dans le cas des maquis miniers, les cycles sont longs (décennaux, centennaux) lorsque les étapes de successions ne sont pas perturbées par des cycles rapprochés de feux. Sinon, la résilience peut être compromise. Même si la vulnérabilité de ce type de végétation au feu est moindre, il apparaît que l'impact des feux est important.

Le gradient de vulnérabilité du plus vulnérable au moins vulnérable (en termes de risques d'atteintes) aux incendies est, d'après Jaffré (1997), le suivant :

1. Savanes
2. Fourrés divers
3. Maquis ligno-herbacées (sur roches ultramafiques)
4. Forêts Sclérophylles
5. Maquis arbustifs de basse altitude (sur sols hypermagnésiens)
6. Forêt denses humides

Un gradient de ce type concernant la vulnérabilité en termes de résilience serait pertinent à mettre en place.

III.2. Contexte institutionnel et réglementaire des feux en NC

III.2.1. Le transfert de compétence Sécurité civile en Nouvelle-Calédonie¹

La sécurité civile consiste en la prévention des risques de toute nature, l'information et l'alerte des populations ainsi que la protection des personnes, des biens et de l'environnement contre les accidents, les sinistres et les catastrophes, par la mise en œuvre de mesures et de moyens appropriés.

¹Source : <http://www.transfertsdecompetences.gouv.nc/>

Ces missions sont actuellement partagées entre les maires, le Haut-Commissaire de la République et - pour ce qui concerne l'environnement - les présidents des assemblées de provinces, dans le cadre de leurs pouvoirs de police respectifs.

La configuration géographique et humaine de la Nouvelle-Calédonie ne favorise pas une couverture classique en matière de sécurité civile. Aux risques couramment rencontrés, se rajoutent les risques naturels cyclones, mouvements de terrain, feux de brousse, et tsunamis. Concernant les risques technologiques, on recense 11 établissements à risque dont plusieurs sont classés Seveso seuil haut (sites industriels présentant des risques d'accidents majeurs) comme par exemple les dépôts de carburant. Il faut rajouter les risques « transports », les risques routiers (accidentologie élevée), les risques maritimes (3 ports en eau profonde, d'où risques de pollution) et les risques aériens (un aéroport international et une dizaine d'aérodromes domestiques). Enfin, on peut également citer le risque « barrage » (sur la Yaté et sur la Dumbéa).

L'éventail des risques donne la mesure des enjeux du transfert de la compétence sécurité civile.



Source : <http://www.transfertsdecompetences.gouv.nc/>

La loi organique du 19 mars 1999, prévoit le transfert à la Nouvelle-Calédonie, des seules compétences actuellement dévolues au Haut-Commissaire, qui sont :

- la définition de la doctrine et la coordination des moyens d'intervention ;
- la détermination des exigences et obligations des services publics comme la radiodiffusion des informations lors de la survenance d'un risque ou d'un incident ;
- la rédaction des plans de secours (ORSEC...)
- la direction des opérations de secours ;
- le droit de réquisition des moyens nécessaires à la conduite des opérations de secours.

Le Haut-Commissaire conservera des compétences au titre de la zone de défense et de maintien de l'ordre public. Les pouvoirs des maires et des présidents des assemblées de province ne seront pas modifiés.

Les études des conditions du transfert des compétences ont mis en exergue l'insuffisance des moyens actuels et l'impérieuse nécessité de mutualiser les moyens des collectivités (Colonel Bousset, 2005).

Le comité des signataires de l'accord de Nouméa, réuni le 8 décembre 2008 à Matignon, sous la présidence du Premier Ministre Monsieur François Fillon, a décidé que ces préalables aux modalités de transferts doivent tenir compte des contraintes liées au processus de réalisation (modifications des textes, mise en place de l'EPISNC (établissement public d'incendie et de secours de Nouvelle-Calédonie), adoption du SDACR (schéma directeur d'analyse et de couverture des risques) et mise en œuvre du plan de financement des moyens nouveaux). En conséquence, un délai supplémentaire

(jusqu'au 31 décembre 2011) a été accordé au congrès par l'article 26 de la loi organique pour se prononcer sur le transfert de la sécurité civile.

L'Etat s'est engagé à accompagner les travaux préalables au transfert selon des modalités particulières qui feront l'objet d'un protocole qui doit être signé, avant février 2010, entre l'Etat et le président du gouvernement conformément à l'article 26 de la loi organique. La loi du pays est finalement votée par le Congrès le 30 décembre 2011, pour un transfert effectif prévu au 1er janvier 2014.

Synthèse :

Le projet de suivi environnemental des feux de l'OEIL s'inscrit dans une dynamique « pays » particulière : le transfert de compétence de la sécurité civile au 1^{er} janvier 2014. Dans le cadre de cette restructuration des compétences, l'OEIL doit être attentif à l'évolution des responsabilités des différents acteurs (les maires, le Haut-Commissaire de la République et - pour ce qui concerne l'environnement - les présidents des assemblées de provinces).

III.2.2. Le plan Orsec2

Le terme ORSEC est l'acronyme d'Organisation de la Réponse de Sécurité Civile, anciennement ORganisation des SECours. Il s'agit d'un système polyvalent de gestion de la crise organisant les secours et recensant les moyens publics et privés susceptibles d'être sollicités en cas de catastrophe... La planification ORSEC permet d'organiser la mobilisation, la mise en œuvre et la coordination des actions de toute personne publique et privée concourant à la protection générale des populations...



Figure 11 : « Tête » du feu -Incendie du Creek Pernod 21/01/2013 – Jonathan Maura

Le système ORSEC de Nouvelle-Calédonie organise la direction et le commandement des opérations de secours. Il est composé de dispositions générales et de dispositions spécifiques. Les premières définissent des modes d'action communs à plusieurs types d'événements (nombreuses victimes, soutien des populations...). Les secondes sont liées à un risque très particulier nécessitant une réponse particulière, comme cela est le cas pour le plan ORSEC FDF (Feu de Forêt).

Le Haut-commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie arrête ces dispositions, au fur et à mesure de leur élaboration et de leur révision.

²Téléchargeable au : <http://www.nouvelle-caledonie.gouv.fr/site/Vos-demarches/Infos-citoyennes/La-securite-civile/Les-plans-ORSEC> - dernière consultation : 09/04/2013

Il s'applique de plein droit du 15 septembre au 15 décembre de chaque année, période dénommée Saison Administrative Feux de Forêt (SAFF). En dehors de cette période, sa mise en œuvre est possible sur décision du Haut-commissaire de la République en Nouvelle-Calédonie.

Son principe fondamental est de rendre opposable un certain nombre de mesures restrictives de liberté publique ainsi que l'obligation de rédaction de Plans de massifs de Protection des Forêts contre le Feu (PPFF), mesures de prévention et de prévision de nature à limiter les feux de forêt et leur incidence.

Le plan ORSEC FDF prévoit également l'activation d'une Cellule Feux de Forêt (CFF 988), chargée notamment de coordonner l'ensemble des moyens de lutte si la virulence du feu le justifie, au bénéfice du maire, premier responsable des secours sur son territoire communal.

Les quatre objectifs majeurs dans la planification ORSEC sont:

- La prévention des risques,
- La prévision du risque : diminuer les effets et donc les impacts,
- La réponse opérationnelle : l'intervention,
- Le concept de retour à la normale : normalisation vers un retour antérieur.

Les axes suivants seront développés en 2013 :

- L'axe sur les brûlages dirigés préventifs : il existe un dispositif d'étude, piloté par la DAFE, qui finance une expérimentation sur 2013-2014, dans un objectif éventuel d'évolution des réglementations,
- Le développement de l'obligation légale de débroussaillage, et plus particulièrement les plans intercommunaux de débroussailllements,
- Le développement des PPFF (plan de défense des massifs),
- Le volet dissuasion, notamment par la présence de force sur les zones de risque,
- Prévifeu (Prévision du risque d'incendie fournie par Météo France) devrait être porté à la connaissance du public.

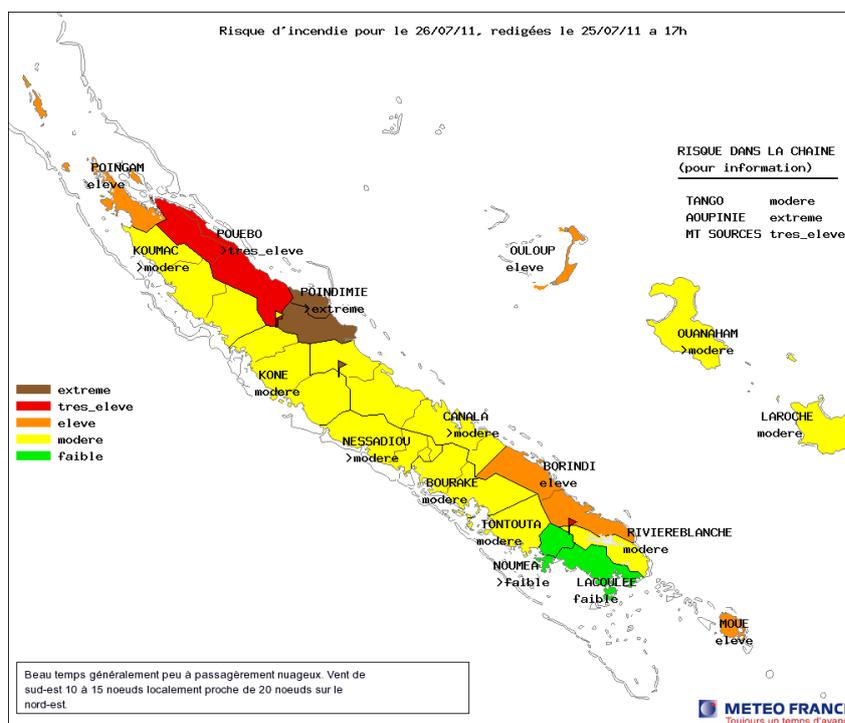


Figure 12 : Exemple de carte produite dans le cadre de Prévifeu

Synthèse :

Le plan Orsec FDF est l'outil de gestion opérationnel des feux de forêt. Ce plan permet la mobilisation de moyens administratif et humain pour la prévention, la prévision, la lutte mais également la réhabilitation des milieux. Dans le cadre du plan ORSEC, la cellule Feux de Forêt CFF 988 centralise l'information sur les opérations en cours (localisation des feux).

Il semble également intéressant de suivre les actions 2013 dans le cadre du plan ORSEC et notamment la rédaction des PPF (Plan de massif de Protection de la Forêt contre le Feu) par les Provinces présentant un diagnostic actuel pour chaque massif forestier quant au risque « feux de forêt ».

III.2.3. Le code de l'environnement PSUD : Dégradation des milieux

La province Sud a été créée à l'issue des Accords de Matignon par la loi référendaire du 9 novembre 1988. Son organisation, son fonctionnement et ses attributions sont désormais fixés par les dispositions de la loi organique du 19 mars 1999, traduction juridique de l'Accord de Nouméa signé le 5 mai 1998. Elle se charge notamment de la protection de l'environnement, de la gestion des milieux terrestres et maritimes, de la ressource en eau, de la prévention des pollutions et des risques. C'est dans ce contexte que le code de l'environnement, a été rédigé début 2007. Certains paragraphes sur l'altération des milieux comportent des sections sur les feux, notamment en lien avec les massifs forestiers.



Extrait du code de l'environnement de la Province Sud 2013 :

ALTERATION DES MILIEUX

Section 3 - Protection des massifs forestiers particulièrement exposés aux incendies Article 433-8

(Article 8 de la délibération n° 11-2009 du 18 février 2009 relative aux feux de végétation)

Les massifs forestiers particulièrement exposés aux incendies peuvent faire l'objet d'un classement par l'assemblée de province, après avis des conseils municipaux intéressés.

Ces massifs forestiers sont désignés avec l'indication des communes sur le territoire desquelles ils s'étendent sans qu'il soit nécessaire de préciser les limites et la contenance exacte desdits massifs.

Le classement est effectué par commune, sur proposition de la direction provinciale en charge de l'environnement, en fonction des risques particuliers qui créent des dangers d'incendie, tels que notamment sécheresse du climat, violence des vents, prédominance des essences résineuses et état broussailleux des forêts.

Le conseil municipal qui n'a pas formulé d'avis dans un délai de trois mois est considéré comme ayant donné son accord au classement.

Article 433-9

(Article 9 de la délibération n° 11-2009 du 18 février 2009 relative aux feux de végétation)

Sans préjudice des pouvoirs de police du maire et du haut-commissaire, dans les massifs forestiers classés en application de l'article 433-8, le président de l'assemblée de province peut édicter toutes mesures de nature à assurer la prévention des incendies de forêt, à faciliter la lutte contre ces incendies et à en limiter les conséquences.

Il peut notamment décider :

1° *Que dans certaines zones particulièrement exposées, faute pour le propriétaire ou ses ayants droit de débroussailler son terrain jusqu'à une distance maximum de cinquante mètres des habitations, dépendances, chantiers, ateliers et usines lui appartenant ainsi que les voies privées y donnant accès, sur une profondeur de dix mètres de part et d'autre de la voie, il sera pourvu au débroussaillage d'office par les soins de l'administration et aux frais du propriétaire ; en outre, si la nature de l'occupation d'un bâtiment d'habitation justifie des précautions particulières pour la protection des vies humaines, le président de l'assemblée de province peut rendre le débroussaillage obligatoire sur les fonds voisins jusqu'à une distance maximum de cinquante mètres de l'habitation et, éventuellement, y pourvoir d'office par les soins de l'administration et aux frais du propriétaire de cette habitation ;*

2° *Qu'après une exploitation forestière, le propriétaire ou ses ayants droit devront nettoyer les coupes des rémanents et branchages et que, s'ils ne le font pas, il y sera pourvu par les soins de l'administration et à leurs frais ;*

3° *Qu'en cas de chablis précédant la période à risque dans le massif forestier, le propriétaire ou ses ayants droit doivent nettoyer les parcelles des chicots, volis, chablis, rémanents et branchages. En cas de carence du propriétaire, l'administration peut exécuter les travaux d'office aux frais de celui-ci ;*

4° *De réglementer l'usage du feu ;*

5° *D'interdire, en cas de risque exceptionnel d'incendie et sur un périmètre concerné :*

- l'apport et l'usage sur lesdits terrains de tout appareil ou matériel, tel que notamment les allumettes et les feux d'artifices, pouvant être à l'origine d'un départ de feu ;

- la circulation et le stationnement de tout véhicule, ainsi que toute autre forme de circulation, sauf aux propriétaires et locataires des biens menacés et à leurs ayants droit.

Synthèse :

Les prérogatives de la Province Sud, par son code de l'environnement, sont limitées aux actions de préventions des risques selon quatre types d'actions :

- le classement des massifs forestiers à risques ;
- La mise en place de toutes mesures de prévention des feux sur les forêts classées ;
- La mise en place de toutes mesures de facilitation de lutte contre les incendies sur les massifs classés ;
- La mise en place de toutes mesures permettant de limiter les conséquences des feux sur les massifs classés.

Parmi ces mesures, la Province Sud peut procéder au nettoyage et débroussaie des forêts exposées, réglementer l'accès, la circulation et l'usage de zones à risques.

III.2.4. Code de l'environnement de la Province Nord : La lutte contre les incendies

De la même manière, la Province Nord s'est dotée d'un code de l'environnement comportant des sections concernant les feux.

Ci-dessous sont donnés des extraits issus de la version issue de l'assemblée du 24 Octobre 2008 :

Article 433-1

La mise à feu de la végétation sur les terrains des particuliers, des réserves autochtones et des collectivités publiques est soumise aux règles définies ci-après.

Article 433-2

Les personnes autorisées à brûler en vertu de la présente réglementation sont tenues de prendre les mesures convenables pour empêcher le feu de se communiquer aux propriétés voisines ou aux terrains, bois et forêts appartenant aux collectivités.

Article 433-3

Sont autorisés toute l'année, à moins de 30 mètres des habitations :

- les feux de destruction d'ordures, d'herbes ou de broussailles en tas,
- les feux d'andains.

Article 433-4

Ne sont autorisés que du 1er janvier au 30 septembre :

- les feux d'écobuage, feux précoces de défrichage et de nettoyage.
- les feux de destruction d'ordures, d'herbes ou de broussailles réunies en tas à plus de 30 mètres des habitations.

Ils sont soumis à la délivrance d'une autorisation préalable et à tout contrôle des services provinciaux compétents.

Cette autorisation est subordonnée à l'accord formel du propriétaire du terrain concerné ou de son ayant-droit, si le demandeur de l'autorisation est une tierce personne.

Article 433-5

Les feux définis à l'article 433-4, alinéa 1 sont interdits du 1er octobre au 31 décembre.

Article 433-6

Les dates d'autorisation ou d'interdiction de brûler fixées aux articles 433-4 et 433-5 ci-dessus pourront être modifiées par arrêté du président de l'assemblée de Province nord, par mesure d'urgence dictée par des impératifs climatologiques sur proposition du Directeur du Développement Rural et de la Pêche.

Article 433-7

Tous les feux de végétation non prévus à la présente réglementation sont interdits et en particulier les feux de prospection minière et les feux d'ouverture de carrières.

Article 433-8

Est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la quatrième classe par le code pénal, le fait :

- de ne pas prendre les mesures convenables pour empêcher le feu de se propager en infraction aux dispositions de l'article 433-2,

- d'allumer des feux en dehors des dates et sans l'autorisation nécessaire, prévues par l'article 433-4.

Article 433-9

Est puni de l'amende prévue pour les contraventions de la cinquième classe par le code pénal le fait :

- d'allumer des feux d'écobuage, feux précoces de défrichement et de nettoyage, en dehors des périodes fixées à l'article 433-5 ;
- D'allumer des feux de végétation non prévus à la présente réglementation, et en particulier les feux de prospection minière et les feux d'ouverture de carrières, en infraction à l'interdiction posée par l'article 433-7.

En cas de récidive, la peine d'amende sera portée au double (363.600 F CFP).

Article 433-10

Dans tous les cas, les peines prévues ci-dessus sont applicables sans préjudice le cas échéant de la condamnation au remboursement des dommages causés aux propriétés d'autrui ou aux domaines des collectivités.

Article 433-11

Le Président de l'assemblée de Province nord est habilité à transiger avant le jugement définitif sur la poursuite des délits et contraventions aux dispositions du présent chapitre, après accord du procureur de la République.

Article 433-12

Tous les autres cas d'incendie prévus par les articles 322-5 et suivants du nouveau code pénal seront punis conformément à la loi.

Article 433-13

Les infractions seront constatées par les agents légalement habilités des services de police et de gendarmerie des services de la Province nord, ainsi que par les gardes-champêtres et les gardes particuliers agréés par le procureur de la République.

Synthèse :

Le code de l'environnement en province Nord ne comprend pas actuellement de mesure en lien avec l'impact environnemental des feux. Les mesures ici concernent l'allumage des feux (périodes d'autorisation, type de feux permis, responsabilités des personnes) et sont coercitives en cas de non respects des mesures précédentes.

III.2.5. Le plan communal de sauvegarde(PCS) et le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM)

Le PCS est plan qui prépare les acteurs concernés à la gestion des risques naturels, sanitaires et/ou technologiques à l'échelle communale. Il se base sur le recensement des vulnérabilités et des risques sur la commune et des moyens disponibles. Ce plan organise l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard de l'inventaire des risques. La rédaction et la mise à jour des PCS sont obligatoires en Nouvelle-Calédonie pour toutes les communes.

Le Document d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM) est réalisé en vue de rendre le citoyen conscient des risques majeurs auxquels il peut être exposé dans sa commune grâce à l'obligation pour le maire de recenser les risques majeurs, qu'ils soient naturels ou technologiques. Il introduit également la notion d'atténuation, qui correspond à la mise en œuvre de moyens visant à réduire la vulnérabilité des biens et des personnes.

Ainsi, il contient les données locales, départementales et nationales nécessaires à l'information des citoyens au titre du droit à l'information. Il contient quatre grands types d'informations :

- La connaissance des risques
- Les mesures prises par la commune
- Les mesures de sauvegarde
- Le plan d'affichage de ces consignes

Le DICRIM est non obligatoire et constitue une partie des PCS. Les DICRIM sont consultable gratuitement dans les mairies.

Le PCS et le DICRIM sont deux documents complémentaires :

- le DICRIM est un document d'information à destination du grand public devant être inséré dans le PCS ;
- le PCS est un document organisationnel adressé aux élus, aux agents administratifs de la commune et au personnel de secours.

Ce sont deux documents différents dans leurs finalités et leur conception :

- le DICRIM est un document synthétique, clair, pédagogique, informatif ;
- le PCS est constitué d'une suite de fiches simples, facilement utilisables en cas de crise.

Par ailleurs, le PCS met en place l'organisation communale au regard des aléas/vulnérabilités et moyens recensés. Il constitue un document de référence pour le maire qui est en charge de la sécurité civile dans sa commune. Il peut aller au-delà des risques naturels et technologiques pour prendre en compte les risques sanitaires, sociétaux, et autres.

Synthèse :

En Nouvelle-Calédonie, l'organisation des premiers secours aux biens et aux personnes est du ressort du premier magistrat. Celle-ci s'est dotée de deux documents complémentaires en matière de risque (notamment de risque feu) : le PCS et le DICRIM.

Les communes se doivent d'informer leurs administrés des risques majeurs par le DICRIM et la mise en œuvre de moyens visant à réduire la vulnérabilité des biens et des personnes sur leur territoire par les PCS.

De ce fait, le suivi environnemental de l'impact des feux proposé par l'OEIL peut apporter des informations aux communes pour :

- la constitution des DICRIM et ;
- la fourniture d'information percutante de l'impact des feux pour les populations ;
- la révision des PCS en fonction de résultats des impacts des feux observés.

Chapitre IV - Recensement de l'existant sur la thématique des feux

Cette partie se focalise sur un rendu synthétique des dispositifs, projets de recherche, des suivis de l'impact environnemental des feux en Nouvelle-Calédonie et se base sur les différents entretiens avec les acteurs de la gestion du feu.

Ces éléments caractérisent l'état des connaissances sur la thématique des feux et les moyens actuellement mis en œuvre.

IV.1. Dispositifs actuels de recensement des feux

Sécurité civile / DTSI / APICAN

Le plan ORSEC FDF prévoit l'activation d'une Cellule Feux de Forêt (CFF 988) qui a deux objectifs principaux :

- assurer le suivi général des feux de forêt et ;
- coordonner l'ensemble des moyens de lutte si la virulence du feu le justifie, au bénéfice du maire, premier responsable des secours sur son territoire communal.

La CFF 988 est activée en permanence en heures ouvrées pendant la Saison Administrative Feux de Forêt (SAFF) de septembre à janvier.

IV.1.1.a. La base de donnée des feux SC/DTSI/APICAN

Dans le cadre de sa mission de centralisation de l'information sur toutes les opérations en cours, la CFF988, appuyé par la DTSI, constitue une base de données des feux pendant la SAFF.

Cette base de données est décrite précisément dans le Tableau 2 : Description de la trame commune SC/APICAN/DTSI de recensement des feux.

Cette trame a donc été créée conjointement par la DTSI, la Sécurité civile et l'APICAN et permet la description d'un ensemble de thème allant de :

- La localisation du feu,
- Les moyens terrestres engagés,
- Les Hélicoptères Bombardiers d'Eau déployés (HBE)

IV.1.1.b. Difficultés rencontrés

Une synthèse annuelle est réalisée avec la SC afin de pérenniser et fiabiliser la collecte de données mais malgré cela, certains freins apparaissent :

- En 2012, 90 feux ont été transmis à la cellule feu, seulement 50 % sont positionnables soit en coordonnées latitude / longitude ou en fonction du carroyage DFCl;
- Ce pourcentage de données positionnables est variable selon les années mais reste faible;
- Aucun retour n'a été obtenu quant à la qualité des données transmises;
- Il n'y a pas de ressource humaine dédiée pour la gestion de la donnée au sein de la CFF988.

Cette base n'est pas exhaustive pour les objectifs de l'OEIL, elle ne concerne

- que les feux qui ont été déclarés à la CFF 988 (ou aux organismes qui la compose hors période d'activation de CFF988) sur la base du volontariat, c'est-à-dire que les feux recensés

ne concernent que ceux ayant fait l'objet d'une déclaration à la CFF988 soit pour accéder aux moyens de celle-ci, soit sur la base du bénévolat (CSI, citoyens) ;

- feux de taille supérieure à 1ha ;

Il y a des cas de non déclaration car les CSI n'ont pas besoin de moyens de la CFF 988 tels que soutien de l'hélicoptère ou de moyens humains. Des zones peuvent brûler dont la CFF 988 n'a pas connaissance.

Exemple de la zone de Gohapin pour l'année 2012 :

« Avec le partenariat WWF-Gohapin, ils ont remobilisé la pratique des contrefeux pour protéger les plantations contre un feu menaçant. Sur cette base, il n'ya pas eu une seule intervention des pompiers sur les 150 feux. Donc typiquement Gohapin n'apparaît pas dans la base du CFF. »

Elle est néanmoins un élément incontournable puisqu'elle constitue un outil de mesure pour les instances pays des ressources mises à disposition de la lutte contre les feux (moyens humains, financiers). De plus, la CFF 988 a actuellement la volonté de systématiser l'acquisition de relevés GPS (départ de feux, enveloppe des zones brûlées) par les prestataires aériens qui sont déployées sur les feux afin d'augmenter la fiabilité et améliorer la précision des localisations géographiques des secteurs où les hélicoptères bombardiers d'eau interviennent.

Thème	Nom du champ	Description	Type	Source	Valeurs possibles/exemple
Localisation	Code_feux	Numéro unique servant de point d'entrée dans la BD et autre (BD presse), et pouvant relier plusieurs interventions	Texte	DTSI	Numéro du feu - date : exemple 2-2011
Moyens engagés (terrestre)	Prem_inter	Moyens de première intervention	Texte	SC	HBE, VEH SP, Patrouille, autres
	Nb_port	Nombre de porteur d'eau engagée sur l'intervention	Nombre	SC	
	CS_port	Origine des porteurs d'eau	Texte	SC	Liste des Centre de secours issus de la BDD (à mettre à jour?)
	Nb_CCF	Nombre de CCF	Nombre	SC	
	CS_CCF	Origine des CCF	Texte	SC	Liste des Centre de secours issus de la BDD (à mettre à jour?)
	Nb_FPT	Nombre de FPT	Nombre	SC	
	Cs_FPT	Origine des FTP	Texte	SC	Liste des Centre de secours issus de la BDD (à mettre à jour?)
	Nb_VL	Nombre de VL	Nombre	SC	
	Cs_VL	Origine des VL	Texte	SC	Liste des Centre de secours issus de la BDD (à mettre à jour?)
	Nb intO	Nombre de personnel Officier intervenant	Nombre	SC	
	Nb intSO	Nombre de personnel Sous	Nombre	SC	

		Officier intervenant			
	Nb_intR	Nombre de personnel du Rang intervenant	Nombre	SC	
	Or_inter	Origines du personnel intervenant	Texte	SC	Liste des Centre de secours issus de la BDD (à mettre à jour--> SC)
Suivi HBE	Type_HBE	Type d'HBE utilisé	Texte	SC	Petit porteur /Gros porteur
	Or_HBE	Origine HBE utilisé	Texte	SC	Province Nord/ Province Sud / Nouvelle-Calédonie
	stat_HBE	Lieux de stationnement des HBE, pour le suivi logistique	Texte	SC	Aéroport de MAGENTA, Aéroport de Tontouta/Autre....
	Nb_larg	Nombre de largage HBE	Nombre	SC	
	ordre_dec	N° ordre de décollage HBE indiqués sur l annexe II de la convention	Texte	SC	Prévoir un code : (Exemple 2-2011)
	pt_eau1	Point d eau utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points d'eau existant
	pt_eau2	Point d eau utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points d'eau existant
	pt_eau3	Point d eau utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points d'eau existant
	pt_eau4	Point d eau utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points d'eau existant
	Tmp_H1	Nombre d'heure entière globale sur Site (nombre entier)	Nombre	SC	1,2,3,4,5,....
	Tmp_M1	Nombre de minute complémentaire sur site,completeprécisément le temps et facilite le comptage globale du temps passer pour cette tache	Nombre	SC	0 à 59
	Tmp_H2	Nombre d'heure entière utilisée pour le ravitaillement en eau (nombre entier)	Nombre	SC	1,2,3,4,5,....
	Tmp_M2	Nombre de minute complémentaire pour le ravitaillement en eau, completeprécisément le temps et facilite le comptage globale du temps passer pour cette tache	Nombre	SC	0 à 59
Tmp_H3	Nombre d'heure entière utilisée pour le ravitaillement en carburant (nombre entier)	Nombre	SC	1,2,3,4,5,....	
Tmp_M3	Nombre de minute complémentaire pour le ravitaillement en carburant, complété précisément le temps et facilite le comptage globale	Nombre	SC	0 à 59	

		du temps passer pour cette tâche			
Pt carbu1		Point(s) carburant utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points carburants existant
Pt carbu2		Point(s) carburant utilisé, pour le suivi logistique	Texte	SC	Liste des points carburants existant
Indispo		Indisponibilité constatée	Texte	SC	Disponible/Indisponible
Année		Année d'intervention	Nombre	SC	2011, 2012

Tableau 2 : Description de la trame commune SC/APICAN/DTSI de recensement des feux

IV.1.1.c. Projet de création d'une chaîne de traitement 2008-2009

Un des objectifs recherché par le SC est d'obtenir une estimation fiable des superficies des zones brûlées annuellement sur les terres émergées de Nouvelle-Calédonie.

Pour atteindre ce but, trois pistes avaient été identifiés par la DTSI :

- L'approche terrain, qui consiste à lever sur le terrain les contours des surfaces brûlées à l'aide d'une solution SIG Nomade (Arcpad).
- L'approche semi-automatique qui consiste à utiliser de l'imagerie satellitaire (Moyenne et /ou haute résolution) récente afin d'estimer par photo-interprétation les contours des surfaces brûlées. L'idée était de récolter toutes les données (détection des points chauds issus de Modis et les données de déclaration de la SC) et de faire une acquisition d'images (Moyenne résolution ou THR) ciblée sur ces zones dans les quinze jours suivant les détections pour faire de l'estimation précise régulièrement tout au long de la saison. Cela permettait d'optimiser l'acquisition d'image et d'obtenir des estimations de surfaces plus pertinentes. Il a été envisagé, dans ce genre d'approche, de multiplier les sources de détections en ajoutant par exemple les points chauds de la station NOAA. Le projet a été stoppé à la demande de devis pour un projet Pilote.
- L'approche automatique qui consiste à exploiter les estimations des surfaces brûlées réalisées à l'aide du capteur MODIS. Cet aspect a été laissé de côté au vu de la taille des feux en Nouvelle-Calédonie.

Extrait du rapport « La saison feux de brousse 2008-2009 »

« Une version provisoire des produits (nommé MCD45A1) est disponible pour évaluation sur le serveur ftp de l'Université du Maryland ftp://ba1.geog.umd.edu (user/burnt_data)

La faible résolution spatiale (pixel de 500m) ne permet pas d'être précis et seuls les feux majeurs (en surfaces) décelables par cette méthode. »

IV.1.1.d. Etude interne sur la comparaison des données MODIS et des données de la Sécurité civile

Il faudrait essayer d'améliorer la remonté d'information concernant les feux de la sécurité civile en positionnant systématiquement (coordonnées DFCI) les départs de feux dans les BRQ (*Bulletin de Relevé Quotidien*).

Une analyse poussée des bases de données de points chauds MODIS permet d'écarter des points chauds systématiques pouvant être attribués avec certitude à des causes autre que les feux.

Synthèse :

Dans le cadre de la CFF988, une base de données des départs de feux est constituée et entretenue par la SC, l'APICAN et la DTSI. Cette base de données recense uniquement les feux portés à la connaissance des acteurs de la cellule feu.

Seulement 50% des feux de la base de données sont positionnables de manière géographique (point de coordonnées latitude/longitude ou référence au carroyage DFCI). Et seulement 10% des feux positionnés sont observés par le capteur MODIS (complémentarité des 2 bases de données).

Des projets d'automatisation et d'exploitation de données satellitaires ont été initiés sans suite à l'heure actuelle.

IV.1.2. Les centres d'incendie et de secours

Les différents entretiens ont permis de faire apparaître l'existence auparavant d'un Bulletin de Relevés Quotidiens (BRQ) qui était utilisé par les CSI afin de consigner les différents feux sur les communes. Ce document n'est plus usité en Nouvelle-Calédonie depuis approximativement 2007. On retrouve des éléments dans certains arrêtés en métropole qui fixe l'obligation au chef du détachement de le transmettre aux différentes autorités et centres opérationnels locaux.

Extrait de l'arrêté 2010-00469 relatif à la coordination des moyens d'interventions en cas de feux de forêts

« Dès l'engagement du détachement (colonne feux de forêts ou renfort urbain), le chef du détachement transmettra un Bulletin de Renseignements Quotidien qui sera rediffusé par le COZ Paris aux autorités zonales et aux différents centres opérationnels des SIS »

Il est important de noter ici que les CSI communaux sont les premiers intervenants sur les départs de feux et constituent donc un élément essentiel d'un dispositif de recensement des feux.

Chaque centre d'incendie et de secours développe en interne, selon ses besoins (par exemple : rendre compte à l'équipe communale des actions du centre), sa propre solution pour le recensement des feux dans les communes. Toutefois, le Haut-Commissariat de la République, peut, par demande écrite à l'intention des centres de secours, donner obligation au CSI de fournir un rapport synthétique des actions menées et les caractéristiques des milieux impactés.

Synthèse :

Il n'existe actuellement aucune obligation des centres d'incendie et de secours de transmettre les informations relatives à des départs de feux, feux naissant ou encore feux déclarés, s'ils n'ont pas besoin d'appui pour l'intervention. La déclaration se fait sur la base du volontariat par appel téléphonique au numéro unique du CFF 9888 pendant la saison des feux.

IV.2. Recherche scientifique sur la dynamique des feux en Nouvelle-Calédonie

La recherche scientifique s'est penchée sur les feux en Nouvelle-Calédonie depuis plus de 30 ans. Celle-ci fournit une base de connaissances de la dynamique des feux et des effets de ceux-ci sur les écosystèmes calédoniens.

IV.2.1. Le projet INC

IV.2.1.a. Description du projet

L'équipe de l'UMR ESPACE a été sollicitée dans le contexte du projet INC (INCENDIES ET BIODIVERSITE DES ECOSYSTEMES EN NOUVELLE-CALEDONIE). Il s'agit d'une ANR (Projet de recherche financé par l'Agence nationale de la recherche) coordonnée par Christelle Hély-Alleaume du CNRS.

Résumé :

La Nouvelle Calédonie est un haut-lieu de la biodiversité mondiale. Or, les feux d'origine anthropique croissent en nombre, fréquence et étendue, devenant un danger pour les populations et menaçant la

conservation des écosystèmes. Le projet INC a analysé les interactions entre écosystèmes, pratiques humaines, climat et incendies, et a développé un Système d'Information Géographique (SIG) pour suivre simultanément ces composantes dans l'espace et le temps. Forêts, maquis et savanes ont été analysés en termes de diversité (végétation et entomofaune) spécifique et génétique, structure et combustibles. Les pratiques humaines induisant des feux ont été étudiées via des enquêtes sur 2-3 paysages témoins de NC. Climat et météo ont été modélisés sur toute la NC pour produire un indice d'aléa du feu. Le régime de feu de chaque écosystème a été estimé par télédétection, et le comportement du feu modélisé. Toutes ces composantes seront intégrées dans un Système d'Information (SI) combinant le SIG à un modèle non linéaire dynamique pour modéliser le risque de feu sur la biodiversité de NC. Ce SI sera décliné en un système d'alerte opérationnel pour l'aménagement du territoire.

Pour plus d'informations sur le projet INC, les détails des partenaires et des « World package », lire le Compte-rendu de l'entretien avec l'équipe du projet INC.

IV.2.1.b. Constitution de deux bases de données historiques

Pour le projet INC, le capteur MODIS a été utilisé et notamment les produits « *Active fire* » et « *Burned area* ». L'US Espace a procédé en regroupant les feux détectés par MODIS pour obtenir un feu qui comprend une date de début, une date de fin, le démarrage du feu et la surface estimée (résolution de 500 m pour les « *Burned area* » et 1 km pour les « *Active fire* »). Une chaîne de traitement en continu a été réalisée dans le projet INC. L'emprise temporelle s'étend de l'an 2000 à aujourd'hui.

La deuxième base a été réalisée par le CEMAGREF (IRSTEA maintenant), il s'agit d'une emprise des feux améliorée par le capteur Landsat. Elle s'appuie sur la première base de donnée mais n'est ni automatisée, ni opérationnelle, elle s'arrête en 2011 ou 2012.

IV.2.1.c. Comparaison à d'autres sources de données :

L'unité espace a travaillé sur la comparaison de ces bases de données avec la base de données de la sécurité civile. Il n'a pas été trouvé de corrélation entre les différentes bases. Ils ont trouvé moins de ¼ de feux en commun entre les bases de données.

Une comparaison avec la base de données réalisée par le WWF sur la zone de Gohapin a été faite. Les feux relevés par le WWF sont trop petits (de l'ordre de l'hectare³) pour obtenir une corrélation avec la base MODIS qui détecte les feux supérieurs 10ha (points chauds) et cartographie les feux d'au minimum 25 ha (*burned area* - taille de 1 pixel).

IV.2.1.d. Les produits issus d'INC

A partir de l'expérience de cette base de données historique, neuf produits cartographiques ont pu être définis.

³Base de données WWF sur la zone de Gohapin, p. 37.

Le Tableau 3 en présente deux, jugés comme les plus aboutis issus de l'ANR INC, à destination du monde opérationnel. Deux indicateurs, rentrant dans la composition de ces deux produits finaux d'INC sont aussi décrits pour une meilleure compréhension.

Extrait du rapport réalisé par GIE océanide (GIE Océanide, 2012)

Certains produits sont statiques, avec une fréquence d'actualisation pouvant varier de 1 à 10 ans, et d'autres sont dynamiques, avec une fréquence d'actualisation quotidienne. Les produits statiques sont surtout des outils potentiels d'aide à la décision sur le long terme (aménagement du territoire, création de réserves, positionnement et dimensionnement des moyens d'intervention des pompiers,...). Les produits dynamiques sont avant tout destinés à la SC afin de leur donner les moyens d'accélérer et de renforcer leur capacité d'intervention en cas de risque d'incendie.

La résolution spatiale des différents produits est de 300 m sur l'emprise de la Nouvelle-Calédonie.

Un lien avec l'UNC (équipe informatique) vise à la mise à disposition de ces produits via une chaîne de traitement automatisée (CF. p. 45).

IV.2.1.e. Valorisation des produits du programme de recherche INC et orientation de ses résultats vers un dispositif opérationnel

Ce paragraphe est une synthèse du rapport de même nom rédigé par le GIE Océanide pour le compte de l'ANR INC (GIE Océanide, 2012).

Cette étude vise à transformer le prototype issu de la recherche en un système d'alerte opérationnel pour les décideurs publics.

La démarche de valorisation proposée se décline en deux volets :

- La caractérisation des produits dérivés et potentialités du prototype INC et une programmation technique et financière servant de tremplin à un outil opérationnel.
- Une mise en cohérence des résultats et produits INC avec les politiques publiques provinciales.

La méthodologie participative initiale à destination des acteurs institutionnels (Provinces Sud et Nord, Nouvelle-Calédonie) a été révisée au profit d'une concertation avec les acteurs scientifiques et techniques du programme INC.

Sont avancées les raisons suivantes :

- Une complexité technique d'un tel outil de modélisation,
- L'absence de directives des pouvoirs publics confrontés à une période charnière (transfert de compétence en cours).

Cette étude :

- propose un phasage vers un dispositif opérationnel d'INC (pré-test, test & optimisation),
- cible deux produits pour la phase de pré-test,
- propose un mode de transfert vers l'Université de Nouvelle-Calédonie,
- avance des pistes d'optimisation des différents produits.

Le transfert du prototype d'INC en direction de l'infrastructure de données de l'UNC a comme enjeu la mise en ligne de modèles connectés à une base de données dynamique.

Ce système repose sur une récupération automatique des données de météo France pour alimenter la base de données du modèle quotidiennement. L'ensemble du système prototype mis en ligne est accueilli par un serveur « R » qui tourne en temps réel. Le système est jugé « portable » et limite les contraintes techniques de l'UNC en tant que structure d'hébergement.

Produits INC	Objectifs	Entrée(s) du modèle	Sortie(s) du modèle	Mise à jour
<p>Modélisation de l'ignition / Probabilité d'ignition</p> <p>Lié à :</p> <p>Risque d'impact des incendies,</p> <p>Carte de probabilité de passage des feux.</p>	<p>Qualifier la distribution probable des départs de feu.</p>	<p>Les départs historiques,</p> <p>Les zones n'ayant jamais connu d'incendie,</p> <p>Le NDVI de Modis (Entrée dynamique),</p> <p>Les données physiques (MNT, pentes),</p> <p>Le climat avec les précipitations moyenne à 1km (modèle AURHELY),</p> <p>La météo journalière (Entrée dynamique),</p> <p>Indice de feu canadien adapté à la Nouvelle-Calédonie (L'indice forêt météo (IFM)).</p>	<p>Le modèle génère un risque d'incendie climatique à l'échelle des communes.</p>	<p>Actualisable tous les jours.</p>
<p>Carte potentielle de biodiversité</p> <p>Lié à Risque d'impact des incendies,</p> <p>Carte de probabilité de</p>	<p>Prioriser les actions. Il s'agit d'une couche d'enjeux à préserver du feu.</p>	<p>Ce potentiel de biodiversité est issu d'une combinaison:</p> <ul style="list-style-type: none"> - De l'indice de qualification du caractère d'endémisme : il s'agit d'une combinaison de l'estimation du taux d'espèces totales présente par rapport à la Nouvelle-Calédonie, d'espèces endémique et d'espèces endémiques spécifiques par unité 	<p>Le résultat est une carte de vulnérabilité des formations végétales face au feu.</p>	<p>Inconnue</p>

passage des feux.		<p>de surface,</p> <ul style="list-style-type: none"> - De l'indice de vulnérabilité basé sur la résilience de la formation face au feu, - D'un 3^{ème} indice par formation : il prend en compte la surface actuelle par rapport à la surface climacique de la formation. 		
<p>Risque d'impact des incendies</p> <p><i>Approche événementielle</i></p>	<p>Déterminer l'impact potentiel d'un feu de 8h par simulation de sa propagation.</p>	<p>La modélisation est basée sur FlamMap (Missoula Fire Sciences Laboratory) qui prend en entrée :</p> <ul style="list-style-type: none"> Topographie, Combustibilité, <p>Données météorologiques : données statiques en « moyenne forte » qui traduisent les conditions favorables au feu.</p>	<p>Le modèle propage le feu, selon la carte d'ignition à 300 m. Les sorties sont réalisées par pixel de 300m et donne la surface, l'intensité, la vitesse de propagation.</p> <p>La perte de biodiversité est alors calculée sur l'ensemble du feu simulé et ramené au point de départ du feu.</p> <p>Ces sorties donne une gamme de valeurs:</p> <ul style="list-style-type: none"> -0 signifiant : pas de feu ou pas d'impact sur la biodiversité, -Une forte valeur représente un fort potentiel de départ de feux ainsi qu'un fort impact environnemental. 	<p>Actualisable tous les 5 – 10 ans</p>
<p>Carte de probabilité de passage des</p>	<p>Qualifier la fréquence potentielle des</p>	<p>Cette modélisation est toujours réalisée à l'aide de FlamMap, qui génère 10000 feux de manière aléatoire. On obtient alors le</p>	<p>Le résultat est une carte de probabilité de passage des feux (notion de risque) qui est</p>	<p>Actualisable tous les 5 – 10 ans</p>

feux	feux.	nombre d'ignitions potentielles.	croisé avec la biodiversité (notion d'enjeux).	
<i>Approche temporelle</i>		Une amélioration de la modélisation a été réalisée en incluant la probabilité d'ignition. Le nombre de feux passant par pixel est calculé en multipliant le nombre d'ignitions par la probabilité d'ignition relative à chaque pixel.	Les zones où le feu passe avec une probabilité forte et qui héberge une biodiversité importante, seront les zones à surveiller de manière prioritaire.	

Tableau 3 : Synthèse des produits issus d'INC

Ce dispositif d'hébergement est qualifié de minimaliste mais s'accorde avec les contraintes financières et de temps du projet.

Des conseils sont donnés quant à la phase de test (GIE Océanide, 2012) :

- Suivi de la production cartographique du système à destination de météo France et la Sécurité civile. Cette étape a pour objectif de s'assurer de la bonne automatisation du système, garantie de :
 - l'actualisation des contenus,
 - de la validité des cartes,
 - de la prédiction des risques d'incendie,
 - Et donc de l'utilisation effective par es gestionnaires des risques d'incendie en N-C.
- Consultation ponctuelle et externe (retour utilisateurs). Il s'agit de vérifier l'usabilité des produits INC par les acteurs opérationnels (SC, brigades de pompiers, UNC et Météo France) qui selon les résultats pourra guider la phase d'optimisation.

En cas d'échec de la phase de test lié à des problèmes techniques, il est conseillé de s'orienter vers un autre partenaire hébergeur pour la chaîne de traitement.

Potentiel Organisme hébergeur	Avantages	Inconvénients
DTSI	<ul style="list-style-type: none"> • Instance gouvernementale • Capacité logistique, technique et humaine 	La mise ne place du dispositif peut être floue dans le contexte de transfert de compétence
Météo France	<ul style="list-style-type: none"> • Organisme public • Capacité technique/humaine • Transfert de compétence déjà établi 	Réticence à prendre en main un outil construit hors des protocoles MF
OEIL	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité technique/humaine • Motivation démontrée dans le suivi des incendies/ feux comme indicateur environnemental 	Eligibilité actuellement restreinte à l'échelle du territoire de la province Sud

Tableau 4: Synthèse des acteurs pouvant héberger la chaîne de traitement d'INC (GIE Océanide, 2012)

Synthèse :

L'OEIL peut s'inspirer de la démarche proposé par le GIE Océanide dans la phase de déploiement du prototype pour celui de son suivi de l'impact.

La démarche d'hébergement du prototype INC est une initiative bénévole de l'UNC. Son déploiement opérationnel n'est donc actuellement pas défini. L'OEIL se porte hébergeur du prototype pour un déploiement opérationnel au cas où rien ne serait entrepris en ce sens.

IV.2.2. L'impact des feux sur la végétation

En se basant sur le manque de données sur l'impact réel des feux, très différent selon la nature des biotopes concernés, l'IRD (ex-ORSTOM) a développé de nombreux sujets de recherche depuis les années 1990. L'IRD et l'IAC ont depuis pris le relais et continué à approfondir cette thématique.

Les aspects de dynamique de ces milieux vis-à-vis du feu ont été synthétisés en partie

Synthèse :

Basée sur les bases de données MODIS et WWF, la dynamique des feux présente une saisonnalité marquée avec un pic compris entre août et janvier (en moyenne au mois d'octobre). Un nombre important et méconnu de feux dont la taille est comprise entre 1 et 20 ha se produisent chaque année et ne sont pas détectés par les systèmes actuels embarqués par satellite. Les secteurs les plus impactés semblent être les savanes et savanes à niaoulis ; à l'inverse les maquis miniers et les forêts sont les moins touchés.

Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux de la Nouvelle-Calédonie, p. 23

IV.2.2.a. Sur substrats issus de roches ultramafiques

De part leurs originalités, les maquis et les forêts denses humides sur substrats ultramafiques ainsi que leurs dynamiques liées aux incendies sont de loin les formations les plus étudiées en Nouvelle-Calédonie, on peut citer (Enright et al., 1999), (Enright and Jaffré, 2001), (Jaffré et al., 1998), (McCoy et al., 1999), (McCoy et al., 1995), (Perry et al., 2001), (Veillon et al., 1999).

IV.2.2.b. Sur substrat volcano-sédimentaire

Les forêts sèches, étant l'une des formations les plus menacées à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie, ont aussi fait l'objet de quelques études notamment à travers le développement du programme des forêts sèches.

Les dynamiques des forêts denses humides sur substrats volcano-sédimentaires, bien qu'étant les plus importantes en terme de superficie, restent très peu étudiées mais a servi de base de recherche récente pour la thèse de Thomas Ibanez (Ibanez, 2012).

Extrait de la thèse de T.Ibanez :

Avant ces travaux de thèse, aucune publication à notre connaissance, n'y faisait référence. Même dans le document le plus complet concernant l'impact des incendies sur la végétation néo-calédonienne (Jaffré et al. 1997b), seuls les cas des forêts sèches et des forêts denses humides sur substrats ultramafiques ont été traités.

Cette thèse, en se focalisant sur les dynamiques forêts denses humides – savanes, ouvre ainsi un nouveau champ de recherche en Nouvelle-Calédonie. Outre l'étude des processus écologiques mis en jeu lors de l'expansion et de la contraction forestière, liés au régime et au comportement des incendies, cette thèse fournit une première description des communautés végétales caractérisant les différents stades de ces dynamiques.

Synthèse :

Les impacts des feux sur la végétation développée sur substrat ultramafiques ont été les plus étudiés et les plus documentés. Sur substrat volcano-sédimentaire, l'impact des feux sur les forêts sèches ont fait l'objet de quelques études alors que ceux relatifs aux forêts denses et humides sont encore actuellement très peu étudiées. A la suite de la thèse d'Ibanez, des premières études s'intéressent aux forêts humides et également aux savanes.

IV.2.3. Impact des feux sur la faune

L'interaction entre la faune et le feu est un domaine largement méconnu en Nouvelle-Calédonie.

Il n'y a par exemple pas de publication sur les migrations de la faune suite à un incendie. Les seules connaissances recensées sont l'impact des feux de brousse sur les fourmis invasives (Berman, 2012) et plus particulièrement la fourmi pionnière *Wasmannia auropunctata* mené par Hervé Jourdan & Jean Chazeau, (Jaffré et al., 1997). On sait que la fourmi électrique profiterait de l'ouverture du milieu pour le coloniser.

Synthèse :

Ce champ d'étude est méconnu en Nouvelle-Calédonie

IV.2.4. Perception & Usages du feu

Plusieurs études, liées en partie avec l'axe science humaine du projet INC, existe sur le territoire, on peut citer les études les plus récentes :

- Feu, ressources naturelles et territoires - Perceptions, usages et mode gestion -Etude de cas autour du massif de l'Aoupinié, Tribus de Gohapin, Goa et Pöoen Province Nord,(Udo, 2011).
- Le travail de thèse de doctorat en anthropologie de Marie Toussaint en cours (février 2011 – fin programmé en janvier 2014), sous la direction de P.-Y. Le Meur (anthropologue IRD/EHESS) concernant l'étude des rapports entre mutations des sociétés locales, pratiques du feu, politiques environnementales, incendies et biodiversité en Province Nord. Le financement Province Nordet INC, collaboration avec l'IAC.

Ces deux études s'attachent à l'analyse des influences humaines sur les interactions feu biodiversité à l'échelle locale de sites pilotes.

Synthèse :

Il est intéressant de consulter ces rapports dans le cadre de volet de sensibilisation des populations. Les interlocuteurs en lien avec ces travaux nous ont signalé la difficulté d'étendre les conclusions d'un site d'étude à un autre, mais ils restent néanmoins des sources essentielles permettant d'appréhender les différents usages liés au feu et les problématiques de gestion y afférent.

IV.2.5. Caractérisation des connectivités structurelle et fonctionnelle des paysages fragmentés sur sols ultramafiques.

Le projet CoRiFor fait partie des appels à projet du CNRT de 2011, le responsable du projet : Dr. Philippe Birnbaum (IAC/CIRAD/AMAP).

Ce projet n'a pas de volet en lien direct avec le feu. Il s'agit bien d'acquérir des connaissances sur la fragmentation d'un paysage où le feu est considéré comme une pression.

La démarche retenue consiste à confronter :

- 1) les composantes des peuplements au travers des espèces les plus communes et de leur capacité de dispersion
- 2) aux caractéristiques structurales du paysage fragmenté mesuré sur une grande superficie par les **méthodes de la télédétection.**

Le projet se déroule sur 36 mois de 2013 à 2015.

Extrait du résumé de CoRiFor

*Cependant qu'il s'agisse des phases de prospection ou d'exploitation, le passage des engins et le raclage de la surface fragmentent les paysages en unités de végétation qui se différencient notamment par leur biomasse et leur composition floristique. **Les incendies entretiennent cette fragmentation et***

constituent le principal frein à la reconstitution naturelle des continuités écologiques notamment dans les forêts du Sud (Munzinger et al., 2008).

La réhabilitation des continuums forestiers, ou corridors écologique, est devenue une préoccupation majeure des acteurs de l'industrie minière et des services de conservation des Provinces Nord et Sud.

Elle vise à transformer un paysage binaire en une unité forestière continue au travers de la restauration écologique. Plusieurs programmes, du génie civil ou écologique, participent ensemble au remodelage des terrains et à leur revégétalisation. Cependant du fait de la variabilité naturelle des groupements forestiers en lien avec celle des conditions environnementales, la principale difficulté pour mener correctement les programmes de revégétalisation concerne la sélection des groupements végétaux les plus adéquats pour permettre d'amorcer convenablement les étapes de la succession forestière (Lhuillier et al., 2010). La mise en place des corridors écologiques demande ainsi une connaissance préalable de l'organisation des unités de paysages en relation avec celle des conditions environnementales (Spaggiari et al., 2010).

Synthèse :

Le caractère opérationnel du suivi et des indicateurs ne nous permet pas d'envisager ces approches issues de CoRiFor pour l'instant. L'OEIL devra être attentif aux résultats de cette démarche afin d'incorporer les nouvelles connaissances dans son suivi.

D'autre part, cette étude, réalisée sur la végétation sur substrat ultramafique, doit être portée sur les autres types de milieu de la Nouvelle-Calédonie.

IV.3. Suivi des impacts, de la préservation et de la restauration des milieux

IV.3.1. WWF

Le WWF effectue un suivi des feux sur la zone de Gohapin dans un objectif de sensibilisation des populations mais aussi d'inventaire des zones impactées par le feu pour leur projet de restauration sur la zone.

La cartographie des feux sur la tribu de Gohapin s'étend sur 1an et demi (comprenant les feux de juin 2009 à novembre 2010), la méthode est basée sur un repositionnement a posteriori par un intervenant sur fond de carte topographique au 1/25 000ème. Elle a permis de relever près de 150 départs de feu.

Cette information a été numérisée par les chercheurs de l'IRSTEA dans le cadre du projet INC. Depuis, le WWF a fait aussi une cartographie de tous les sentiers et chemins d'accès.

Cette cartographie est intéressante et le WWF souhaite pouvoir la continuer. C'est un outil qui a un fort impact sur la perception des gens en tribu. Ils y sont sensibles car elle leur permet d'avoir une vision objective : un feu en faisant vite oublier un autre. Cet outil permet donc de faire un bilan annuel. Le WWF travaille depuis 10 ans sur la restauration, il montre en face de cet effort que des zones continuent de brûler.

Grâce le partenariat WWF - Gohapin, ils ont remobilisé la pratique des contrefeux pour protéger les plantations contre un feu menaçant. Sur cette base, il n'y a pas eu une seule intervention des pompiers sur les 150 feux.

Synthèse :

Le WWF a effectué un relevé des feux et des surfaces brûlées sur plus de 1 an des feux autour de la tribu de Gohapin. Les retours d'expérience sur l'exploitation de cette base de données (bilan annuel) montrent un impact fort sur la perception des populations des dégradations par les feux.

IV.3.2. Province Sud – Service conservation de la biodiversité – Martial Dosdane

Martial Dosdane travaille en tant qu'opérateur vidéo pour la DENV. Il survole des zones d'intérêts écologiques afin d'en prendre des vidéos (acquisitions duales infrarouge et HD) servant dans un but de communication mais aussi de surveillance des milieux.

Il n'y a pas de mission officielle existante sur le thème du feu, en lien avec la Caméra infra rouge. Mais initialement l'un des objectifs de l'achat de cette caméra était la détection de point chaud pour éviter les reprises de feux : un rôle d'appui à l'opérationnel.

M. Dosdane peut pointer les points chauds et envoyer les données GPS aux équipes en place au sol. Il peut superposer le point chaud (coordonné & altitude) avec des données de contexte afin de produire un support plus lisible par les équipes au sol.



Figure 14 : Capture écran des vidéo réalise par le capteur thermique de la Province Sud.

Il pointe essentiellement les points chauds en lisière de forêt. Cette détection permet d'envoyer les moyens adaptés sur le terrain.

Sur tous les incendies (en 3 ans d'expérimentation, une douzaine), lorsque la caméra thermique a été utilisée, il n'y a pas eu de reprise de feux.

Le déclenchement se fait sur demande de la sécurité civile (CFF988). Il n'y a à l'heure actuelle pas de routine mise en place, à cause des problèmes politiques de transition.

De plus, la location de l'hélicoptère pour la SC est très couteuse. La province intervient dans le cadre de sa compétence sur l'environnement de protection des milieux.

Synthèse :

Ce dispositif, notamment les acquisitions infrarouges, permet une analyse et un relevé des points chauds sur les secteurs incendiés de manière efficace.

Ce dispositif pourrait servir à produire des bases de validation dans le cadre de la phase de test lors de la mise en place du protocole de suivi de l'impact environnemental des feux.

IV.3.3. Province Sud – Service conservation de la biodiversité –Bureau expertise écologique (BEE)

La province sud intervient sur les feux naissant concernant son service de garde-nature.

Yann Éric Boyeau en 2005 a travaillé pour la province sud sur la sensibilité des feux lié à l'anthropisation (route, habitat) couplé avec des notions sur des intérêts écologiques, le tout agrégé sur le carroyage DFCI (Arborescence, 2005).

Extrait du rapport :

Arborescence. Inventaire, cartographie et typologie des Sites d'Intérêt Biologique et Écologique en Province-Sud - Analyse spatiale de l'impact des feux par type de milieux naturels en Province Sud: Direction de l'Environnement - Province Sud, 2005.

Cette étude se compose de deux étapes.

Dans un premier temps nous constituons, à partir de sources de données hétérogènes une carte des priorités de conservation des milieux naturels de la Province Sud de la Nouvelle-Calédonie.

*Deux types de difficultés sont traités, d'une part l'obtention d'une couche d'information unique et sa typologie associée et d'autre part l'aspect topologique et géométrique des entités. Notre travail conduit à l'obtention **d'une carte des milieux naturels de la province sud nécessaire préalable à l'établissement des priorités**. Celles-ci sont établies de façon consensuelle et évolutive. Ces priorités sont traduites dans une carte facile à mettre à jour avec l'acquisition de nouvelles données.*

Dans un second temps nous cherchons à estimer la menace incendie pesant sur les milieux naturels définis au préalable.

Nous cherchons tout d'abord à obtenir toute information relative au recensement des feux sur le Territoire, nous traitons en particulier de la détection de points chauds à partir de l'imagerie satellite NOAA et MODIS.

*A partir de données de localisation des feux, nous procédons à différents types d'analyses spatiales par rapport aux milieux naturels dans une perspective opérationnelle. **Les priorités de lutte contre l'incendie sont définies.***

*Ce travail conduit à démontrer l'intérêt des données spatialisées sur les feux. Il propose de mettre en **place un SIG "feux de brousse" partagé entre tous les acteurs concernés par cette problématique***

Mais la plupart de ces produits cartographiques, selon le BEE, n'a pas été exploité par la sécurité civile. Les milieux opérationnels n'étaient pas intéressés par les informations sur les priorités de lutte. Dans un contexte de feu déclaré, seule la couche d'intérêt environnemental était pertinente pour l'organisation de la lutte.

Cette information est disponible (mosaïque des milieux de la province sud) mais la problématique est le seuillage pour des besoins opérationnels. Le BEE pointe la problématique du seuillage qui génère des zones à conserver trop énorme. Le BEE essaie d'affiner selon les nouvelles connaissances du micro-endémisme par exemple. Le BEE ne fait pas de priorisation sur ces zones, les pompiers ont la décision finale.

LE BEE n'a pas de projet en cours sur le thème du suivi environnemental des feux, il intervient lors de point focaux (feux naissant et suivi du milieu sur le long terme).

Synthèse :

Une première approche similaire à INC a été effectuée dès 2005 par la Province Sud. La démarche étant la même pour ces deux projets : Création des produits puis confrontation avec les utilisateurs du monde opérationnel.

IV.4. Synthèse des données recensées

L'ensemble de ces travaux a permis la mise en place de données intéressant la thématique des feux et plus particulièrement l'impact environnemental des feux.

Il ressort clairement de cette compilation que les données existantes sont hétérogènes en termes de constitution, sources, temporalité, précision, échelle, degré de confiance par rapport à la validation réalisée.

Le recensement effectué ici ne prend pas en compte les bases de données propriétaires des industriels (VALE, SLN, Petits Mineurs) et des bureaux d'études.

Thème	Dénomination	Gestionnaire / créateur	Echelle / résolution	Commentaire
Départ de feux	Base de données feux	DTSI DTSI/APICAN/SC	1/4 000 000 2 km	Ne comprend que les feux déclarés à la Cellule Feux La localisation est approximative (GPS à N° de carroyage DFCI)
	Points chaud MODIS	NASA	1/2 000 000 1 km	Points chauds détectés par le capteur MODIS 4 fois par jour Détection des feux généralement > 13 ha Plusieurs points peuvent correspondre à un seul feu
	MODIS II	ANR INC	1/2 000 000 1 km	Points chauds détectés par le capteur MODIS Mise à jour quotidienne Détection des feux généralement > 13 ha 1 point correspond à 1 feu
Surfaces brûlées	WWF	WWF WWF	Non renseignée	Ne concerne que le secteur de Gohapin Les méthodes d'acquisition de l'information ne permettent pas une qualification / quantification de la précision des mesures tant en terme de localisation que de précision des contours
	MODIS II	ANR INC	Non renseignée	Enveloppe des surfaces brûlées dérivées de la base de données MODIS II La qualité / précision spatiale de l'information n'est pas connue
	IRESTA	ANR INC	1/60 000 30 m	Enveloppe des surfaces brûlées dérivées de la base de données MODIS II améliorées par des données Landsat
Végétation	Occupation du sol	DTSI DTSI	1/25 000 10 m	Base de données de l'occupation des sols à partir des couvertures SPOT de 2004 -2008 Réalisée à partir d'une méthode orientée objet
	Mode d'occupation des sols	OEIL OEIL	1/50 000 6.5 m	Base de données des modes d'occupation des sols en 1998, 2002, 2006 et 2010 à partir de données RapidEye, Landsat et SPOT Réalisée par Photo-interprétation
	Typologie de	DENV	1/50 000	Base de données de la typologie de la végétation

	la végétation	DENV		Composite de plusieurs sources d'information à différentes échelles, différents modes d'acquisition et différentes sources.
	Biodiversité potentielle	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	Cette carte est réalisée à partir de la Base de données (BDD) d'occupation du sol de la DTSI. Elle prend en compte les formations remarquables : la forêt sèche et les formations endémiques La validation a été réalisée avec les données de l'herbier de Nouvelle-Calédonie.
	Hotspots de micro-endémisme	IAC	1/4 000 000 2 km	Donnée issue de l'herbier de Nouvelle-Calédonie
	Zones potentielles de micro-endémisme	IAC IAC	1/4 000 000 1 km	Modélisation des zones potentielle de micro-endémisme
	Probabilité de passage des feux	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	Modélisation sur le long terme du passage répété des feux Basé sur le modèle FlamMap à partir des sources d'ignition calibrée sur une carte de probabilité des départs de feux Actualisation tous les 5 à 10 ans
Autre	Modélisation de l'ignition / Probabilité d'ignition	IRD ANR INC	Discret	Le modèle génère un risque d'incendie climatique à l'échelle des communes. Actualisable quotidiennement
	Risque d'impact des incendies	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	Perte de biodiversité par feu simulé pour chaque pixel et ramené au point de départ du feu.

Tableau 5 : Données existantes

De plus, ces bases de données présentent un intérêt variable au regard :

- de la représentativité du recensement des feux, départ de feux et surfaces brûlées ;
- de l'impact sur les écosystèmes calédonien.

Le tableau suivant présente la pertinence des données existante par rapport à la thématique du suivi de l'impact environnemental des feux. La pertinence prend en compte l'échelle de la donnée, la qualité thématique de la donnée, la précision des données (échelle, base scientifique, rigueur des levés), l'aspect systématique de l'acquisition des données et si la données présente un caractère unique lui conférant une valeur particulière dans le cadre d'un tel suivi (donnée unique sur un thème particulier, donnée innovante, etc.).

Thème	Dénomination	Gestionnaire / créateur	Echelle / résolution	Pertinence pour le suivi des feux	Explication
Départ de feux	Base de données feux	DTSI DTSI/APICAN/SC	1/4 000 000 2 km	++	Base de validation Doit être complétée
	Points chaud MODIS	NASA	1/2 000 000 1 km	+	Base de données représentative de la dynamique des feux
	MODIS II	ANR INC	1/2 000 000 1 km	+	Base de données représentative de la dynamique des feux Un point correspond à 1 feu
Surfaces brûlées	WWF	WWF WWF	Non renseignée	++	Base de connaissance en contexte local
	MODIS II	ANR INC	Non renseignée	--	Qualité insuffisante Validation insuffisante
	IRESTA	ANR INC	1/60 000 30 m	---	Validation insuffisante Non représentative
Végétation	Occupation du sol	DTSI DTSI	1/25 000 10 m	--	Grand type d'occupation des sols. Comprends les formations d'intérêt (savane, maquis ouvert, forêts) à un niveau de détail insuffisant
	Mode d'occupation des sols	OEIL OEIL	1/50 000 6.5 m	--	Grands types de paysage Ne fait pas de distinction sur les différents maquis minier La savane est confondue avec les fourrés (sans distinction entre savane, savane à niaoulis, etc.)
	Typologie de la végétation	DENV DENV	1/50 000	--	Grands types de végétation Comprend une distinction des différents types de maquis (ligno-herbacés notamment) Améliorer l'homogénéité de la donnée
	Biodiversité potentielle	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	++	Donnée unique de connaissance du milieu
	Hotspots de micro-endémisme	IAC IAC	1/4 000 000 2 km	+	Donnée unique de connaissance du milieu Echelle inadaptée
	Zones potentielles de micro-endémisme	IAC IAC	1/2 000 000 1 km	++	Donnée unique de connaissance du milieu
Autre	Probabilité de passage des feux	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	++	Priorisation des secteurs de suivi Doit être amélioré
	Modélisation de l'ignition / Probabilité d'ignition	IRD ANR INC	Discret	-	Domaine de l'opérationnel Intérêt pour la modélisation du risque d'impact

Risque d'impact des incendies	IRD ANR INC	1/600 000 300 m	+	Priorisation des secteurs de suivi Doit être amélioré
-------------------------------	----------------	--------------------	---	--

Tableau 6 : Pertinence des données existantes dans le cadre du suivi de l'impact des feux

Synthèse :

Il existe d'ores et déjà des bases de données susceptibles de fournir des informations pertinentes dans le cadre du suivi environnemental des feux. Des bases de données de localisation des feux existent mais celles-ci ne sont pas concordantes et leur complémentarité n'est actuellement pas avérée. La base de donnée de la Cellule Feux CFF988 se limite aux feux déclarés. La base de données MODIS (Points chauds ou MODIS II) est automatisée et systématique : les biais et omissions sont connus et estimés. Le système mis en place à l'aide de données MODIS est intéressant par son caractère automatique mais ce type de base de données automatisée par satellite doit pouvoir être validée et complétée par les feux relevés par la Cellule Feux CFF988.

Les données concernant les surfaces brûlées sont lacunaires. Il n'existe à l'heure actuelle aucune base de donnée précise des surfaces des feux permettant une exploitation pour le suivi de l'impact environnemental des feux : soit les données sont globales et trop imprécises (MODIS II), soit les levés sont précis mais localisés à un secteur sur une période donnée (base de données WWF).

Concernant les données de caractérisation environnementale et au vu de l'état des connaissances actuelles sur l'impact des feux, les bases de données typologiques de la végétation actuellement disponibles chez les organismes recensés sont actuellement insuffisantes. Seule la base de données proposée par la Province Sud propose une typologie assez fine pour prendre en compte les types de végétation pertinents dans le cadre du suivi de l'impact environnemental des feux (maquis ligno-herbacé, différents types de savanes, différents types de forêts).

Enfin, le projet INC a permis le développement d'une couche de données géographiques pertinentes pour l'analyse des impacts des feux concernant la biodiversité potentielle. Ces données sont probablement à affiner mais sont les seules actuellement disponibles sur cette thématique particulière.

IV.5. Plateformes d'intégration

IV.5.1. OEIL

L'objectif de l'OEIL est de faciliter l'accès aux données existantes sur les feux au travers de plusieurs supports applicatifs :

- une cartographie dynamique simplifiée montrant l'évolution temporelle des feux depuis 2000. Elle est accessible depuis la page décrivant la menace « Feu » sur le site Internet <http://www.oeil.nc/fr/cause/cause-feu>
- l'application « Cartoexpert » (<http://geoportail.oeil.nc/cartoexpert>) qui constitue un SIG simplifié et permet à chaque internaute de construire ses propres cartes. Les données relatives aux feux à disposition de l'internaute sont les suivantes :
 - surfaces brûlées depuis 2000 réalisées par l'IRD à partir des données MODIS
 - points de départ de feu depuis 2001, mis à jour quotidiennement, issus d'une chaîne de traitement de l'IRD à partir des données MODIS
 - prédiction moyenne du risque d'incendie issu du modèle FlamMap exploité par l'IRD



- l'application « Vulcain » (nom provisoire), en cours de développement, constituera un site spécifique dédié à l'impact environnemental des feux. Il permettra de croiser les surfaces incendiées, zones d'intérêt écologique (végétation, micro endémisme, ZICO,...) et d'établir des statistiques sur des périmètres définis par l'utilisateur (administratif, saisie libre, aires protégées).

Il est envisagé, dans un deuxième temps, une déclinaison sur terminaux mobiles.

Extrait du dossier de consultation : Guichet cartographique « suivi de l'impact environnemental des feux »

Le guichet de suivi des feux présentent des cartes, graphiques et tableaux relatifs aux feux. Il permet de mieux comprendre l'impact des feux sur le territoire, les différents milieux, les zones de micro-endémismes, les zones prioritaires en termes de conservation, les zones importantes pour les oiseaux (IBA), etc.

Dans le site suivi des feux, l'utilisateur peut choisir la zone sur laquelle il veut obtenir des statistiques: commune, province ou zone dessinée manuellement à l'écran. Il peut aussi choisir de restreindre les statistiques à une certaine plage de dates.

Il s'agit donc d'afficher des statistiques résultats d'une intersection spatiale entre plusieurs couches :

- *couche géographiques des départs de feux (par année) ;*
- *couche géographiques des surfaces brûlées (par année) ;*
- *couche géographique thématique (occupation du sol, IBA, zones prioritaire de conservation, etc.) avec une restriction spatio-temporelle éventuelle en fonction des choix de l'utilisateur.*



Figure 15 : Visuel du guichet cartographique « suivi de l'impact environnemental des feux »

A noter que l'OEIL a développé une application « Paysage pour tous » (<http://geoportail.oeil.nc/paysage>) dédié au suivi de l'évolution du mode d'occupation du sol qui permet de s'appuyer sur des contours administratifs ou sur une saisie libre pour disposer de statistiques sur un secteur donné. Elle peut aujourd'hui être utilisée pour connaître le type de paysage impacté sur une zone incendiée préalablement identifiée.



L'ensemble des applications de l'OEIL repose sur des applications ArcGIS / ArcGIS server dont l'hébergement est effectué sur BBS / Amazon.

Synthèse :

La plateforme de l'OEIL est ouverte au public et propose un ensemble d'outils d'analyses géographiques et thématiques servi par des applications généralistes ou dédiées. Dans le cadre d'un suivi de l'impact environnemental des feux, le portail de l'OEIL pourra être un outil pertinent de sensibilisation des populations et des décideurs à l'impact des feux.

IV.5.2. DTSI & CFF988 : l'application DFCI

Il s'agit d'une application Arc Reader 10.0 (Gamme Esri) accompagné de 5.5 Go de données thématiques, orientées pour la gestion opérationnelle du feu. Les installations sont en place depuis le 20 Septembre 2012 sur plusieurs postes de la CFF988, dans les locaux du Haut commissariat.

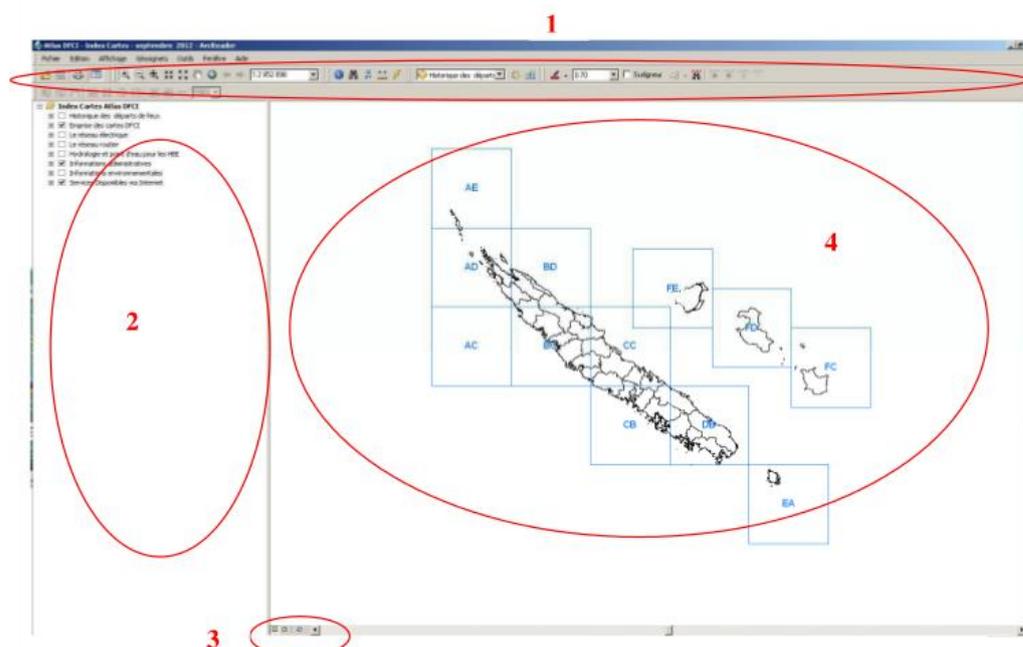


Figure 16 : Les différents éléments de l'application DFCI

On trouve au sein de cette application les informations identifiées par la SC et l'APICAN :

- Historique des départs de feux (Détection MODIS à 24H et 48H, Saison 2011-2012 : Les départs de feux, Saison 2011-2012 : Les surfaces brûlées, Les saisons précédentes : Les départs de feux),
- Emprises des cartes DFCI,
- Le réseau électrique,
- Le réseau routier,
- Hydrologie et point d'eau pour les HBE,
- Informations administratives,
- Informations environnementales,
- Des fonds de plan image, de cartographie et de relief.

Les données à venir :

- Carte de probabilité de micro-endémisme à maille de 2 km² issu du travail d'A. Wulff (Wulff, 2012). La DTSI a généralisé en quatre classes simples afin de répondre aux besoins d'opérationnalité de la SC,
- Produits Météo France Prévilleu.,
- La position des HBE, Historique et temps réel (Via les compagnies Hélico),
- L'Historique des détections de feux par satellite (Historique depuis les années 2000).

Synthèse :

L'application DFCI est un outil défini pour exploitation en opérationnel sur feux. Dans le cadre du suivi de l'impact environnemental des feux, cette application pourra :

- servir pour la constitution de données sources tels que la localisation des départs de feux ;
- être mise à jour par des analyses issues du suivi de l'impact des feux concernant les informations environnementale et d'impact potentiel des feux.

IV.5.3. Plateforme environnementale de Yaté

La plateforme environnementale de la commune de Yaté, est le fruit d'une collaboration entre la commune et la société Bluecham depuis 2009. Elle permet à la mairie de Yaté de s'approprier les données de son territoire et notamment les données issues du spatial. Cette plateforme d'aide à la décision en environnement leur permet sur la thématique de feux :

- D'avoir à disposition les feux des dernières 24h, 48h, 7jours, 30 jours et 1 an sur la commune détecté par satellite,

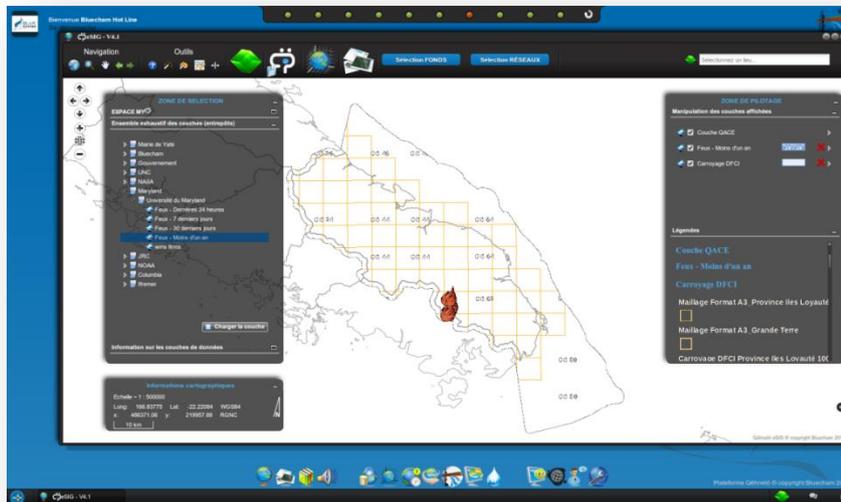


Figure 17 : Module ESIG permettant d'accéder à la détection des derniers feux

De pouvoir cartographier les feux a posteriori par le centre de secours et d'incendie,



Figure 18 : Cartographie d'un feu sur la commune de Yaté

- Ou encore d'avoir accès à des indicateurs des milieux impactés par les feux (proportion des classes d'occupation du sol potentiellement affectées par l'événement feu).

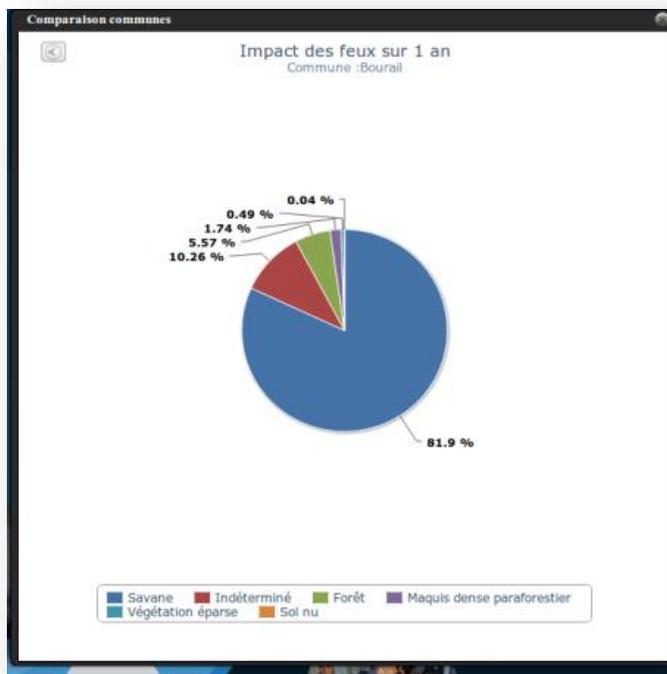


Figure 19 : Visuel de l'indice des milieux impactés.

Synthèse :

La plateforme environnementale telle que celle de Yaté est orientée vers les besoins des décideurs au travers d'applications dédiées. Les données à valeur ajoutées issues du suivi de l'impact environnemental des feux pourraient être valorisées auprès des collectivités territoriales au travers de ce type d'outil. L'accès aux informations et données issues du suivi pour ce type d'application doit être défini.

Chapitre V - Positionnement et besoins des partenaires sur le projet

Cette partie reprend de manière synthétique l'analyse des besoins exprimés lors des entretiens ainsi que les moyens humains et organisationnels en place chez les partenaires du projet sur cette thématique.

V.1. Organisation des acteurs

Les acteurs interviewés placent leurs actions à différents moments du cycle du risque feu. Une première constatation importante est que seuls la Sécurité Civile dans le cadre du plan ORSEC, l'APICAN et la DTSI se positionnent sur la phase post-événement de mesure des impacts et de retours d'expérience.

Les communes, par les PCS, DICRIM et les CSI interviennent sur trois phases majeures du risque à l'échelle de la commune : la prévision des feux, la lutte contre les feux et la prévention des feux. Il n'existe à l'heure actuelle aucune obligation pour les communes d'intervenir sur la mesure des impacts.

La cellule feu CFF988, activée durant la saison administrative des feux, se positionne également sur les phases de prévision et de lutte mais également sur la phase post-événementielle. Cependant, leur intervention est limitée aux feux dont la connaissance leur est portée et lorsque celle-ci intervient sur le terrain (feu de forêt non maîtrisable ou développé sur plusieurs communes, feu catastrophique).

Le rôle des Provinces (différents entre la Province Sud et la Province Nord) se positionne essentiellement sur la phase de prévention du risque par la mise en place de mesures réglementaires (code de l'environnement).

Enfin les organismes de recherche travaillent actuellement sur les phases de prévision des feux et de prévention des feux afin d'apporter de nouvelles connaissances et produits au monde opérationnel.

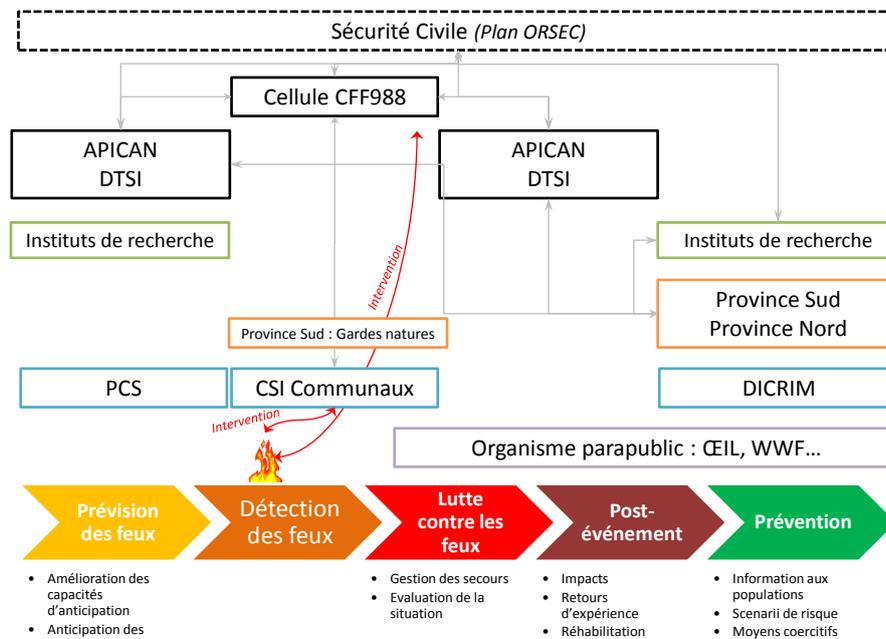


Figure 20 : organisation des acteurs autour du plan ORSEC

Trois interactions, dans l'articulation du plan ORSEC décrit ci-dessus, ne sont pas représentées.

La province sud peut intervenir sur feux « naissant » de part son service de garde –nature et de part son rôle de protection des milieux.

Les ONG ont de fait une implication lors de la lutte contre les feux (Feux de la montagne des sources en 2005, Feux du creek Pernod en 2012) et dans le Post-Evénement (présence lors des retours d'expérience ou alors pour des projets de réhabilitation : WWF Gohapin, WWF Dumbéa) aussi bien que dans la prévention. Ces acteurs incontournables représentent une force d'intervention non négligeable en cas d'incendie catastrophique ou encore pour la sensibilisation des populations et des politiques (lobbying). Ils sont donc de plus en plus intégrés dans la démarche ORSEC.

Le service de Météorologie de Nouvelle-Calédonie développe des outils de prévision (produit Prévifeu, présenté en Figure 12) en appui à la CFF988 et peut être dans un deuxième temps porté à connaissance du public.

Les ressources humaines attribuées à l'analyse de l'impact environnemental des feux est faible : au total deux personnes seulement ont été recensées, un seul poste pérenne dans le milieu opérationnel de lutte contre les feux (1 à la DTSI, et 1 à l'IRD).

Synthèse :

La phase d'analyse post-événement, permettant d'analyser les impacts et les retours d'expérience, n'est actuellement la prérogative que de trois acteurs (SC coordinateur du plan ORSEC, la DTSI et l'APICAN) et dans le cadre d'une action limitée aux feux dont ils ont connaissance par la mobilisation de moyens pays (CFF988, appui de lutte par bombardier d'eau).

Le positionnement des acteurs se décompose également en deux groupes :

- les acteurs opérationnels de lutte contre les feux (Communes, SC) et le groupement opéré lors de l'activation de la cellule feu (SC, APICAN, DTSI) ;
- Les acteurs de la prévision, réhabilitation et prévention, utilisateurs de ces retours d'expérience des opérationnels de terrain, pour la mise en place de mesures réglementaires, d'actions de sensibilisation, de restauration de sites ou encore de projets de recherche. (Communes, Provinces, Instituts de Recherche, ONG...)

Par l'initiation d'un suivi de l'impact environnemental des feux, l'OEIL souhaite se positionner de manière transversale à ces domaines d'intervention en proposant :

- d'améliorer la connaissance des feux ;
- d'évaluer l'impact environnemental des feux.

D'un point de vue organisationnel, aucun acteur n'est spécifiquement positionné sur la thématique de l'impact environnemental. L'OEIL peut constituer un point focal sur cette thématique dans le dispositif.

L'ensemble des informations produites doivent être partagées avec les différents acteurs pour leur utilisation dans le cadre de leur prérogative. Dans la phase opérationnelle du suivi, l'OEIL peut également se positionner en tant que structure mettant à disposition des ressources informatiques et géomatiques pour la maintenance et la diffusion grand public des informations issues du suivi. La question de la pérennisation d'un dispositif opérationnel au sein d'une association devra alors être posée.

V.2. Les attentes remontées lors des entretiens

Cette analyse intègre les besoins exprimés lors des entretiens des acteurs mais également ceux évoqués par l'OEIL. Chaque acteur ayant fait remonter des besoins très spécifiques à leurs actions et prérogatives, ceux-ci ont été regroupés selon des grands thèmes : localisation des feux, surfaces et impact des feux, données environnementales, indicateurs dérivés, autres. En effet, dans le cadre de l'évaluation de la faisabilité d'un tel suivi, la simplicité du dispositif est un élément essentiel permettant d'être flexible pour répondre à des besoins multiples tout en optimisant le coût et le fonctionnement du protocole.

Les entretiens semi-ouverts ont permis de faire apparaître deux types d'attente de la part des interviewés :

- Les besoins exprimés en termes de suivi de l'impact environnemental des feux ;
- Les usages d'un tel suivi dans leur domaine de compétence.

Le projet de suivi environnemental des feux a suscité un engouement certain de la part des personnes rencontrées : 100 % des interviewés exprime au moins un besoin concernant un tel suivi.

V.2.1. Les besoins

Les besoins exprimés peuvent être classés en quatre catégories :

- Localisation géographique des feux (latitude/longitude ou carroyage DFCI) ;
- Surfaces brûlées et impacts des feux (les deux ne pouvant être dissociés) ;
- Données environnementales améliorées ;
- Indicateurs dérivés ;
- Autres.

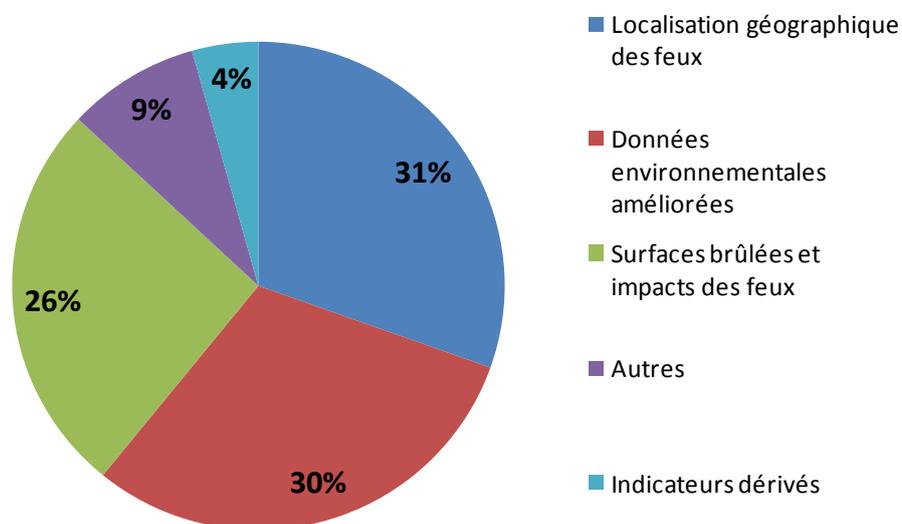


Figure 21 : Graphique synthétique des besoins exprimés

Les besoins principalement exprimés concernent d'abord une meilleure localisation des feux ; ce besoin émanant de différents types d'acteurs (DTSI, Sécurité Civile, APICAN, ESP, WWF, IMBE, Province Sud, OEIL). Parmi les acteurs demandant une meilleure localisation des feux, une différence peut être apportée entre :

- le milieu opérationnel (DTSI, SC, APICAN, EPS) dont le besoin est une localisation (par point) la plus exhaustive possible pouvant être exploitée avec le carroyage DFCI, et;
- la Province Sud, associations environnementales et instituts de recherche qui expriment plutôt le besoin de connaître l'occurrence des feux (analyse des points de localisation).

Un besoin remonte également très nettement concernant l'amélioration des données de caractérisation environnementale pour leur exploitation sur la thématique feu. Ce besoin, dans sa conception, varie selon les acteurs :

- Données de priorisation binaire indiquant une nécessité de préservation face aux feux pour les opérationnels (DTSI, SC) ;
- Connaissance fine du milieu (géologie, topographie, occupation du sol, biodiversité, connectivité écologique, micro endémisme). De manière récurrente, la connaissance fine de la végétation, soit en suivant la nomenclature de Jaffré (1997) et par le biais de base de données géographique précise (1/5000) - APICAN, WWF, OEIL -, soit en focalisant sur des écosystèmes d'intérêt (Zones de transition végétale, zones de revégétalisation) - WWF, CEN, Province Nord, OEIL.

Un quart des besoins exprimés concerne l'estimation des surfaces brûlées et des impacts des feux sur l'occupation des sols en général (APICAN, ESP, CEN, IAC, IMBE, OEIL). Ce besoin n'est pas majoritairement exprimé par les opérationnels de lutte contre le feu mais plutôt par les associations environnementales et les instituts de recherche. L'APICAN et l'ESP souhaitent également cette estimation dans le cadre de retour d'expérience et de sensibilisation des politiques et des populations. Parmi les besoins exprimés en termes d'impact, beaucoup concerne l'estimation de l'ensemble des surfaces qui ont brûlés (estimation globale). D'un point de vue opérationnel, la Sécurité Civile est intéressée de connaître les lisières de forêt impactées.

Le WWF exprime le besoin d'accéder à une vision globale de l'impact des feux afin de hiérarchiser les zones prioritaires de revégétalisation à l'échelle du bassin versant. Ce besoin se positionne plutôt dans le cadre d'indicateurs dérivés du suivi environnemental.

Enfin, l'IAC/province Nord (service « **impact environnemental et conservation** ») ont exprimé deux besoins spécifiques (autres) : accéder d'abord à une connaissance plus précise de la raison des feux (accéder à la cause des feux, au « pourquoi ? ») et une meilleure connaissance de l'écologie des feux. Un suivi de l'impact environnemental des feux permettrait d'apporter des données et connaissances manquantes sur ces deux sujets.

V.2.2. Les usages

L'utilisation des données et analyses issues d'un suivi de l'impact environnemental des feux est variée. De manière globale, une majorité d'acteurs envisagent des utilisations en "soutien" de mesures opérationnelles. Parmi celle-ci, nous pouvons mentionner :

- Aide à la définition des zones de brûlage préventif (APICAN, SC) ;
- Aide pour l'instruction de dossiers réglementaires (obligation des propriétaires, mesures compensatoires pour les industriels, dossier mine - Province Sud) ;
- Sensibilisation des décideurs et les populations (WWF, APICAN, OEIL).

Les usages dans les phases de prévision et prévention ont également été largement mentionnés (APICAN, ESP, WWF). Dans le cadre de la sécurité civile et de l'école des pompiers de Païta, l'utilisation d'un tel suivi pour l'analyse des actions menées, la formation des pompiers (cas d'étude) et les retours d'expérience ont été exprimés.

Enfin, le WWF souhaite pouvoir utiliser les résultats d'un tel suivi :

- dans ces actions de restauration des milieux ;
- pour évaluer la fragmentation de la savane (idem IAC, T. Ibanez) ;
- pour évaluer la perte de la structure arborescente des forêts (idem IAC, T. Ibanez).

Synthèse :

Les besoins exprimés mettent essentiellement en avant une exploitation des résultats d'un suivi environnemental pour améliorer leurs actions ou développer de nouvelles actions dans le cadre de leurs implications actuelles.

De ce fait, le suivi de l'impact environnemental des feux en tant que tel reste le besoin central de l'OEIL et dont les retombées bénéficient à des postes déjà identifiés par les acteurs concernés par les feux.

Aujourd'hui, les principaux besoins concernent une amélioration des données de base sur les feux (localisation) et sur l'environnement (végétation, endémisme) dont :

- la précision thématique ou spatiale ne permet pas d'être exploitée de manière opérationnelle pour leurs actions ;
- la qualification (contrôle qualité, généalogie et sources) rend leur application sujette à discussion.

Chapitre VI - Définition des différentes composantes du projet de suivi des impacts environnementaux

L'objectif de cette partie est d'obtenir une description globale du suivi de l'impact environnemental. La définition et la description précises et exhaustives des éléments techniques et des indicateurs sont l'objet des lots 2 et 3. Cette partie permet de présenter les directions stratégiques et techniques du suivi environnemental de l'impact des feux.

VI.1. Macroanalyse

La priorisation des besoins exprimés fait ressortir une première structuration du suivi environnemental des feux. Celui-ci doit :

1. Localiser précisément les feux,
2. Améliorer les données de caractérisation environnementale disponibles et notamment concernant la végétation afin de prioriser les enjeux de conservation
3. Estimer les surfaces et impacts des feux.

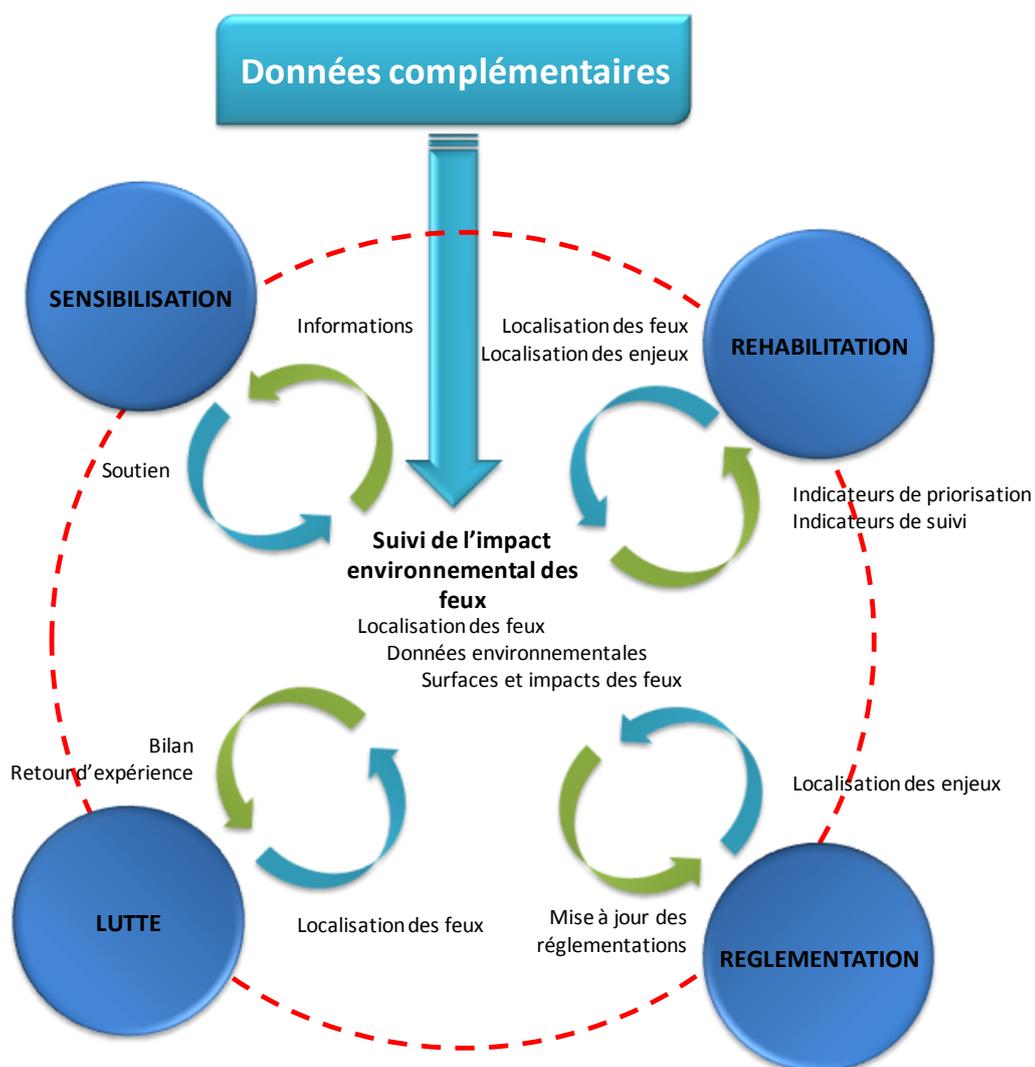


Figure 22 : Graphique de synthèse des interactions du suivi de l'impact environnemental des feux avec les compétences des acteurs rencontrés.

Ces besoins placent au centre du dispositif la connaissance des événements feux et la précision des données environnementales.

Le frein principal exprimé par l'ensemble des acteurs interviewés met en exergue la nécessité de connaître le degré de confiance et de validité du suivi de l'impact environnemental des feux. Pour cela, la mise en place opérationnelle du suivi doit impliquer les acteurs, tant dans les étapes de réalisation du suivi que d'exploitation des résultats pour leurs prérogatives et actions. De plus, une caution scientifique doit être apportée au suivi afin d'en faire un outil exploitable pour les instituts de recherche, les organismes réglementaires et les ONG.

La mise en place d'un tel dispositif peut permettre à chaque acteur de participer au suivi afin d'en tirer une information à plus haute valeur ajoutée et de plus grande fiabilité pour ces utilisations propres.

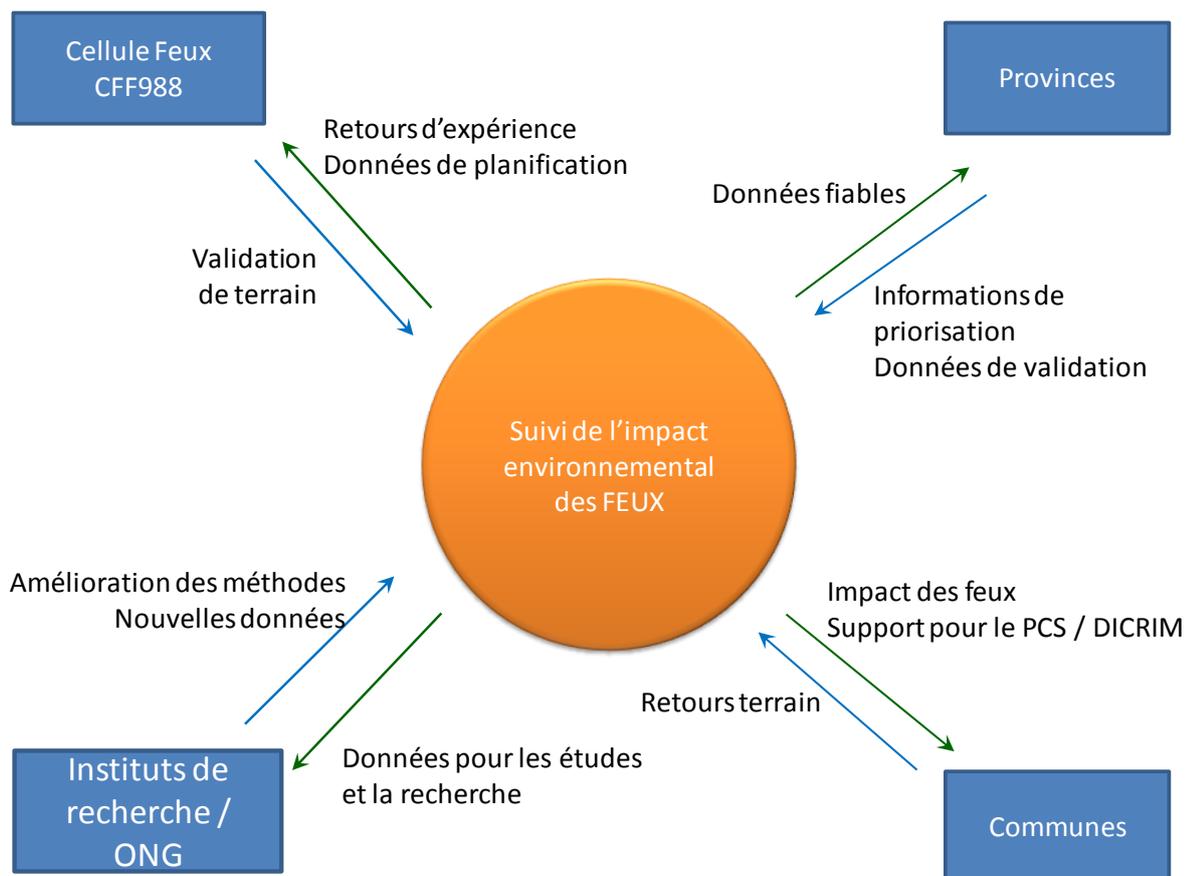


Figure 23 : Positionnement des partenaires, apports et bénéfices du suivi de l'impact environnemental des feux.

Pour être efficace et opérationnel, le suivi doit donc constituer un outil incontournable pour les acteurs et être également un outil alimenté par ces acteurs.

Le suivi doit également permettre aux acteurs d'accéder à des informations auxquelles ils n'ont pas forcément accès de manière aisée. De manière concrète, le WWF soulignait le positionnement des communes et des populations sur la thématique des feux ; ce suivi, selon eux, doit être accessible et utilisé par les communes.

Enfin, si tous les acteurs ont exprimé au moins un besoin, seul l'OEIL place le suivi de l'impact environnemental des feux comme une nécessité de son action. Cette thématique apparaît dès lors transversale à tous ces acteurs et pouvant intervenir dans différentes actions de leurs domaines de compétence. De ce fait, la mise en place du suivi environnemental des feux nécessite de fédérer

l'ensemble de ces acteurs autour de la nécessité d'un tel suivi (bénéfices pour leurs actions, réduction des coûts).

Synthèse :

Le positionnement de l'OEIL se situe, de part ces prérogatives (surveillance, information et optimisation) au centre du système de suivi afin d'orienter la mise en place méthodologique du suivi. L'OEIL pourra également tirer bénéfice du système dans ces missions de surveillance et d'information auprès du public.

VI.2. Eléments à prendre en compte pour la mise en place du suivi

De l'étude de faisabilité à la mise en place opérationnelle du suivi, trois éléments doivent nécessairement être définis et acceptés par les utilisateurs et intervenants du suivi :

1. les définitions des composants du suivi,
2. la validation du protocole et l'adhésion des acteurs à celui-ci,
3. la pérennisation du suivi.

VI.2.1. Définitions des composants du suivi

Le protocole opérationnel de suivi de l'impact environnemental des feux nécessite une définition rigoureuse :

- des feux faisant l'objet du suivi (taille, intensité, ignition, saison, régime etc.) ;
 - type,
 - exhaustivité ;
- de la localisation des objets feux suivis :
 - type de localisation,
 - système(s) de référence(s),
 - précision de la localisation,
 - degré de liberté de la précision de localisation (en partant du principe que la localisation des feux présente actuellement des degrés de précision différents : carreau DFCI, localisation GPS, localisation approximative à proximité de certains lieux-dits) pour la prise en compte de fusion de données multisources ;
- des surfaces brûlées :
 - définition d'une surface brûlée dans le cadre du suivi,
 - système(s) de référence(s),
 - précision de l'estimation de la surface,
 - degré de liberté de la précision de l'estimation pour la prise en compte de fusion de données multi-sources ;
- de l'impact :
 - définition des impacts suivis,
 - sémantique,
 - nomenclature,
 - précision de l'estimation des impacts et degré de liberté sur la précision ;
- données de caractérisation environnementales
 - liste des données utilisées,
 - sémantique,
 - nomenclature,
 - évolution des données au cours du suivi.

VI.2.2. La validation du protocole et l'adhésion des acteurs à celui-ci

Pour la mise en place du protocole de suivi environnemental des feux, l'ensemble des mesures et des indicateurs doivent être définies et cooptées en amont (lot 1 & 2 de cette étude de faisabilité) par l'ensemble des intervenants du suivi.

Lors de l'élaboration du protocole et de la mise en place opérationnelle du suivi (en période de recettage), les méthodologies mises en œuvre doivent faire l'objet d'un contrôle et d'une validation scientifique afin de qualifier le degré de confiance des produits livrés par le suivi.

VI.2.3. La pérennisation du suivi

Pour être un service opérationnel, le suivi environnemental des feux doit être pérenne dans le temps, cohérent et homogène en termes de production d'informations. Ces conditions entraînent la définition du statut du suivi dans le cadre contextuel de la Nouvelle-Calédonie et du (ou des) organisme(s) responsable(s) de la pérennité du service.

De la même manière, les modalités quant à la diffusion des résultats du suivi environnemental des feux auprès de la population, des décideurs, de la SC, des partenaires du suivi doivent être prises en compte dans le but que le suivi puisse effectivement être accessible aux utilisateurs ciblés.

Enfin, au-delà du suivi de l'impact environnemental *stricto sensu*, une réflexion préalable sur le mécanisme d'intervention mis en œuvre en cas de dégradation de l'environnement peut apporter des informations nouvelles sur le contenu opérationnel du suivi de l'impact environnemental.

VI.3. Etapes préconisées pour la mise en place opérationnelle du suivi

Cette étude de faisabilité servira de base à la rédaction du cahier des charges fonctionnel s'appuyant sur les éléments techniques des différents lots. Suite à cette rédaction, une phase de test devra être réalisée et suivie éventuellement d'une phase d'optimisation intégrant les retours d'expérience de la phase de test avant la mise en place opérationnelle du suivi.

VI.3.1. La phase de test opérationnel du protocole.

Cette phase aura comme objectif de définir, en lien avec les acteurs de la gestion du feu, si le ou les produits sont en accord avec les usages identifiés. Cette phase pourra se faire sur une zone jugée prioritaire, ou sur une zone opportuniste (approche événementielle selon la saison des feux).

Cette phase de test s'accompagnera d'un recettage de la BDD du suivi de l'impact. Ce recettage ne pourra s'effectuer qu'en lien avec le milieu opérationnel (source de retour terrain) avec comme objectif la validation opérationnelle d'une ou plusieurs caractéristiques de la base de données et de comparaisons aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité, selon les spécifications établies.

Cinq axes de caractérisations sont proposés, lors de la qualification de la BDD :

- La généalogie de la donnée,
- La précision géométrique,
- La précision sémantique (des données attributaires),
- La représentativité (représentativité des objets : présences, absences),
- La cohérence logique (adéquation aux spécifications).

Cette étape de test essentielle permettra :

- D'évaluer la pertinence du suivi par la vision d'utilisateurs
- De fournir une information clef de la communication aux différents utilisateurs de la BDD, à savoir les limites d'utilisation des produits.
- De mettre en place les modalités concrètes du partenariat entre les différents acteurs,
- D'évaluer les possibilités de mutualisation financière,
- D'approcher les politiques et gestionnaire afin de les sensibiliser à l'intérêt de ce suivi comme un élément intégrant leur outil de définition des actions publiques.

La période minimale du test sera de 1 an incluant la SAFF.

VI.3.2. Phase d'ajustement du protocole opérationnel.

Une phase d'optimisation post-test pourra permettre une amélioration significative du suivi. Elle pourra concerner tant le protocole et les indicateurs du suivi que la forme et les caractéristiques des produits livrés. En outre, le protocole mis en place et sa mise en œuvre opérationnelle devront être suffisamment souples pour pouvoir supporter des ajustements de ce type ainsi que l'intégration des résultats de la recherche en cours.

VI.4. Conclusion

Lors de la proposition des composants détaillés du suivi (création des indicateurs et méthodologie de protocole opérationnel), il sera nécessaire de

- caractériser les feux,
- déterminer et caractériser les impacts liés au feu sur l'environnement,
- prendre en compte l'importance des impacts sur les différents milieux (différence de comportement décrit en p. 23),
- identifier les incertitudes.

Les propositions du lot 2,3 devront prendre appui sur les retours d'expériences issus des différentes bases de données en termes de temporalité.

Les propositions du lot 2, 3 devront être souples afin de permettre les étapes d'optimisation et d'intégration des retours d'expérience d'utilisation de la BDD opérationnelle et des résultats de la recherche scientifique ultérieure.

Chapitre VII - Conclusions

Le recensement et l'analyse des besoins des acteurs du suivi des impacts environnementaux des feux a permis de dresser le contexte de la mise en place d'un tel dispositif en explicitant le positionnement et les besoins de chaque acteur au sein du suivi. Ceux-ci ne peuvent être analysés sans les replacer dans le contexte thématique et institutionnel de la Nouvelle-Calédonie. De ce fait, l'analyse de l'existant d'un point de vue organisation, documents, données permet d'évaluer la maturité des acteurs pour la mise en place du suivi et l'effort à consentir afin d'y parvenir. L'ensemble de l'analyse permet ainsi d'obtenir une description globale du protocole de suivi de l'impact environnemental des feux.

La Nouvelle-Calédonie connaît une saison des feux marquée entre août et janvier, avec un paroxysme vers le mois d'octobre. Cette saison des feux est caractérisée par un nombre important de feux de petite taille, souvent méconnu et mal cerné par les pouvoirs publics, et de feux plus importants et mieux renseignés (localisation, taille). Géographiquement, les secteurs de savanes apparaissent les plus souvent sujets aux feux alors que la végétation sur substrat ultramafique, les maquis minier, sont statistiquement les moins touchés. Toutefois, l'impact d'un feu sur le maquis minier est perceptible durant plusieurs décennies, les cycles de reconstitution des écosystèmes étant long, et la répétition des feux peut interrompre la résilience et aboutir à des formations très dégradées pyrophile (maquis à fougeraie).

Inversement, les feux sont une composante structurante des savanes mais l'équilibre peut être modifié par l'augmentation de la récurrence des feux entraînant un appauvrissement des strates arbustives et pouvant permettre l'implantation d'espèces invasives.

Les feux constituent un domaine de compétence transverse entre les communes, les Provinces, le Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (APICAN, DTSI) et l'Etat français (Sécurité Civile). Et ce projet de suivi s'inscrit dans le contexte du transfert de compétence de la sécurité civile au 1er janvier 2014 dont la restructuration des compétences doit être prise en compte dans le protocole proposé.

La dynamique et l'impact des feux font également l'objet de travaux de recherche (IAC, IRD, IRESTA, ANR) permettant d'affiner la connaissance sur cette thématique et dont les résultats peuvent constituer des sources d'information et d'optimisation du protocole de suivi.

La mise en place du suivi de l'impact environnemental des feux doit s'intégrer dans le schéma organisationnel incluant les opérationnels (Pompiers, Communes, Sécurité Civile, APICAN, DTSI, Haut-Commissariat), les acteurs de prévision des feux et de la prévention des feux (Provinces, ONG) et les organismes de recherche afin faire bénéficier des expériences de chacun et que chaque acteur de la chaîne du risque tire bénéfice du suivi mis en place. D'un point de vue organisationnel, aucun acteur n'est spécifiquement positionné sur la thématique de l'impact environnemental, positionnement que l'OEIL propose ici de tenir.

Actuellement, la structuration des acteurs et l'état actuel des connaissances mettent en évidence le besoin d'un tel suivi. En effet, 15 sources d'informations pertinentes dans le cadre d'un suivi ont été recensées, 2 seulement proviennent du milieu opérationnel, 10 sont issues de travaux de recherche et 3 concernent des informations de base de caractérisation de l'environnement. L'ensemble des données présentent des limites de précision, de validation ou méthodologique ne permettant pas une connaissance suffisante de l'impact des feux.

Les acteurs concernés expriment de ce fait nettement leur intérêt pour la mise en place du suivi de l'impact environnemental des feux pour améliorer leurs actions ou développer de nouvelles actions dans le cadre de leurs implications actuelles. Les principaux besoins concernent une amélioration des données de base sur les feux (localisation) et sur l'environnement (végétation, endémisme) dont :

- la précision thématique ou spatiale ne permet pas d'être exploitée de manière opérationnelle pour leurs actions ;
- la qualification (contrôle qualité, généalogie et sources) rend leur application sujette à discussion.

Enfin, lors de la proposition des composants détaillés du suivi, il sera nécessaire de

- caractériser les feux,
- déterminer et caractériser les impacts liés au feu sur l'environnement,
- prendre en compte l'importance des impacts sur les différents milieux
- identifier les incertitudes.

Les propositions d'indicateurs et le protocole de suivi proposé devront prendre appui sur les retours d'expériences issus des différentes bases de données en termes de temporalité ; ils devront être souples afin de permettre les étapes d'optimisation et d'intégration des retours d'expérience d'utilisation de la BDD opérationnelle et des résultats de la recherche scientifique ultérieure.

Bibliographie

- APICAN (2012). Suivi des feux d'espaces naturels (Nouméa, Forum de l'OEIL).
- Arborescence (2005). Inventaire, cartographie et typologie des Sites d'Intérêt Biologique et Écologique en Province-Sud - Analyse spatiale de l'impact des feux par type de milieux naturels en Province Sud (Province Sud: Direction de l'Environnement - Province Sud).
- Attiach, M. (2011). INCENDIES EN NOUVELLE-CALÉDONIE : LES POMPIERS GARDOIS, PÉCIALISTES, SOLLICITÉS. [Http://www.objectifgard.com/](http://www.objectifgard.com/).
- Barbero, R., Moron, V., Mangeas, M., Despinoy, M., and Hély, C. (2011). Relationships between MODIS and ATSR fires and atmospheric variability in New Caledonia (SW Pacific). *J. Geophys. Res. Atmospheres* 116, n/a–n/a.
- Berman, M. (2012). Impacts of anthropogenic fires and invasive ants on native ant diversity in New Caledonia : from genes to communities (Montpellier 2).
- Boyeau, Y.-E. (2005). Analyse spatiale de l'impact des feux par type de milieux naturels en Province Sud (Province Sud - Service de l'Environnement).
- Colonel Bousset, A. (2005). Mission d'évaluation des incendies de brousse en Nouvelle-Calédonie (Nouméa: Haut-commissariat à la Nouvelle-Calédonie).
- Enright, N.J., and Jaffré, T. (2001). Environmental controls on species composition along a (maquis) shrubland to forest gradient on ultramafics at Mont Do, New Caledonia. *South Afr. J. Sci.* 97, 573–580.
- Enright, N.J., Ogden, J., and Rigg, L.S. (1999). Dynamics of forests with Araucariaceae in the western Pacific. *J. Veg. Sci.* 10, 793–804.
- GIE Océanide (2012). Valorisation des produits du programme de recherche INC et orientation de ses résultats vers un dispositif opérationnel (Nouméa: GIE Océanide).
- Ibanez, T. (2012). Dynamiques des forêts denses humides et des savanes en réponse aux incendies en Nouvelle-Calédonie. Université Aix-Marseille.
- Jaffré, T., Veillon, J.-M., Rigault, F., Dagostini, G., Chazeau, J., Bonnet de Larbogne, L., Potiaroa, T., and Jourdan, H. (1997). Impact des feux de brousse sur le milieu naturel en Nouvelle-Calédonie : 1. Impact des feux de brousse sur la flore et les groupements végétaux. 2. Altération de la diversité faunistique dans un milieu dégradé par le feu : le cas de la forêt sclérophylle : diversité faunistique et structure des peuplements d'une forêt sclérophylle et d'une formation dérivée, le fourré à *Acacia spirorbis* ; feux de brousse et invasion des milieux du domaine sclérophylle par la fourmi pionnière *Wasmannia auropunctata* (Nouméa: ORSTOM).
- Jaffré, T., Rigault, F., and Dagostini, G. (1998). Impact des feux de brousse sur les maquis ligno-herbacés des roches ultramafiques de Nouvelle-Calédonie. *Adansonia* 20, 173–189.
- Libération (2004). La Nouvelle-Calédonie en feu.
- Mc Coy, S., Jaffré, T., Ash, J., Rigault, F., and Ecologie des Milieux Serpentiniques : Conférence Internationale = Serpentine Ecology : International Conference, 2., Nouméa (NCL), 1995/07/31; 1995/08/05 (1995). Successional patterns in *Gymnostoma* maquis on ultramafics in southern New Caledonia : the role of fire. In Deuxième Conférence Internationale Sur L'écologie Des Milieux Serpentiniques, Nouméa, 31 Juillet-5 Août 1995 : Résumés = Second International Conference on Serpentine Ecology, Noumea, July 31-august 5, 1995 : Abstracts, (Nouméa: ORSTOM),.
- McCoy, S., Jaffré, T., Rigault, F., and Ash, J.E. (1999). Fire and succession in the ultramafic maquis of New Caledonia. *J. Biogeogr.* 26, 579–594.
- Perry, G.L.W., Enright, N.J., and Jaffré, T. (2001). Spatial modelling of landscape-scale vegetation dynamics, Mont Do, New Caledonia. *South Afr. J. Sci.* 97, 501–509.

- Udo, N. (2011). Feu, ressources naturelles et territoires : Perceptions, usages et mode gestion Etude de cas autour du massif de l'Aoupinié, Tribus de Gohapin, Goa et Pöö (Province Nord) (Province Nord: WWF, INC).
- Veillon, J.-M., Dagostini, G., and Jaffré, T. (1999). Etude de la forêt sclérophylle de la Province Nord en Nouvelle-Calédonie (Nouméa: IRD).
- 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*. IAC / Université de la Nouvelle-Calédonie. Ecole doctorale du Pacifique.