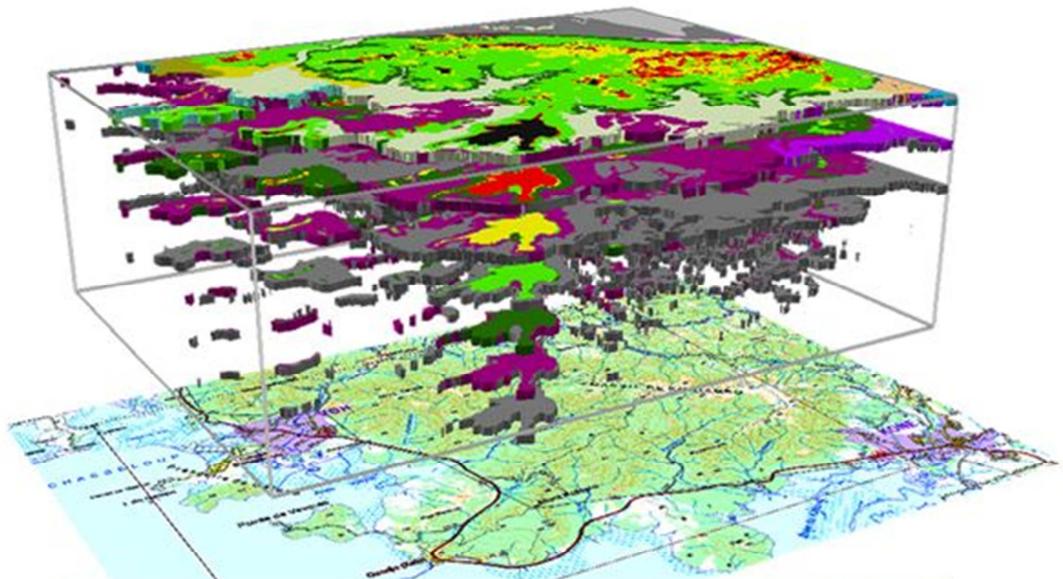




PROTeGE

PROJET RÉGIONAL OCÉANIQUE DES TERRITOIRES
POUR LA GESTION DURABLE DES ÉCOSYSTÈMES



Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC. Rapport d'étape n°4

Les ressources stratégiques en eau superficielle
(Référentiel hydrographique et masses d'eau)

GOUE A. (DIMENC/SGNC), MARDHEL V. (BRGM)

MONGE O. (DIMENC/SGNC),

SGNC-2022(08) – Août 2022



Industrie, mines et énergie
GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE



**Affaires vétérinaires,
alimentaires et rurales**
GOUVERNEMENT DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE



brgm
Géosciences pour une Terre durable

PEPnc
Politique de
l'eau partagée
de la Nouvelle-Calédonie



SGNC
Service Géologique
de Nouvelle-Calédonie



Le projet régional océanien des territoires pour la gestion durable des écosystèmes, PROTEGE, est un projet intégré qui vise à réduire la vulnérabilité des écosystèmes face aux impacts du changement climatique en accroissant les capacités d'adaptation et la résilience. Il cible des activités de gestion, de conservation et d'utilisation durables de la diversité biologique et de ses éléments en y associant la ressource en eau. Il est financé par le 11^{ème} Fonds européen de développement (FED) au bénéfice des territoires de la Nouvelle-Calédonie, de la Polynésie française, de Pitcairn et de Wallis et Futuna.

L'objectif général du projet est de construire un développement durable et résilient des économies des pays et territoires d'Outre-mer (PTOM) face au changement climatique en s'appuyant sur la biodiversité et les ressources naturelles renouvelables.

Le premier objectif spécifique vise à renforcer la durabilité, l'adaptation au changement climatique et l'autonomie des principales filières du secteur primaire. Il est décliné en deux thèmes :

- Thème 1 : la transition agro-écologique est opérée pour une agriculture, notamment biologique, adaptée au changement climatique et respectueuse de la biodiversité ; les ressources forestières sont gérées de manière intégrée et durable.
- Thème 2 : les ressources récifo-lagonaires et l'aquaculture sont gérées de manière durable, intégrée et adaptée aux économies insulaires et au changement climatique.

Le second objectif spécifique veut renforcer la sécurité des services écosystémiques en préservant la ressource en eau et la biodiversité. Il se décline également en 2 thèmes :

- Thème 3 : l'eau est gérée de manière intégrée et adaptée au changement climatique
- Thème 4 : les espèces exotiques envahissantes sont gérées pour renforcer la protection, la résilience et la restauration des services écosystémiques et de la biodiversité terrestre.

La gestion du projet a été confiée à la Communauté du Pacifique (CPS) pour les thèmes 1, 2 et 3 et au programme régional océanien pour l'environnement (PROE) pour le thème 4, par le biais d'une convention de délégation signée le 26 octobre 2018 entre l'Union européenne, la CPS et le PROE. La mise en œuvre du projet est prévue sur 4 ans.

Ce rapport est cité comme suit :

GOUË A., MARDHEL V., MONGE O. (2022), Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC -Rapport d'étape n°4 – Les ressources stratégiques en eau superficielle (Référentiel hydrographique et masses d'eau). Rapport DIMENC/SGNC-2022(08). 58 pages.

Cette publication a été produite avec le soutien financier de l'Union européenne. Son contenu relève de la seule responsabilité du Service Géologique de la Nouvelle-Calédonie et ne reflète pas nécessairement les opinions de l'Union européenne.

Partenaires

Nom de l'entité : Nouvelle-Calédonie, représentée par la direction des affaires vétérinaires, alimentaires et rurales (DAVAR) en tant que chef de file Eau et la direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC) comme responsable opérationnel.

Cette étude est conduite en collaboration avec le BRGM, établissement public français de référence dans le domaine des sciences de la Terre, promoteur de la Base de Données des Limites des Systèmes Aquifères (BDLISA).

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la Politique de l'Eau Partagée, et notamment de son Objectif Stratégique 1 : « **Protection - Sanctuariser nos zones de captage et nos ressources stratégiques, préserver nos milieux à échéance 2023** » mais également de son Objectif Transversal B : « **Data Eau – Améliorer les connaissances pour mieux protéger préserver, planifier, piloter** ».

En effet, l'objectif de ce programme est de fournir un atlas hydrogéologique, c'est-à-dire le référentiel des réservoirs hydrogéologiques de la Nouvelle-Calédonie. Cet ensemble d'informations alimentera les données sur l'eau de la Nouvelle-Calédonie (OTB de la PEP) et sera une étape indispensable **pour la définition des ressources stratégiques en eau souterraine** (OS1 de la PEP).

PROTEGE a ainsi souhaité aider ce projet sur les activités de son thème 3 en Nouvelle-Calédonie et plus précisément l'opération 9A.1 « Stratégie de gestion des bassins versants ou des masses d'eau ».

Ce projet est financé par un contrat de service (n°CPS20/253) d'une durée de 24 mois. Il est opérationnellement mené par le Service Géologique de la Nouvelle-Calédonie (SGNC), au sein de la DIMENC et notamment Angélline Goué, recrutée sur un contrat de Volontaire au Service Civique (VSC) pour la durée des travaux (deux ans). Le Service Géologique et le BRGM sont par ailleurs engagés sur la transposition à la Nouvelle-Calédonie de la BDLISA depuis plusieurs années. La collaboration du service de l'eau de la DAVAR porte également sur les aspects techniques et stratégiques du projet.

Table des matières

1	Introduction	7
1.1	Contexte	7
1.2	Rapport d'étape n°4	7
2	Vers un outil d'aide à la détermination des ressources stratégiques	8
2.1	Définition	8
2.2	Cadrage	8
3	Correction du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) et proposition de référentiel hydrographique.....	11
3.1	Correction du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) de Nouvelle-Calédonie	11
3.2	Proposition de référentiel hydrographique	13
4	Inventaire des pressions à l'amont d'un point et « propagation » vers l'aval du référentiel hydrographique	18
4.1	La démarche	18
4.2	Outil mis en place pour l'analyse des pressions	20
4.3	Pressions liées aux sols nus ou dégradés, sensibles à l'érosion et talwegs impactés à l'aval ...	24
4.4	Pressions liées aux incendies durant la saison 2019 et comparaison avec les surfaces dégradées d'origine minière	28
4.5	Pressions liées aux bâtiments existants et talwegs impactés à l'aval	29
4.6	Pressions liées au réseau routier existant et talwegs impactés à l'aval	30
4.7	Pressions liées aux prélèvements autorisés et talwegs impactés à l'aval	31
5	Exemples de valorisation du référentiel hydrographique pour aider à la détermination des ressources stratégiques en eaux superficielles	32
5.1	Pression liée à l'habitat, à l'échelle de la Grande Terre	32
5.2	Pressions liées aux sols nus ou dégradés par l'activité minière dans le bassin versant de la rivière Thio	36
5.3	Combinaison de multiples pressions à l'échelle de la Grande Terre	37
5.4	Combinaison de multiples pressions selon le profil en long de la rivière Thio	46
5.5	Sensibilité aux sources de données relatives aux pressions	47
5.6	L'outil d'analyse du référentiel hydrographique et une approche paramétrique	51
6	Conclusions	53
6.1	Bilan au terme de la mission	53
6.2	Valorisation des actions	53
6.3	Perspectives	54
7	Références	55

8	Liste des figures	56
9	Liste des tableaux.....	58

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC. Rapport d'étape n°4 (Août 2022)
Auteurs	A. GOUE, V. MARDHEL, O. MONGE
Collaborateurs	B. CHADES, S. BALAYRE
Editeurs	B. ROGER, P. WINCHESTER
Année d'édition du rapport	2022

Objectif	L'objectif de l'étude est de constituer un référentiel accessible à tous pour améliorer la gestion de la ressource en eau souterraine.		
Contexte	Cette étude s'inscrit dans le cadre de la Politique de l'Eau Partagée, et notamment de son Objectif Stratégique/Transversal : OS1 (Plan Pr'eau'tection 2023) et de l'OTB (Plan Data eau 2021). Financé par l'Union européenne (Contrat n°CPS20/253) ce projet a pour objectif la construction et la mise en ligne du référentiel BDLISA-NC, Base de Données des Limites Aquifères de Nouvelle-Calédonie pour la cartographie et la caractérisation hydrogéologiques des formations à l'échelle du territoire. La transposition à la Nouvelle-Calédonie de la BDLISA métropolitaine a été initiée en 2017, dans le cadre d'un partenariat entre le BRGM et le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie (DIMENC/SGNC) Ce projet financé par PROTEGE permet la réalisation de la version initiale (v0) du référentiel hydrogéologique BDLISA-NC et l'appui à la définition des ressources en eau stratégiques.		
Méthodologie	<ol style="list-style-type: none"> 1) Correction du Réseau Hydrographique Modélisé et proposition de référentiel hydrographique 2) L'inventaire des pressions au sein du bassin versant 3) Valorisation du référentiel hydrographique 		
Résultats et conclusions	Conformément au contrat de service (n°CPS20/253), deux ans après le démarrage du projet, le présent rapport d'étape n°4 rend compte du travail effectué pour proposer un référentiel hydrographique pour la définition de masse d'eau superficielle en vue de l'identification des ressources stratégiques en eau superficielles		
Limites de l'étude	Le périmètre de l'étude est l'ensemble de la Nouvelle-Calédonie. Elle se limite cependant aux données accessibles et à jour.		
Evolutions	2	Date de la version	27/09/2022

1 Introduction

1.1 Contexte

La constitution d'un référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie a été initiée en 2017 lors d'une convention de recherche et de développement partagé, entre le BRGM et le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie. Les principes de construction de la BDLISA-NC et les données géologiques utiles sont présentées dans les rapports RP-68516-FR/DIMENC-SGNC-2019(08) et RP-70134-FR/DIMENC-SGNC-2020(09). Les principes de calculs et de cartographie de la carte de vulnérabilité des eaux souterraines sont présentés dans le rapport DIMENC-SGNC-2022(06).

Le programme financé par l'Union européenne dans le cadre du projet PROTEGE (Contrat n°CPS20/253) consiste notamment à apporter un soutien pour la construction, la mise en ligne et l'édition du référentiel ou atlas hydrogéologique « BDLISA-NC ».

L'atlas ou référentiel hydrogéologique (BDLISA-NC) constituait l'Axe 1 de cette mission dont il a été rendu compte dans les deux premiers livrables du programme PROTEGE : SGNC-2021(05) et SGNC-2021(13).

Le travail de la seconde année devait contribuer à la définition et la cartographie des ressources stratégiques (Axe 2). Il en a été rendu compte vis-à-vis des ressources stratégiques en eau souterraine dans le troisième livrable du programme PROTEGE : SGNC-2022(06).

Le dernier semestre devant viser à étendre cette définition aux eaux superficielles (Axe 2, semestre 4).

Tout au long du projet, l'Axe 3 correspond à une tâche de restitution et valorisation des actions sur le territoire ce travail a plus particulièrement été présenté dans le précédent livrable (§ 2 du rapport SGNC-2022(06)).

1.2 Rapport d'étape n°4

Ce quatrième et dernier rapport d'étape présente l'avancement de la réflexion sur l'identification des ressources en eau superficielles stratégiques après deux ans de travail dans le cadre du programme PROTEGE. Il rend compte des points suivants :

- L'évolution du projet vers un outil d'aide à la définition des ressources stratégiques (§ 2) ;
- La correction du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) et la **proposition d'un référentiel hydrographique** (§ 3).
- L'inventaire des pressions à l'amont d'un point et « propagation » vers l'aval du référentiel hydrographique (§ 4) ;
- Exemples de valorisation du référentiel hydrographique pour aider à la détermination des ressources stratégiques en eaux superficielles en Nouvelle-Calédonie (§ 5).

2 Vers un outil d'aide à la détermination des ressources stratégiques

2.1 Définition

Selon le Schéma d'orientation pour une politique de l'eau partagée de la Nouvelle-Calédonie (PEPnc, § 3.2.2) « **les ressources dites « stratégiques »** [sont] celles dont la détérioration ou la disparition compromettrait gravement, sans alternative possible, les conditions de vie des populations, le bon fonctionnement des écosystèmes ou le maintien d'activités économiques considérés prioritaires. »

Au vu des échanges au sein des groupes de travail de la MISE, et notamment au sujet de la dualité entre situations actuelles sous-tension et ressources prometteuses, il apparaît probablement pertinent de distinguer :

- Des **ressources en eau critiques** (forte sollicitation, faible redondance, menacée, vulnérable, productivité résiduelle faible, etc.) ;
- Des **ressources en eau d'avenir** (potentiel important, naturellement protégées ou faiblement vulnérable, etc.)

2.2 Cadrage

La mission relevant du Contrat n°CPS20/253 doit permettre de **contribuer à la définition des ressources en eau stratégiques en Nouvelle-Calédonie**. Pour mener à bien cette tâche, en particulier l'Axe 2 relatif aux ressources en eau stratégiques, il est prévu de tenir compte des préconisations des groupes de travail dédiés de la politique de l'eau Partagé : PEP OS1 et OTB.

2.2.1 La charte de projet « Outil d'aide à la détermination des ressources stratégiques »

La charte de projet « Outil d'aide à la détermination des ressources stratégiques », diffusée en mars 2022, apporte des précisions en ce sens et permet de mieux cadrer notre action (encart ci-après).

Une ressource en eau ne peut être considérée stratégique que par ses utilisateurs ou gestionnaires locaux.

Il n'est d'aucune façon envisagé de déterminer de manière cartographique les ressources qui doivent relever d'une telle spécificité.

Cependant, il est envisagé de **développer les moyens d'un diagnostic des enjeux et des menaces qui peuvent concerner une ressource en eau.**

Les enjeux et les menaces sont des critères d'analyses qui peuvent être caractérisés pour chaque type d'usage ou d'intérêt de la ressource (AEP, Economique, Ecologique, Patrimonial).

Ainsi, la charte du projet visant à mieux définir les connaissances et le périmètre des ressources en eau stratégiques est construite sur la base de 19 actions de la PEP et propose une organisation fonctionnelle distinguant (Figure 1) :

- **La concertation** qui commence dès la phase de recueil des données et de construction des outils avec une phase « d'état des lieux communal », puis se poursuit jusqu'à la détermination de ressource stratégiques et à la mise en place éventuelle d'organe de gestion locaux.
- **L'approche « systémique »** qui propose d'organiser les données d'enjeux et de menaces sur les ressources en eaux et de développer un outil d'aide à la décision.

L'outil d'aide à la définition vise à classifier et prioriser les ressources, en fonction de leurs enjeux (usage et potentialité actuelle) et du niveau de menace ou pressions (surexploitation, feu, mine, IOTA, ...).

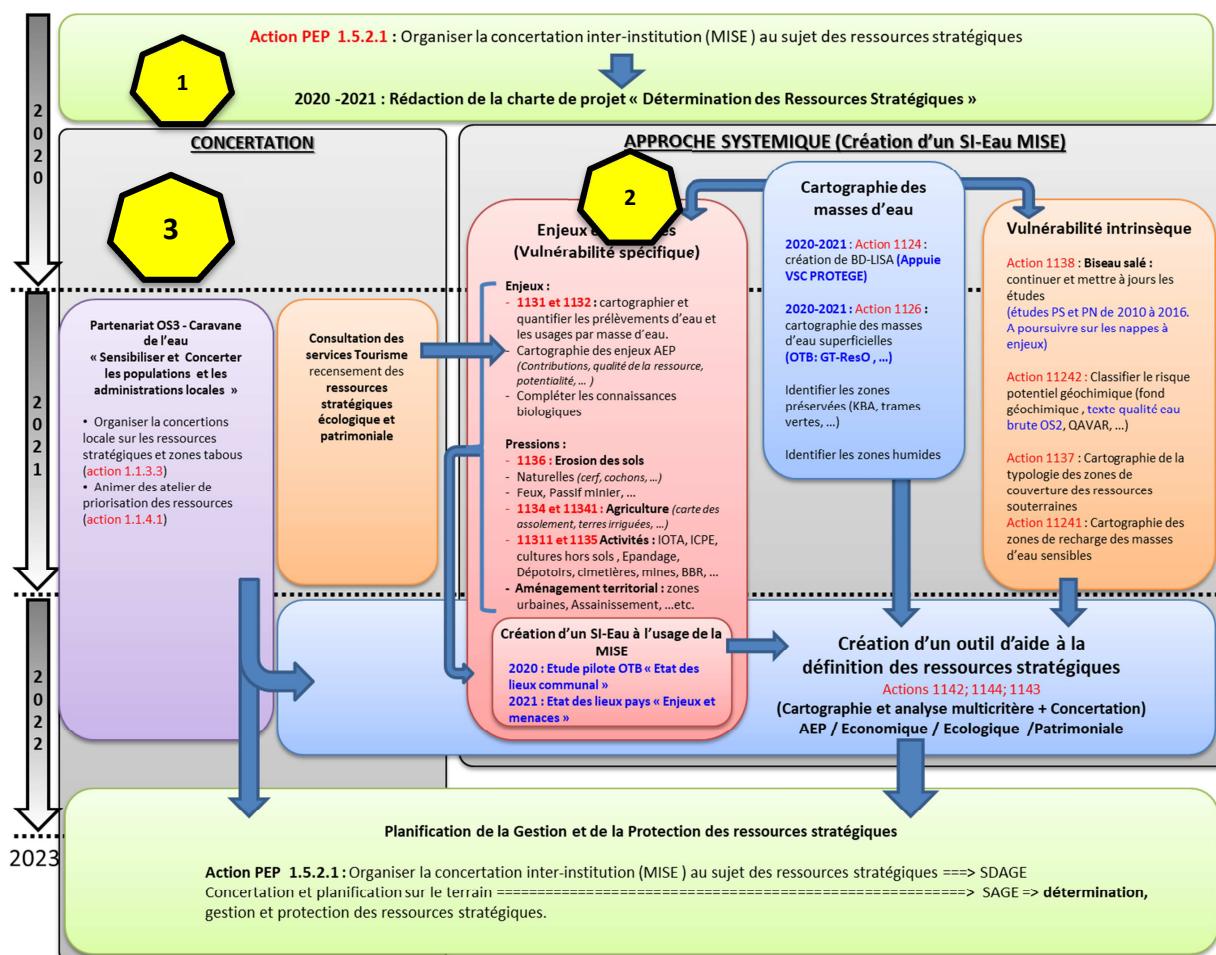


Figure 1 : Organisation fonctionnelle pour définir les connaissances et le périmètre des ressources en eau stratégiques d'après https://e-lien.gouv.nc/share/s/pu_u-l3mROq_f1ll2p2bfA).

2.2.2 Réunion OTB élargi – COPIL Eau Douce du 16 juin 2022

Le 16 juin 2022, à l'occasion d'une réunion OTB élargi – COPIL Eau Douce, les éléments suivants ont été présentés et discutés, à propos d'un référentiel des eaux de surface, dans la perspective du présent livrable.

Etat des lieux du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) :

- Pas d'identification des objets
- Connectivité incomplète
- Zonage hydrographique incomplet

Objectif : Structurer un référentiel des eaux de surface :

- Les brins de talwegs vont être étendus aux limites des bassins versants
- Le réseau doit être de nouveau ordonné
- Les attributs du réseau doivent être préservés/propagés
- Une nomenclature doit être définie pour chaque élément

Usages du référentiel des eaux de surface :

- Identifier de manière univoque les objets (Talwegs, bassin versant élémentaires)
- Connaitre en tout point l'amont et l'aval du réseau
 - o aval (talwegs)
 - o amont (talwegs et bassin versant)
- Les attributs du réseau ajouté sont propagés depuis les données existantes
- Actualiser les outils de propagation des pressions de prélèvements
- Initier une cartographie de la vulnérabilité des 'masses d'eau' de surface
- Mettre en place un outil de sélection des chainages amont-aval

Ces éléments apportent des éléments de cadrage dont il est tenu compte dans ce livrable.

3 Correction du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) et proposition de référentiel hydrographique

3.1 Correction du Réseau Hydrographique Modélisé (RHM) de Nouvelle-Calédonie

Le Réseau Hydrographique Modélisé de la Nouvelle-Calédonie a été mis en place par la DAVAR en 2016. Il a été calculé à partir du modèle numérique de terrain (MNT au pas de 10 m) et représente la modélisation des talwegs qui correspond à la ligne formée par les points ayant la plus basse altitude, soit une vallée ou le lit d'un cours d'eau. Ce RHM présente quelques lacunes qui doivent être corrigées.

Les ajustements n'ayant pu se concrétiser dans le cadre d'une collaboration DAVAR/BRGM en 2021, et la disponibilité d'un référentiel hydrographique étant jugée nécessaire pour la définition des ressources stratégiques superficielles, ces ajustements ont été réalisés dans le cadre du partenariat DIMENC / BRGM (2022) et du Contrat n°CPS20/253 :

- En premier lieu, les brins ne se poursuivent pas systématiquement jusqu'aux exutoires en mer. C'est le cas de la rivière *Koné* et de son affluent la *Tiombola*, qui n'est pas connectée au cours d'eau principal.
- La reprise du réseau modélisé a nécessité un nouveau calcul des bassins versant. En effet, les bassins versants initialement calculés pour la délimitation des bassins versants élémentaires de chaque talweg ont été systématiquement fusionnés en un seul à chaque confluence du réseau (Figure 2).

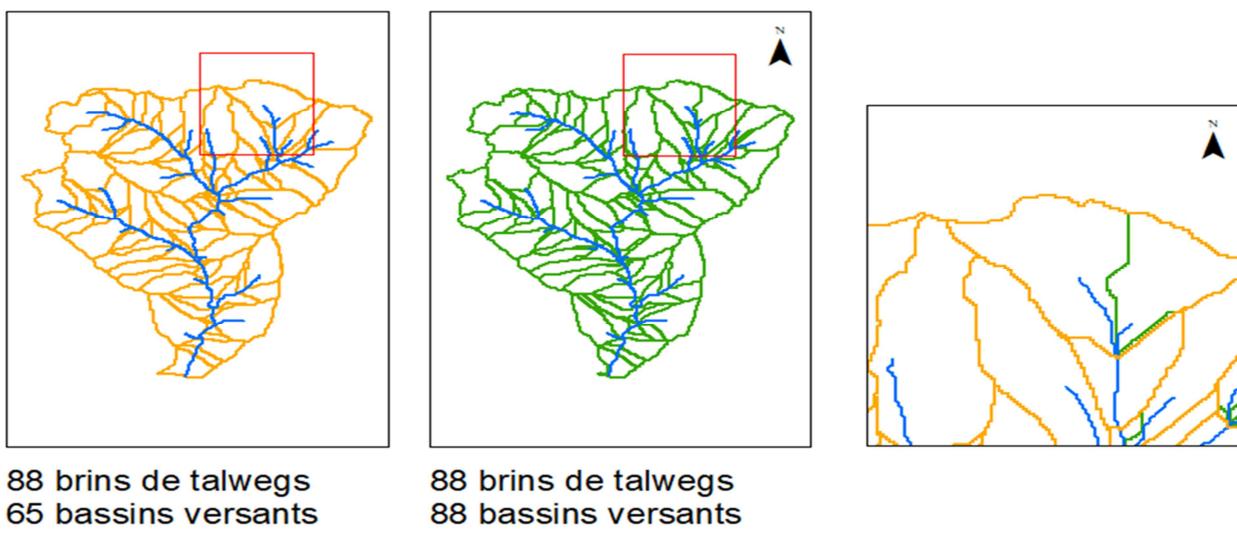


Figure 2 : Recalcul des bassins versants élémentaires du RHM.

Ainsi 135 173 bassins versants élémentaires ont été définis initialement dans le cadre du RHM pour 174 860 talwegs. Cet écart résulte des choix techniques initiaux (projet MAGIS 2014, 2016¹) où les exutoires des brins calculés sont les points situés à l'extrémité des talwegs. À chaque confluence de talweg, les deux ou plus exutoires ont été confondus en un même point géométrique, l'algorithme de calcul utilisé alors a choisi arbitrairement de n'en conserver qu'un seul.

¹ MAGIS (2014), MNTCH et Produits Dérivés DOCUMENTATION. 12 pages ; MAGIS (2016) Conception d'un outil métier Hydro. Manuel d'utilisateur. 13 pages

Le complément apporté lors de cette étude a porté à 175 592 le nombre de talwegs et 175 592 bassins versants élémentaires (Figure 3). Les exutoires qui se superposent ont alors été déplacés, la priorité étant donné à l'exutoire du brin de rang Shreve le plus élevé qui n'a pas été déplacé. Les exutoires de rang Shreve inférieur sont déplacé de l'équivalent d'une maille du MNT. En pratique cela correspond à l'écart lié au nombre de confluences d'au moins trois brins qui ont nécessité de redéfinir les bassins versants élémentaires.

Pour le réseau des talwegs, ces données ont été complété pour 150 bassins versants jusqu'à leur exutoire à la mer (Figure 4). Le calcul des bassins versants élémentaires a ensuite été conduit afin de définir pour chaque brin du réseau, un bassin versant unique, permettant d'affecter les pressions au talweg impacté par l'appartenance géographique (intersection) à son bassin versant.

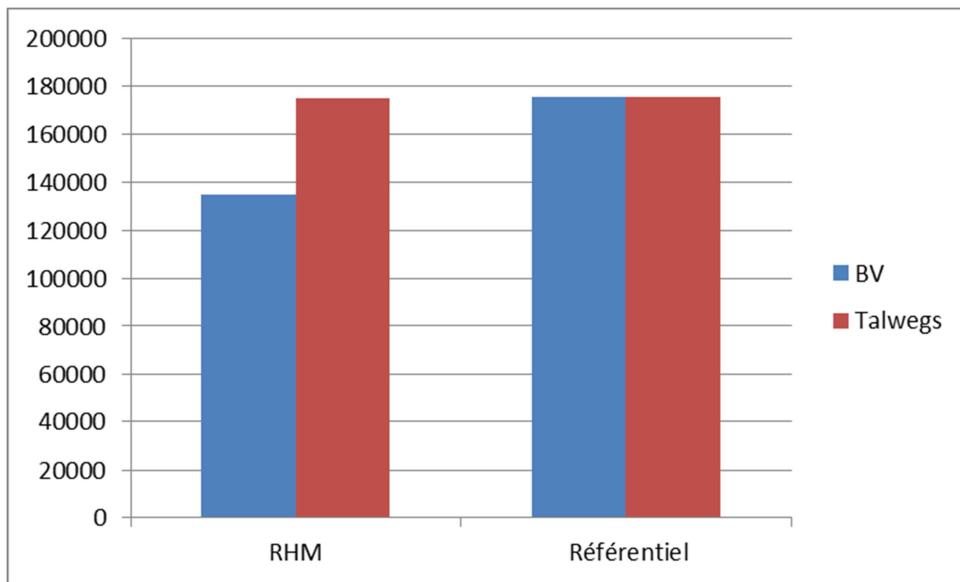


Figure 3 : Comparaison du nombre de bassins versants et de brins de talwegs entre le RHM et le référentiel hydrographique

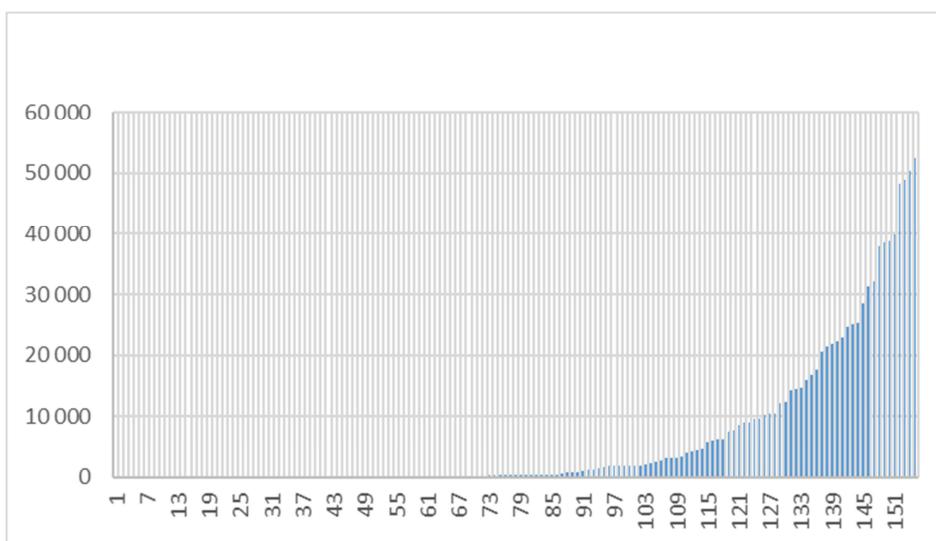


Figure 4 : Distribution selon leur surface(en ha) des bassins versants poursuivis jusqu'au lagon

3.2 Proposition de référentiel hydrographique

Pour devenir un référentiel et être valorisé sous différentes formes, (cumuls de pressions, propagation d'une pollution, cartographie des masses d'eau), un réseau hydrographique doit être robuste topologiquement. Pour cela il respecte les règles d'une topologie de réseau aussi connu sous le nom de réseau en arbre inverse. Celui-ci est divisé en niveaux. La base (ou l'exutoire final du réseau), de haut niveau, est connecté à plusieurs nœuds de niveau hiérarchiquement inférieur. Ces nœuds peuvent être eux-mêmes connectés à plusieurs nœuds de niveau inférieur. Le tout dessine alors un arbre inversé, ou une arborescence pour laquelle une nomenclature signifiante est proposée (Bassin, Entrée, Sortie)

Les référentiels hydrographiques utilisés sont robustes topologiquement. Il s'agit au choix, du RHM (bassin versant élémentaires de 0.1 km² ou 10 ha) non poursuivi aux limites terrestres du MNT ou celui plus fin (bassins versants élémentaire de 1 ha) issu du partenariat DIMENC / BRGM.

3.2.1 Ordonnancement du réseau

L'ordonnancement du réseau (nomenclature signifiante) a été mis en place sur les deux référentiels hydrographiques (Figure 5). Il s'agit d'une numérotation automatique gérée par un « saumon virtuel ». Celui-ci parcours l'arbre du réseau depuis son exutoire jusqu'à chacune de ses sources. Il incrémente de 1 chacune de ses entrées et chacune de ses sorties. Il ne "monte" et "descend" qu'une seule fois dans chaque brin du réseau.

Chaque bassin versant élémentaire hérite des numéros d'Entrée et Sortie du brin dont il partage l'exutoire.

L'ordonnancement permet d'identifier l'amont et l'aval de tout brin :

- Est en amont du brin X tout brin,
 - o *dont le numéro d'entrée est supérieur au numéro d'entrée de X*
 - o *dont le numéro de sortie est inférieur au numéro de sortie de X*
- Est en aval du brin X tout brin,
 - o *dont le numéro d'entrée est inférieur au numéro d'entrée de X*
 - o *dont le numéro de sortie est supérieur au numéro de sortie de X*

Ces propriétés s'appliquent également aux bassins versants de ces brins.

Le « saumon virtuel » additionne à chacune de ses sorties, la somme des surfaces drainées (en amont donc) des bassins associés à chacun des brins parcourus (Figure 5).

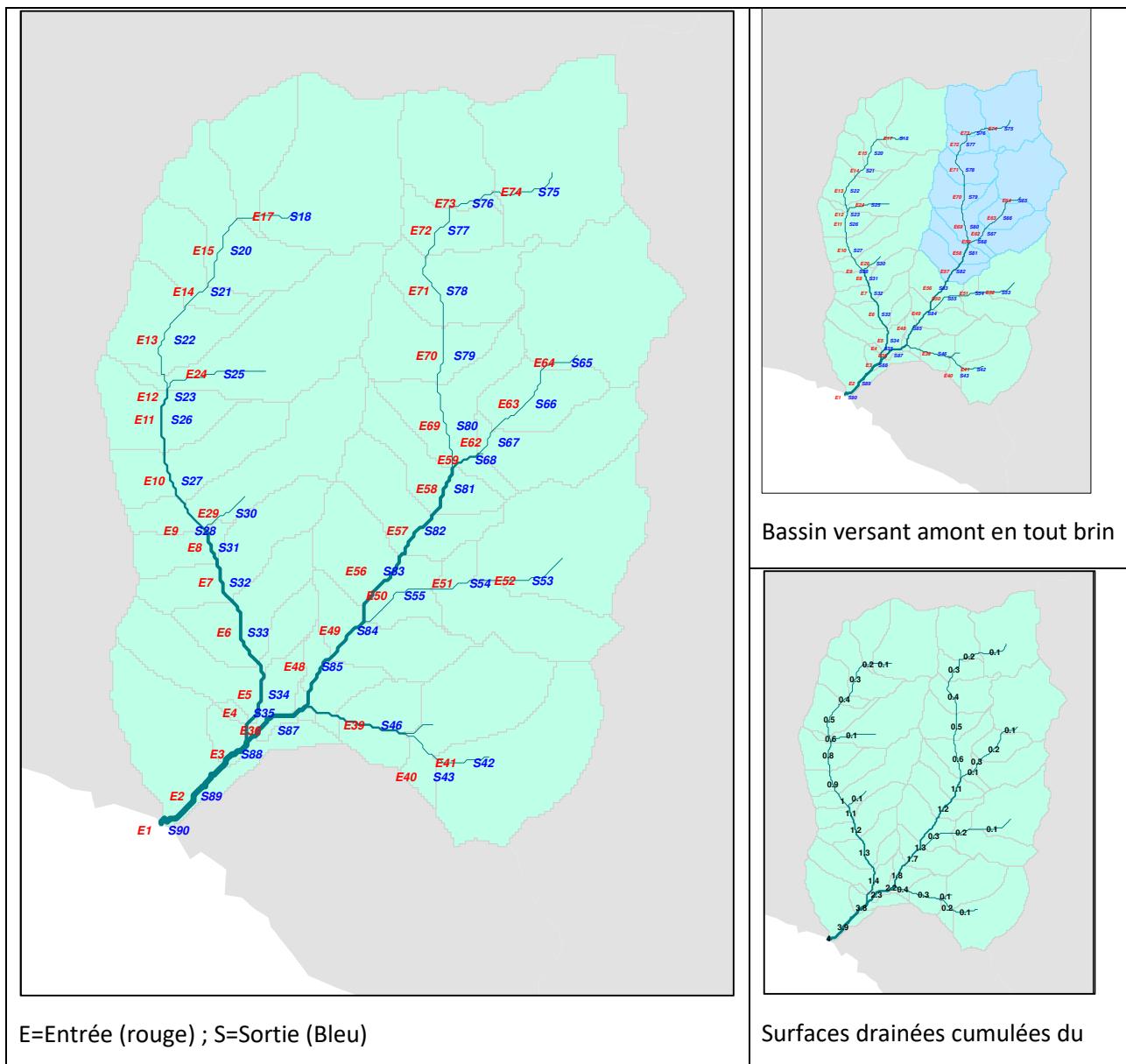


Figure 5 : Illustration de l'ordonnancement du référentiel hydrographique et de certaines applications

3.2.2 Proposition de Nomenclature du référentiel hydrographique

La nomenclature proposée dans le cadre du programme PROTEGE distingue les objets suivants pour lesquels un code est défini :

- Le bassin versant ;
- La rivière ;
- Le tronçon ;
- Le brin ;
- La masse d'eau.

Code Bassin Versant

Un numéro de bassin a été créé pour chacun des bassins versants définis par un exutoire à l'océan. Le référentiel contient 3209 bassins versants définis par leur exutoire à la mer (Figure 6).

Ils sont codés en base₂₇, le premier bassin est codé HEX_BV = 00A, le dernier DJW (soit $4*27^2 + 10*27^1 + 23*27^0 = 2916+270+23=3209$).

Par convention le premier bassin est celui de plus grande superficie puis le code est incrémenté par bassin versants de superficie décroissante.

Code Rivière

Au sein de chacun des bassins versants, une hiérarchisation des rivières a été mise en place (Figure 7) en recherchant comme rivière n°1 la plus longue rivière décrite depuis sa source jusqu'à l'exutoire du bassin versant, la rivière n°2 est la plus longue rivière décrite depuis sa source jusqu'à la première rivière rencontrée, etc...

Elles sont codées par le bassin auquel elles appartiennent, puis leur numéro d'ordre croissant, codé également en base₂₇, la première rivière est codée HEX_RIV = 00A_00A, la seconde 00A_00B, etc.

Code Tronçon

Un tronçon est composé de l'ensemble des brins situés entre deux confluences, issues du réseau hydrographique (Figure 8).

Un tronçon est codé (HEX_TRONCON) par le bassin auquel il appartient puis la rivière à laquelle il appartient puis un numéro d'ordre unique dans le bassin

Code Brin

Le référentiel hydrographique est composé de brins qui peuvent être multiples entre deux confluences. Par exemple, par construction ces brins sont définis dans le RHM, dès que la surface drainée s'incrémente de 0.1 km².

Chaque brin est codé (HEX_BRIN) par le bassin auquel il appartient puis la rivière à laquelle il appartient puis le tronçon et enfin un numéro d'ordre unique dans le bassin (Figure 9).

Code masse d'eau de surface

Selon la Directive Cadre sur l'Eau une masse d'eau est le découpage des milieux aquatiques en unités homogènes du point de vue du fonctionnement écologique et des pressions dues aux activités humaines.

Une délimitation des masses d'eau de surface est donc proposée en considérant les conditions suivantes :

- La rivière ;
- Son découpage selon l'entité BDLISA de niveau 2 majoritaire sur laquelle repose ses tronçons ;
- La catégorie de pente à laquelle son profil appartient (A, inférieure à % ; B de 5% à 25% ; C, supérieur à 25%, (Figure 10).

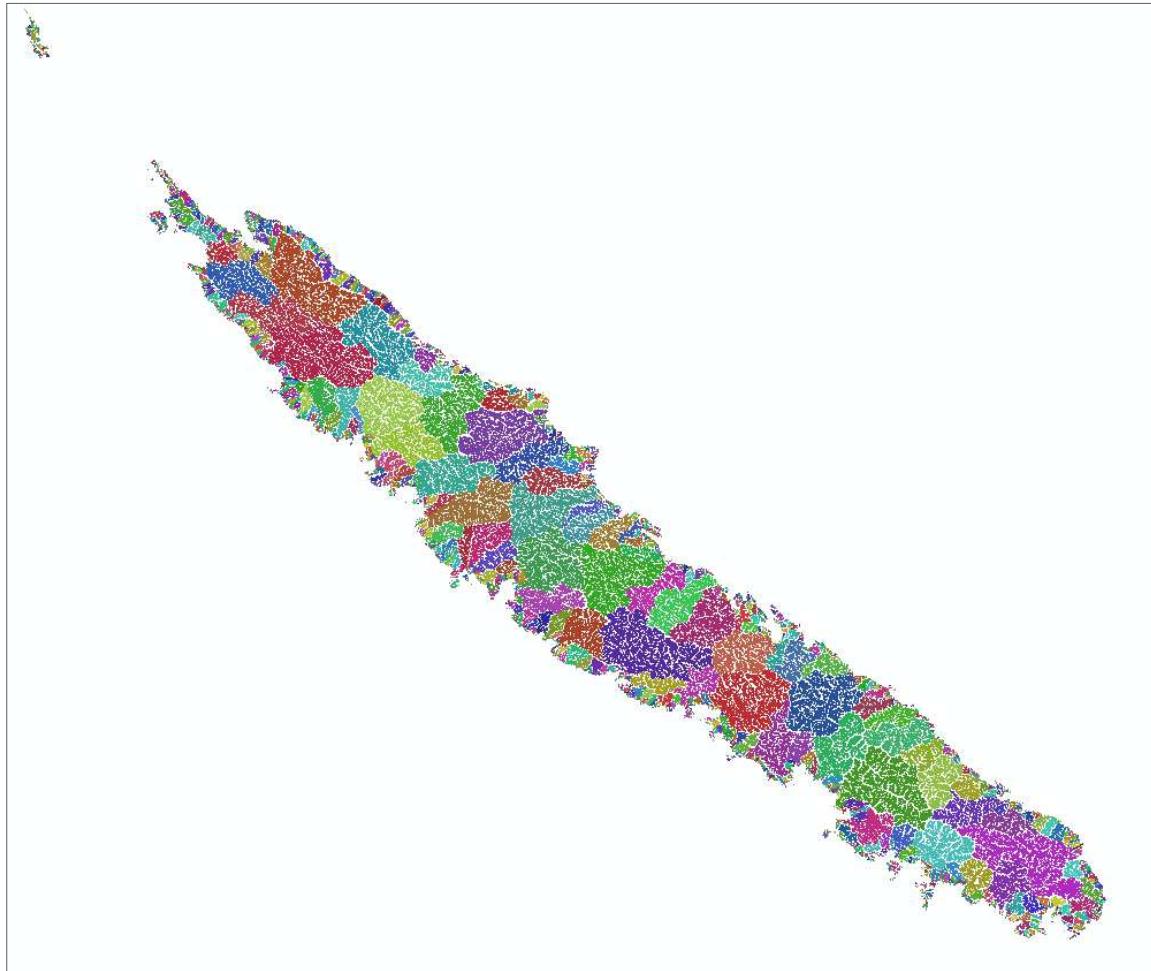


Figure 6 : Carte des différents bassins versants de Nouvelle-Calédonie

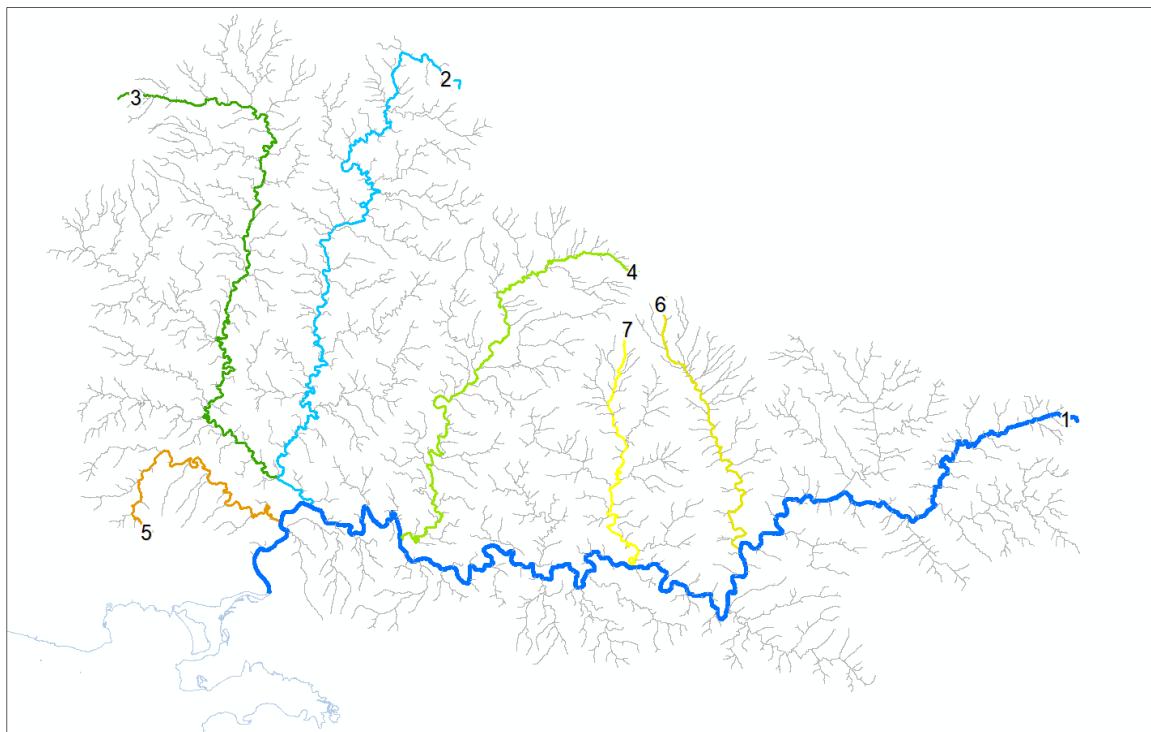


Figure 7 : Exemple de hiérarchisation des rivières principales d'un bassin versant

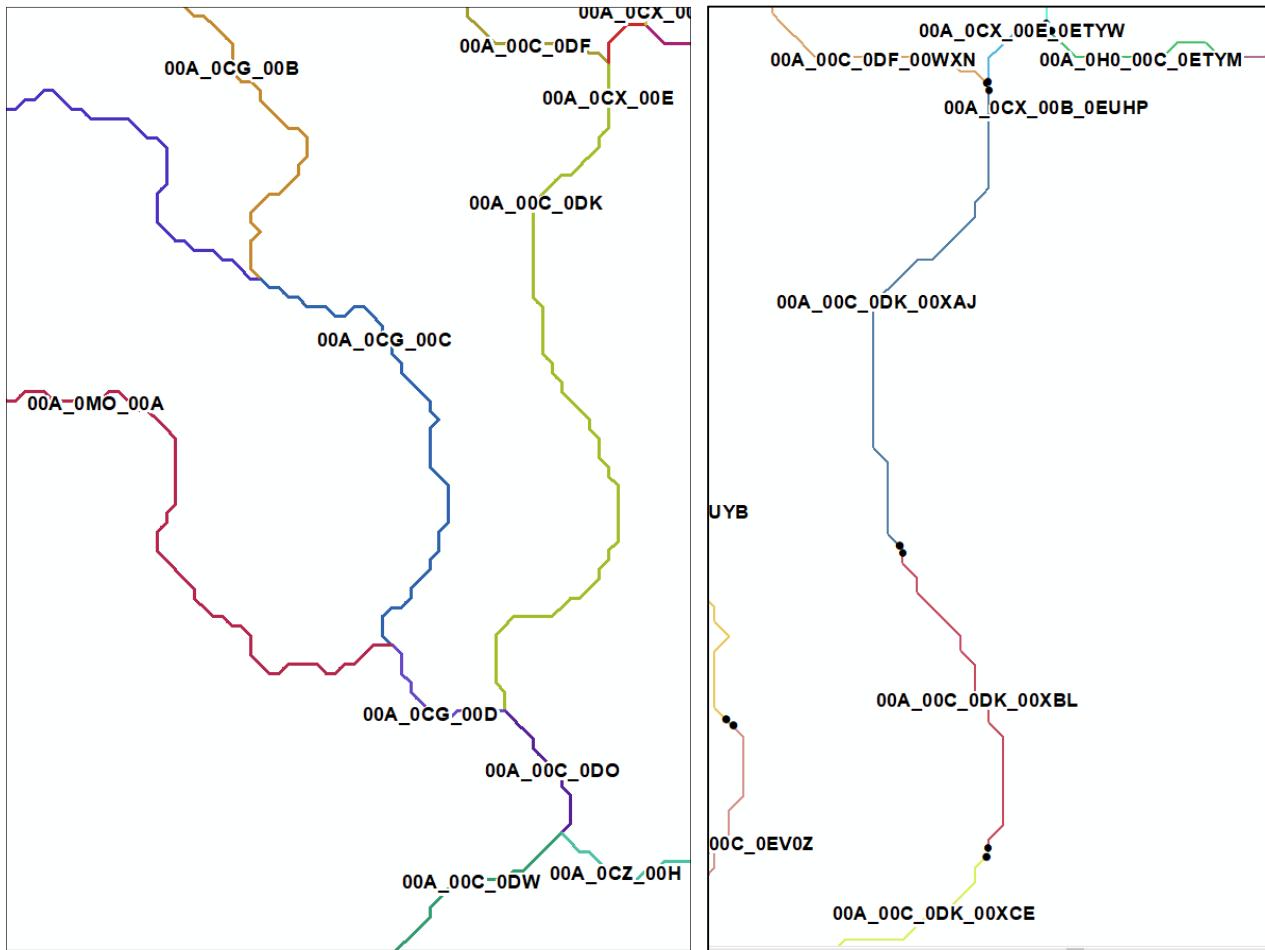


Figure 8 : Codification des tronçons

Figure 9 : Codification des brins

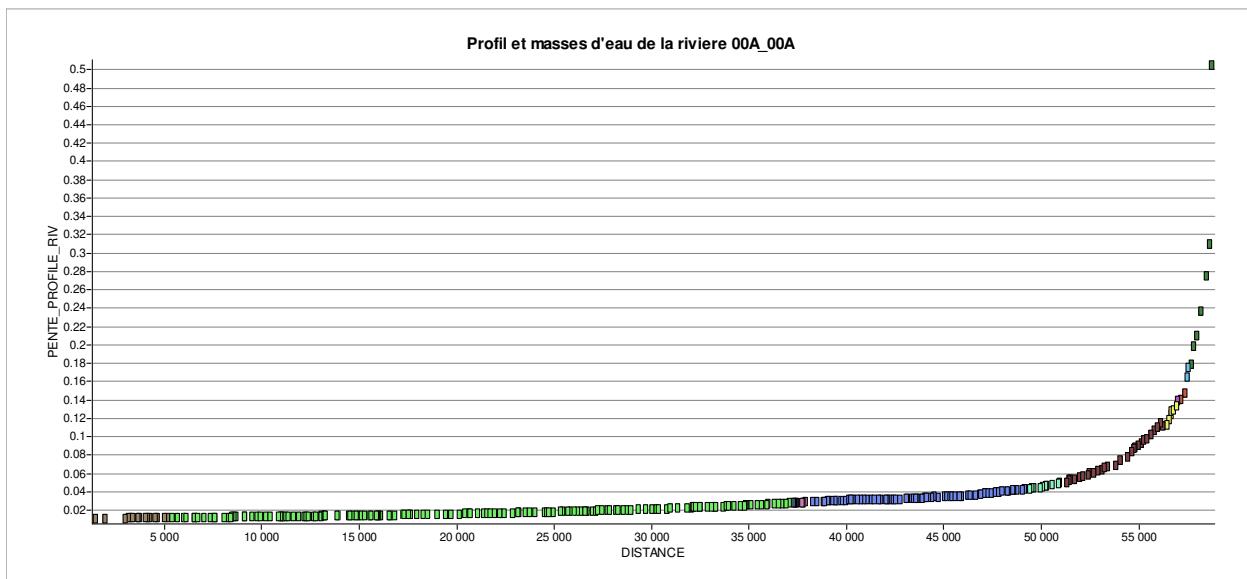


Figure 10 : Profil longitudinal d'une rivière, segmentée par masses d'eau

4 Inventaire des pressions à l'amont d'un point et « propagation » vers l'aval du référentiel hydrographique

4.1 La démarche

4.1.1 Les pressions recensées

Pour déterminer si une ressource en eau est stratégique, critique ou d'avenir, il convient de recenser et caractériser les menaces ou pressions auxquelles les masses d'eau sont exposées.

Dans une évaluation des risques, on pourrait également parler « d'aléa pollution ». Cet aléa est alors composé des pressions polluantes en amont du tronçon (ou brin) considéré, et auxquelles s'additionnent celles qui s'exercent directement au droit du bassin versant élémentaire du tronçon.

L'outil d'analyse des pressions polluantes à l'amont de chacun des brins du réseau va être détaillé (4.2) et cinq pressions types de pressions sont prises en compte vis-à-vis des ressources superficielles (Tableau 1).

4.1.2 La vulnérabilité des eaux superficielles

A défaut de préconisations des groupes de travail dédiés de la politique de l'eau Partagé : PEP OS1 et OTB en la matière, différentes propositions cherchent à préciser la notion de vulnérabilité des eaux superficielles et notamment la relation entre pression et impacts, éventuellement variable selon la nature de la « pollution » et les tronçons du référentiel hydrographique :

- La dilution (éléments traces métalliques) avec l'accroissement du bassin versant ;
- La sédimentation (matières en suspension) selon les conditions d'écoulement et l'hydrologie ;
- La dégradation (e.g. oxygénation) ou au contraire l'accroissement (eutrophisation) du polluant selon la distance parcourue (temps de parcours et dégradation associé) ou la morphologie du profil du cours d'eau (cascade, oxygénation de la masse d'eau, eaux stagnantes).

L'ordonnancement du référentiel apporte des solutions pour déduire en chacun de ces brins, différents paramètres comme la somme des surfaces drainée en amont, la distance prise en compte entre un brin et ses sections amont, les pentes moyennes ou maximales de chacun des brins.

Nature des menaces (source utilisée)	Conséquences envisagées	Notions de vulnérabilité	Mise en œuvre
Occupation des Sols (MOS 2014), par exemple la mine et/ou les carrières (Codes 130 et 140)	Dégénération de la qualité physico-chimique, matières en suspension, hydrocarbures, métaux dissous ...	Dilution selon surfaces drainées	§ 4.3 ; § 5.2 ; § 5.5.1
Feux (Inventaire 2019 de l'œil)	Dégénération de la qualité physico-chimique, matières en suspension...	Dilution selon surfaces drainées	§ 4.4
Bâti (BDTOPO – bâti en dur, bâti léger),	Dégénération de la qualité bactériologique	Dilution selon surfaces drainées Distance et temps de parcours (bactériologie)	§ 4.5 ; § 5.1 ; § 5.5.2

Nature des menaces (source utilisée)	Conséquences envisagées	Notions de vulnérabilité	Mise en œuvre
Réseau routier (BDTOPO – axes routier revêtus ou non, pistes, gués)	Dégénération de la qualité physico-chimique, hydrocarbures, matières en suspension...	Dilution selon surfaces drainées	§ 4.6
Points de prélèvement des eaux (DAVAR 2021)	Diminution de la quantité d'eau disponible...	Dilution selon surfaces drainées	§ 4.7

Tableau 1 : Pressions identifiées et traitées vis-à-vis du référentiel hydrographique

4.2 Outil mis en place pour l'analyse des pressions

Pour illustrer l'outil mis en place et ses potentialités, un modèle conceptuel des données est nécessaire. Il reprend, en simplifiant les tables extraites du réseau hydrographique modélisé en ne conservant que les éléments nécessaires au parcours de l'arbre d'ordonnancement (Figure 11).

Table de vecteurs RHM_TALWEGS : champs ID_BRIN, ENTREE, SORTIE, BASSIN, Shape (line)).

À cette table est associée la table des bassins versants élémentaires qui correspondent au bassin versant de chacun des brins. RHM_BASSINS : champs ID_BASSIN (eq. ID_BRIN), Shape (polygon)).

Puis les pressions sont associées au modèle ; elles ont été rassemblées dans un réservoir où le formalisme de représentation de ces pressions est homogénéisé : Type, géométrie, source et poids spécifique.

Les pressions sont associées aux bassins élémentaires par une relation spatiale qui lie, par une fonction d'intersection, telle partie de la pression décrite à tel bassin élémentaire.

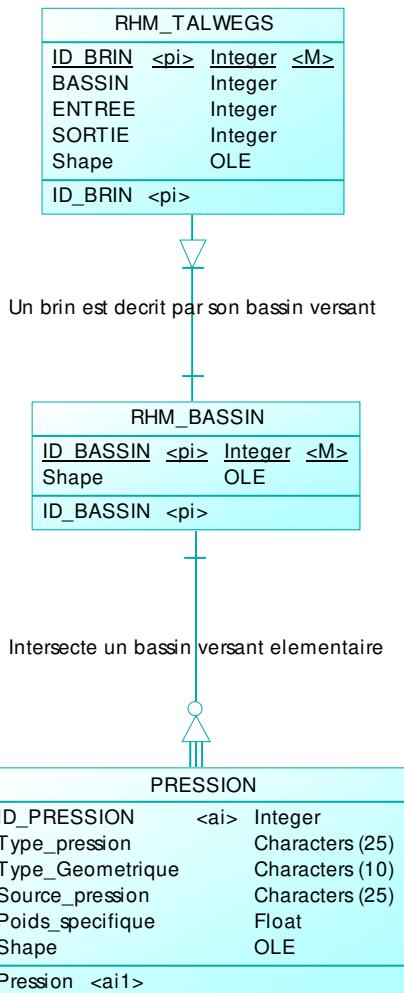


Figure 11 : Modèle conceptuel qui permet le traitement et la valorisation du référentiel hydrographique

Ce modèle conceptuel (Figure 11) se décline en un modèle physique de données (Figure 12) qui permet le traitement global du réseau. Les différentes requêtes d'analyse du modèle permettent :

- 1 [PRESSION_SUR_LE_BASSIN], de connaitre pour chaque brin la totalité des pressions qui s'exercent sur le bassin versant élémentaire du brin et leur « poids » déduit des poids spécifiques ;
- 2 [Bassins en amont], de connaitre en tout brin, la totalité des surfaces drainées des brins amonts ;
- 3 [Pressions en Amont], d'additionner en tout brin, la totalité des surfaces drainées des brins amonts et de cumuler leur « poids » en terme de pression.

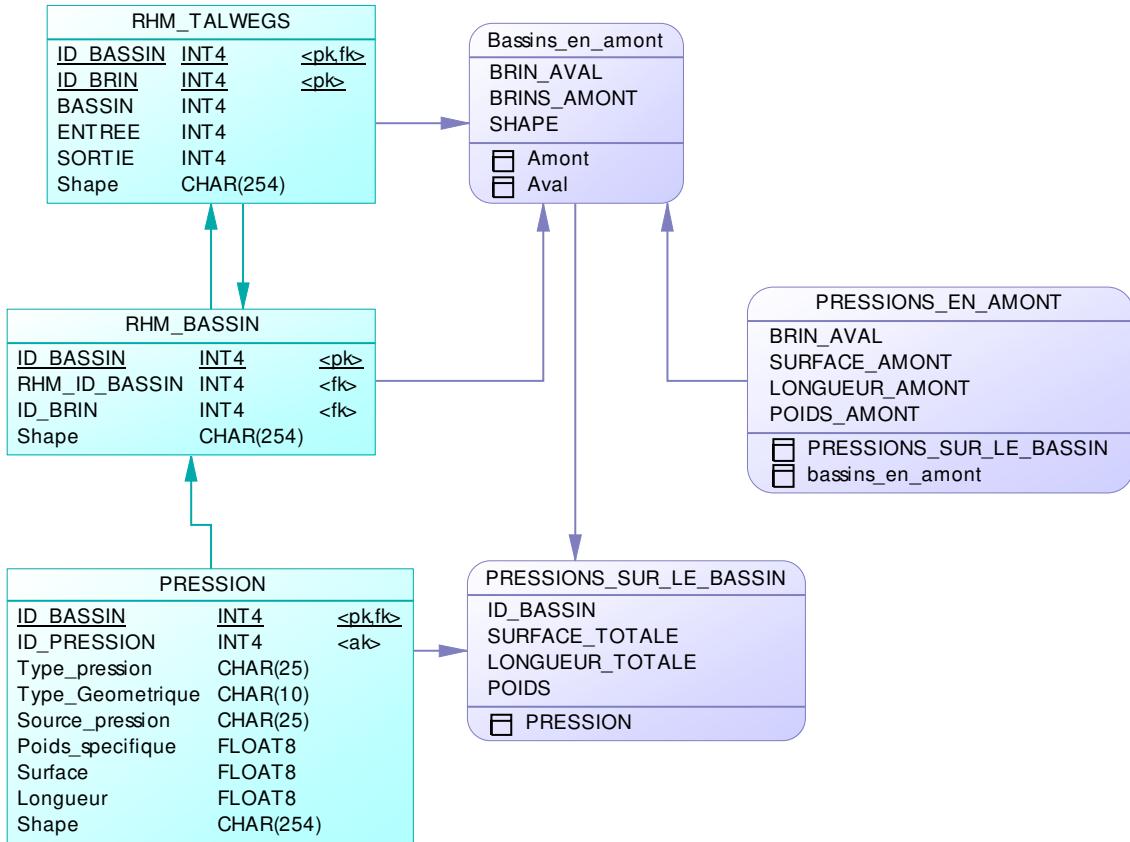


Figure 12 : Le modèle physique des données avec les requêtes d'analyse

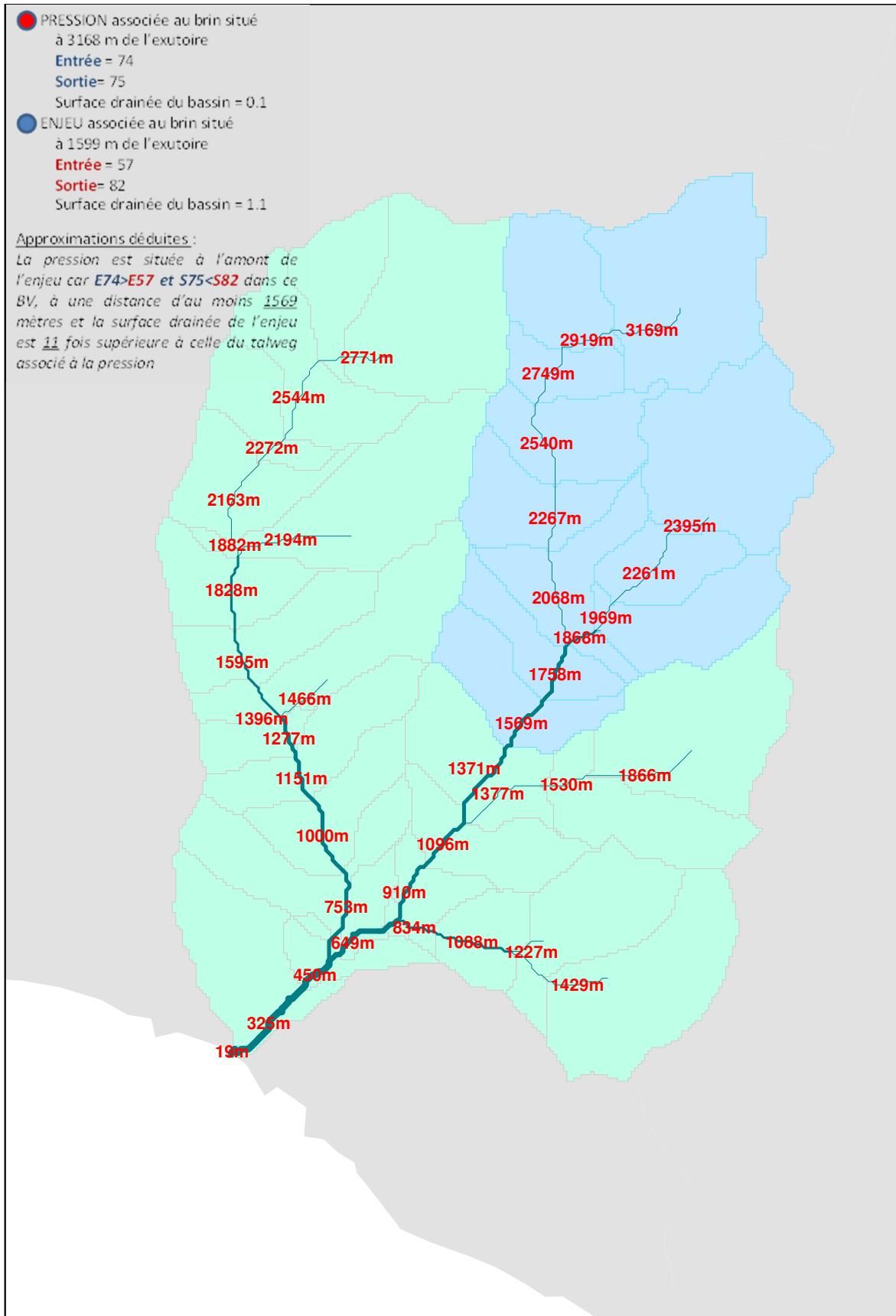


Figure 13 : Pression et bassin versant situés à l'amont de l'enjeu

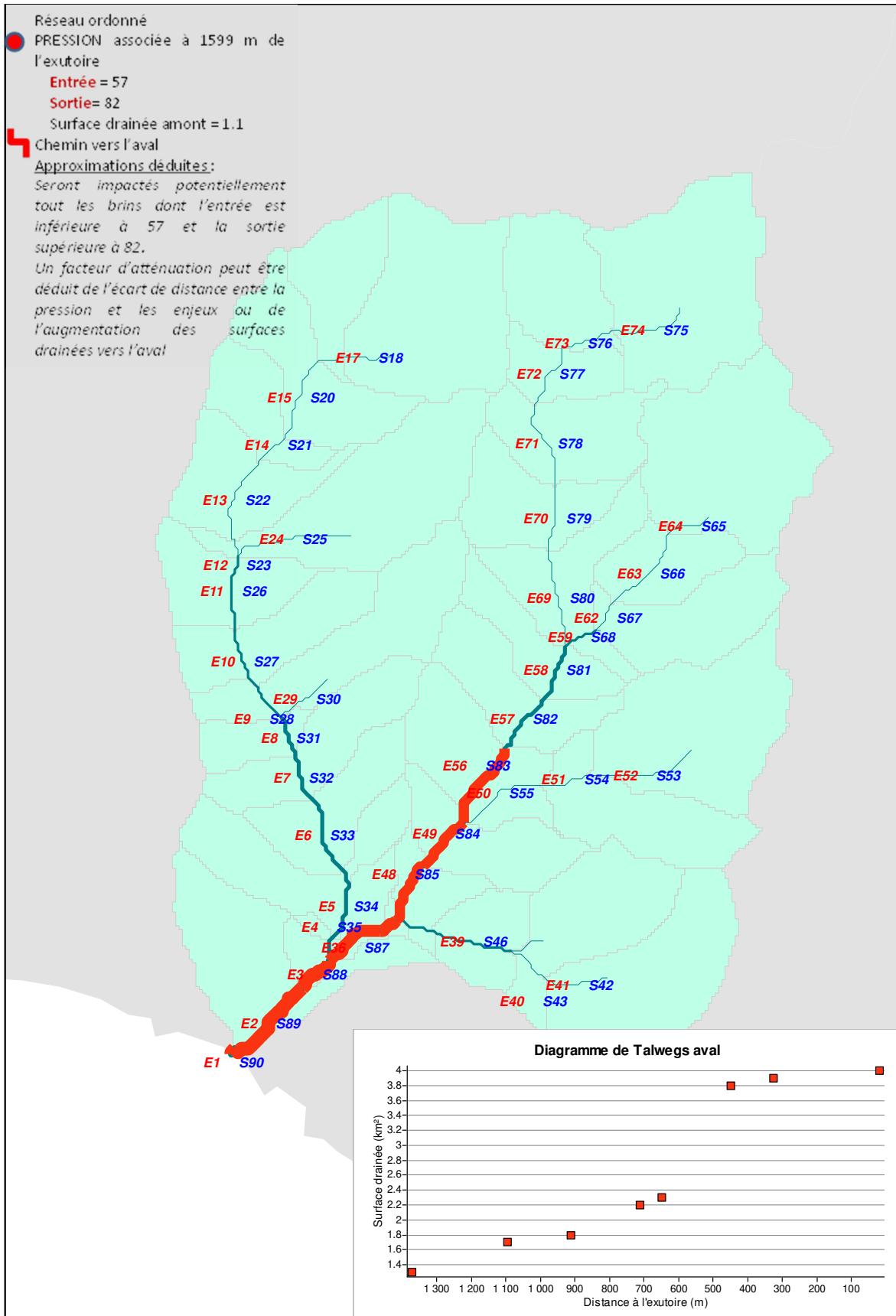


Figure 14 : Chemin à l'aval d'une pression et la surface drainée par cette pression

4.3 Pressions liées aux sols nus ou dégradés, sensibles à l'érosion et talwegs impactés à l'aval

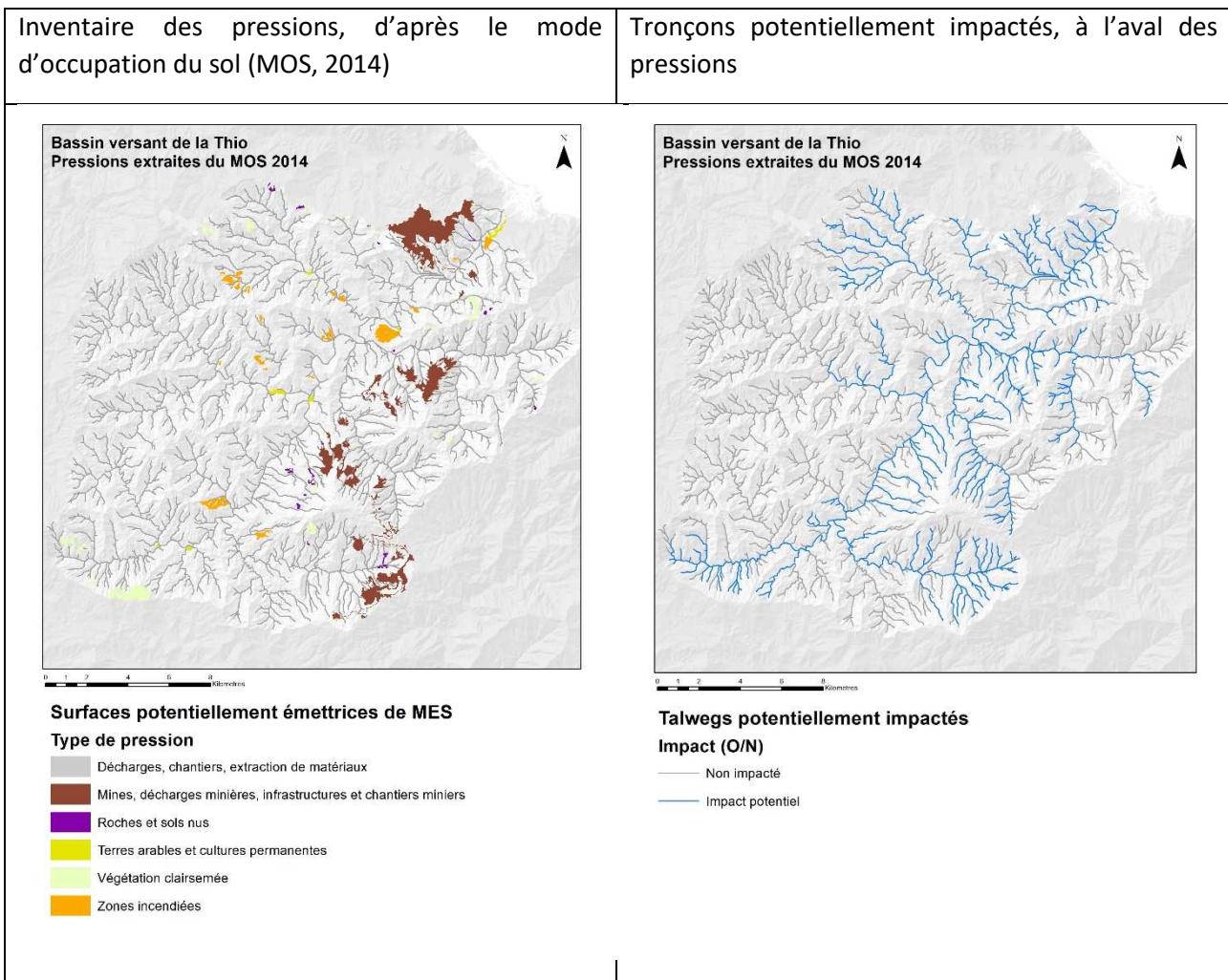
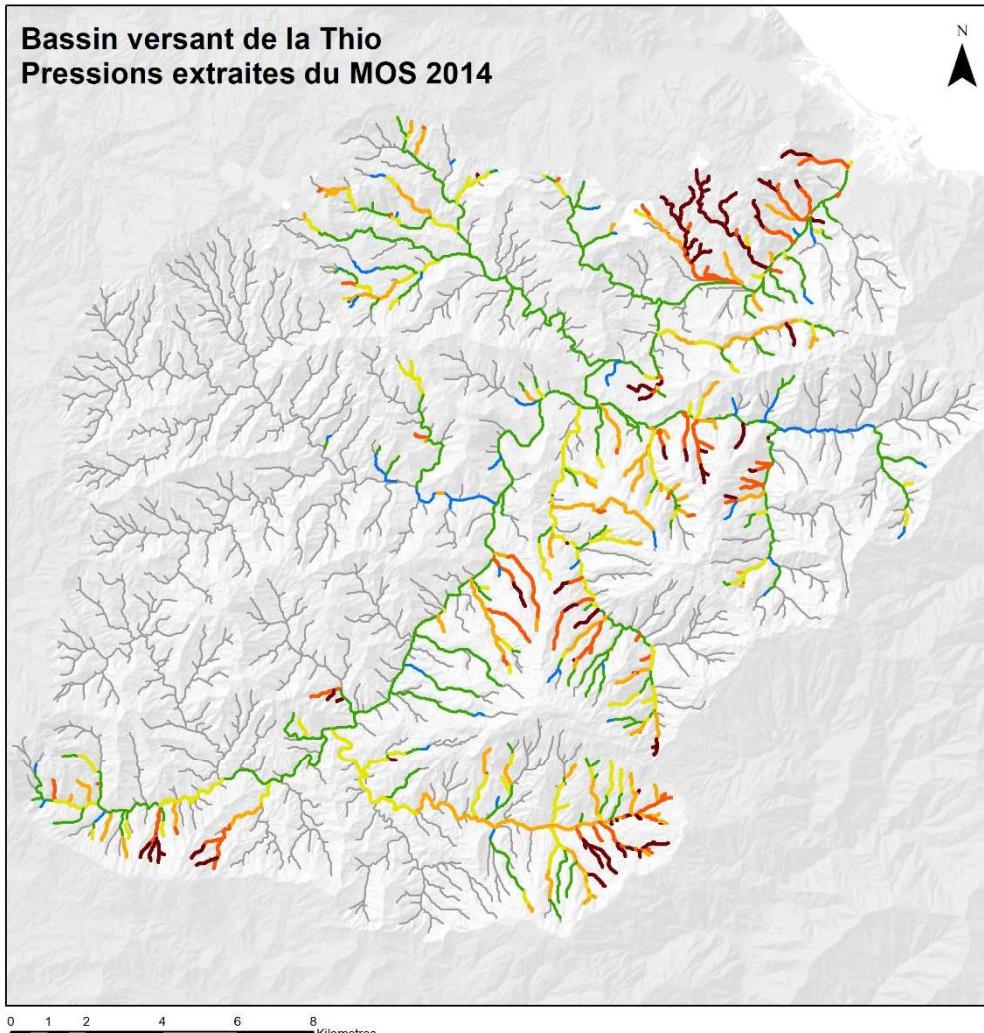


Figure 15 : Pressions liées aux sols nus ou dégradés sensibles à l'érosion, au sein du bassin versant de la Thio

Modes d'occupation des sols considérés	Aire (ha)	% du Bassin Versant Thio = 38 648 ha	Poids spécifique (par m ²)
Mines, décharges minières, infrastructures et chantiers miniers	1171 ha	3.03%	10
Roches et sols nus	49,8 ha	0.13%	1
Terres arables et cultures permanentes	52,8 ha	0.14%	5
Végétation clairsemée	299,1 ha	0.77%	1
Zones incendiées	233,7 ha	0.60%	10

Tableau 2 : Caractérisation des pressions liées aux sols nus ou dégradés (d'après le Mode d'Occupation des Sols 2014), au sein du bassin versant de la Thio

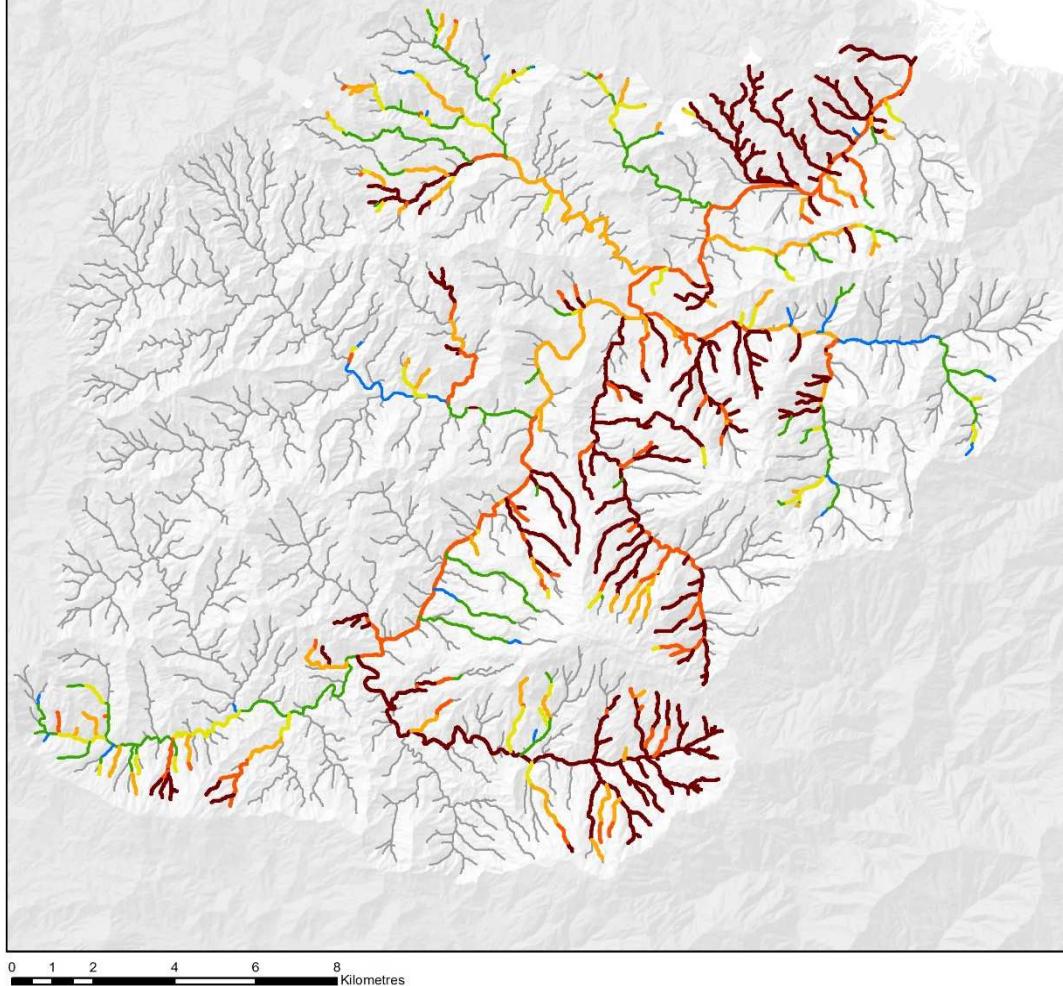


Talweds potentiellement impactés
Surface impactée / Surface drainée totale

- < 0.1%
- < 1%
- > 1% et < 5%
- > 5% et < 10%
- > 10% et < 25%
- > 25% et < 50%
- > 50%

Figure 16 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Thio, impacté par les sols nus ou dégradés (normalisé par les surfaces drainées)

Bassin versant de la Thio Pressions extraites du MOS 2014



Talwags potentiellement impactés Pondération Surface impactée / Surface drainée totale

- < 0.1%
- < 1%
- > 1% et < 5%
- > 5% et < 10%
- > 10% et < 25%
- > 25% et < 50%
- > 50%

Type de pression	Poids spécifique (/m ²)
Mines, décharges minières, infrastructures et chantiers miniers	10
Roches et sols nus	1
Terres arables et cultures permanentes	5
Végétation clairsemée	1
Zones incendiées	10

Figure 17 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Thio, impacté par les sols nus ou dégradés avec pondération selon le type de pression (poids spécifique et normalisation par les surfaces drainées)

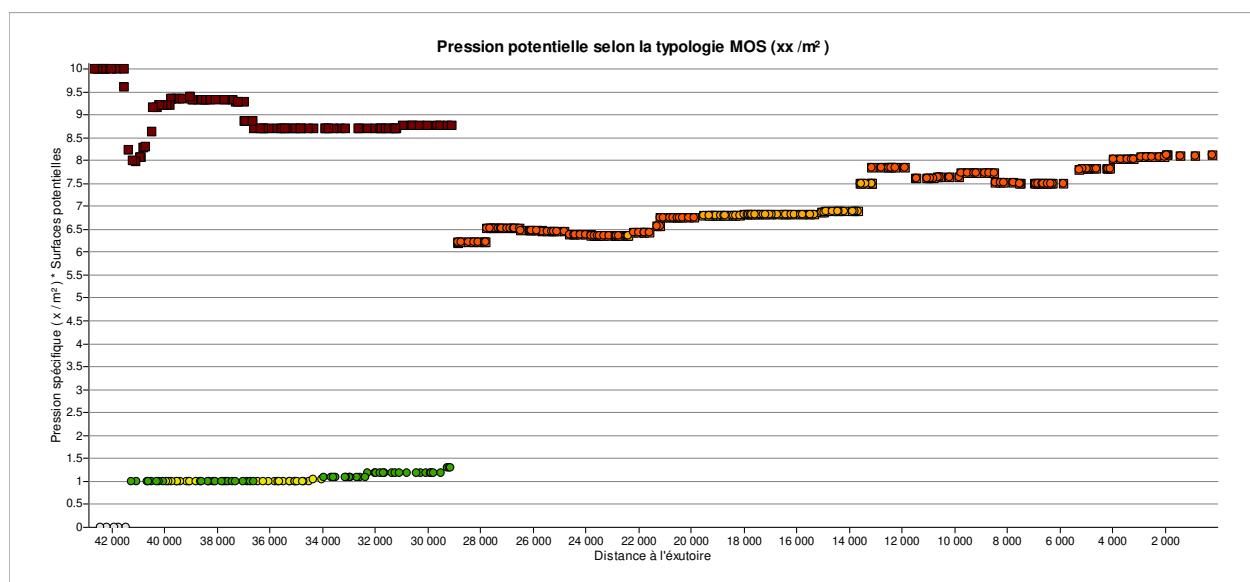
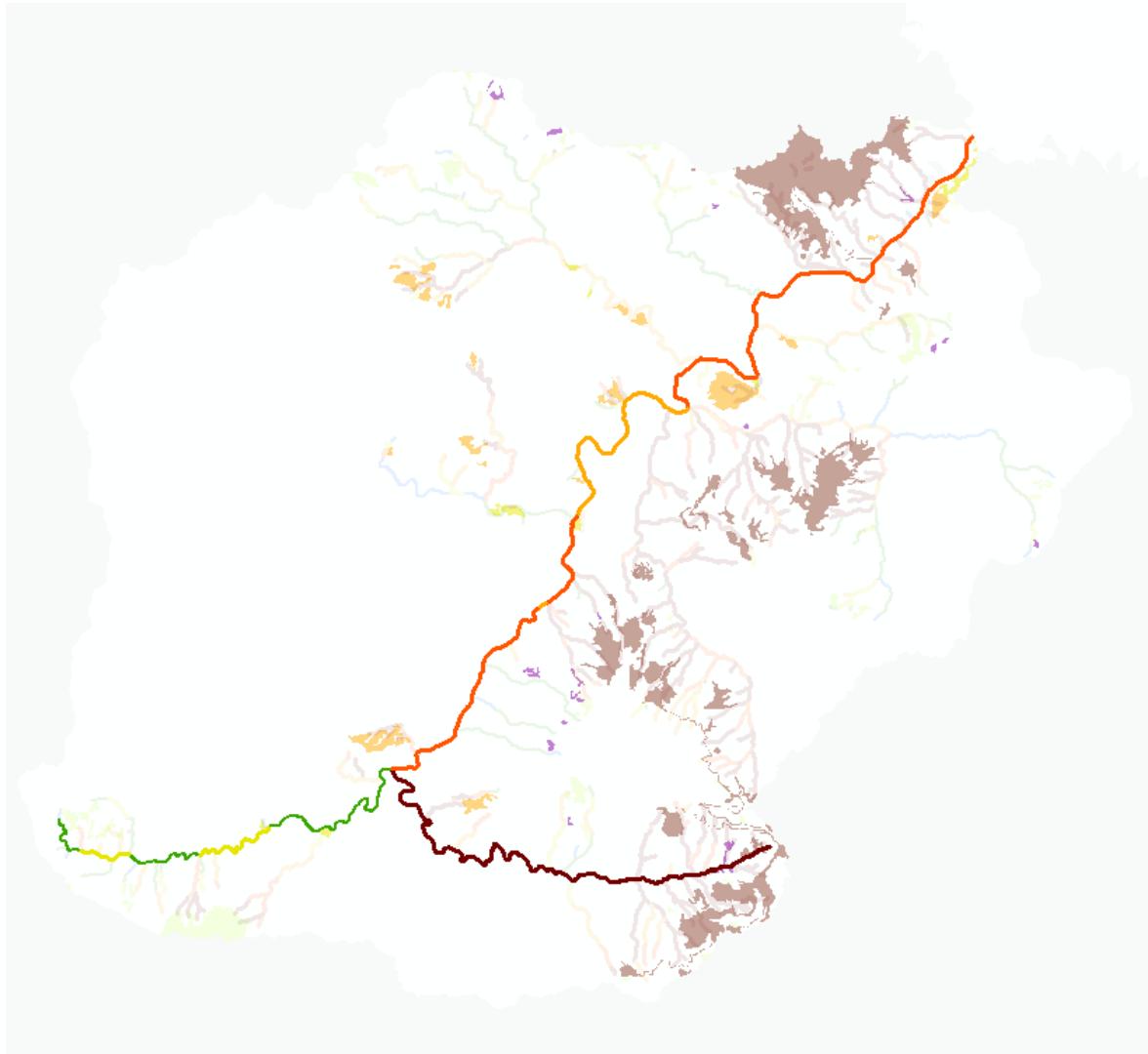


Figure 18 : Pressions potentielles estimées pour la rivière Thio, représentées cartographiquement (en haut) et selon le profil en long (en bas), depuis l'amont (à gauche) jusqu'à l'exutoire en mer (à droite)

4.4 Pressions liées aux incendies durant la saison 2019 et comparaison avec les surfaces dégradées d'origine minière

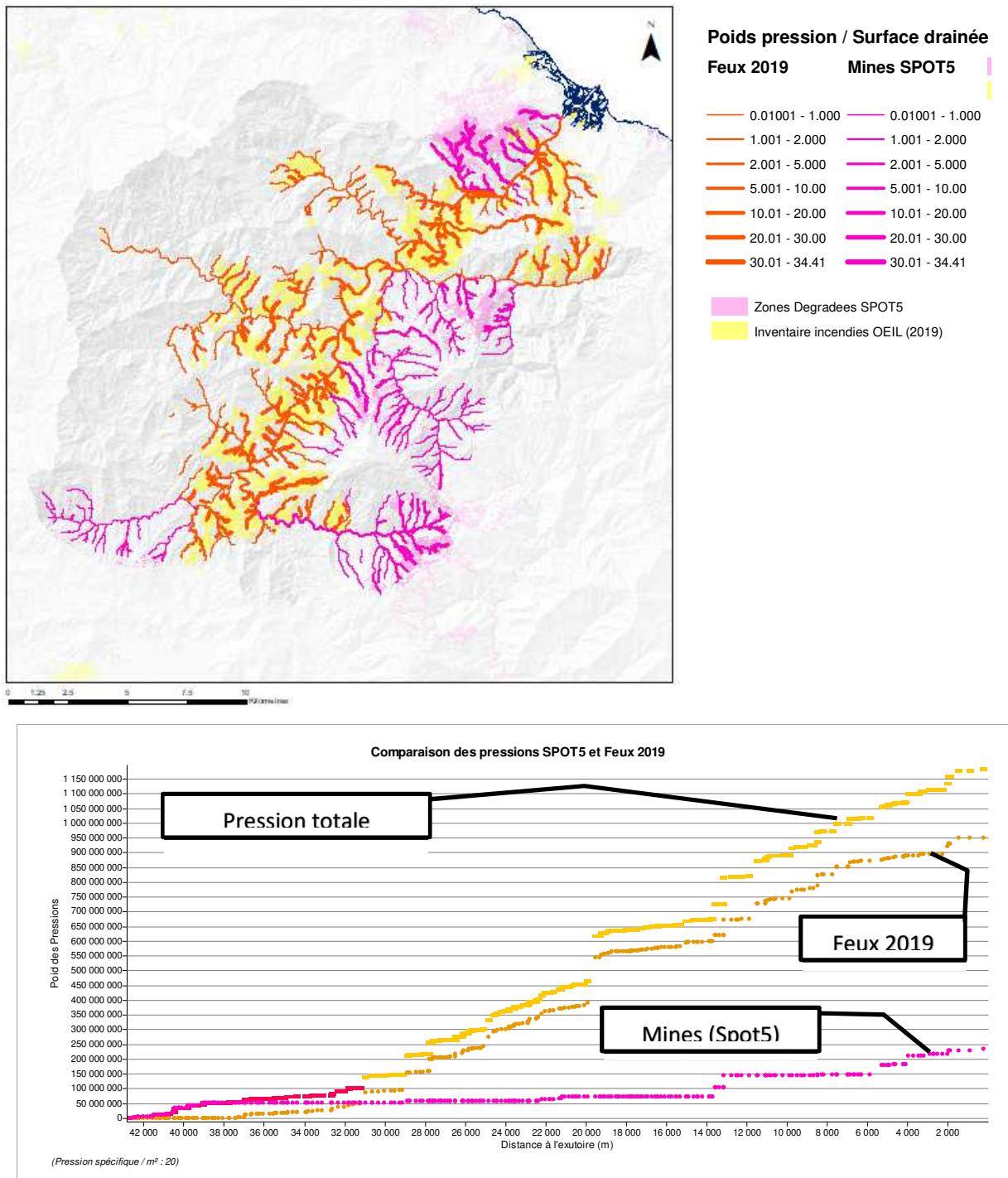


Figure 19 : Pressions liées aux incendies durant la saison 2019 (OEIL) et comparaison avec les surfaces dégradées d'origine minière (SPOT5, 2006), au sein du bassin versant de la Thio

4.5 Pressions liées aux bâtiments existants et talwegs impactés à l'aval

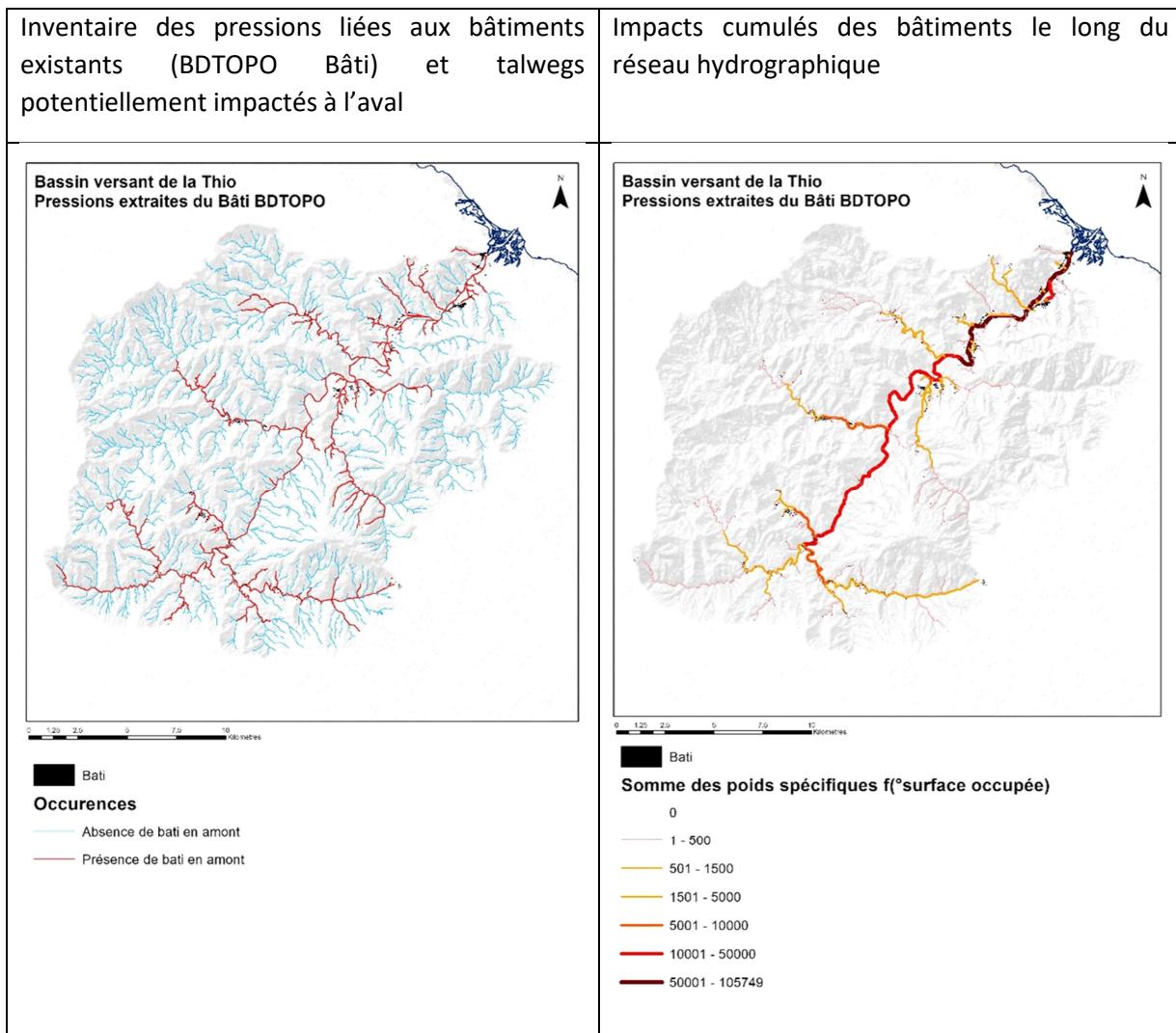


Figure 20 : Pressions liées aux bâtiments existant, et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio

Types de bâtiments considérés	Aire (m ²)	% du Bassin Versant Thio = 38 648 ha	Poids spécifique (par m ²)
BATIDUR	103 034	0.027%	1
BATILEG	5 428	0.000005%	0.5
DIVERS-S	0		0.1

Tableau 3 : Caractérisation des pressions liées aux bâtiments existants (d'après BDTOPO), au sein du bassin versant de la Thio

4.6 Pressions liées au réseau routier existant et talwegs impactés à l'aval

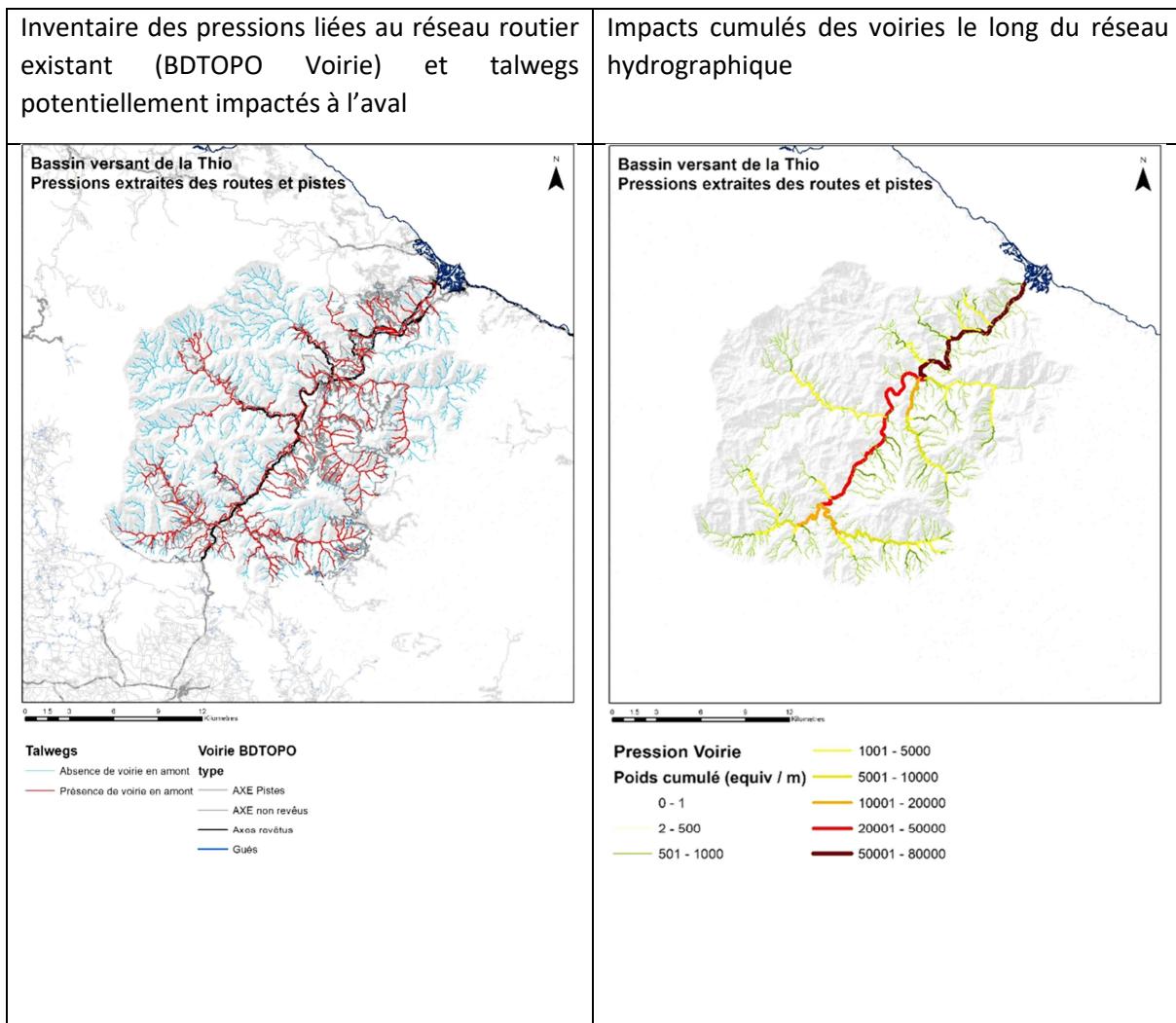


Figure 21 : Pressions liées au réseau routier existant et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio

Type de voirie pris en compte	Longueur cumulée (m)	% du Bassin Versant Thio = 38 648 ha	Poids spécifique (par ml)
GUE	757	Sans objet	10
AXREV (axes revêtus)	57 867	Sans objet	0.01
AXNREV (axes non revêtus)	179 015	Sans objet	0.1
AXEPISTE (axes des pistes)	531 621	Sans objet	0.1

Tableau 4 : Caractérisation des pressions liées au réseau routier existant (d'après BDTOPO), au sein du bassin versant de la Thio

4.7 Pressions liées aux prélèvements autorisés et talwegs impactés à l'aval

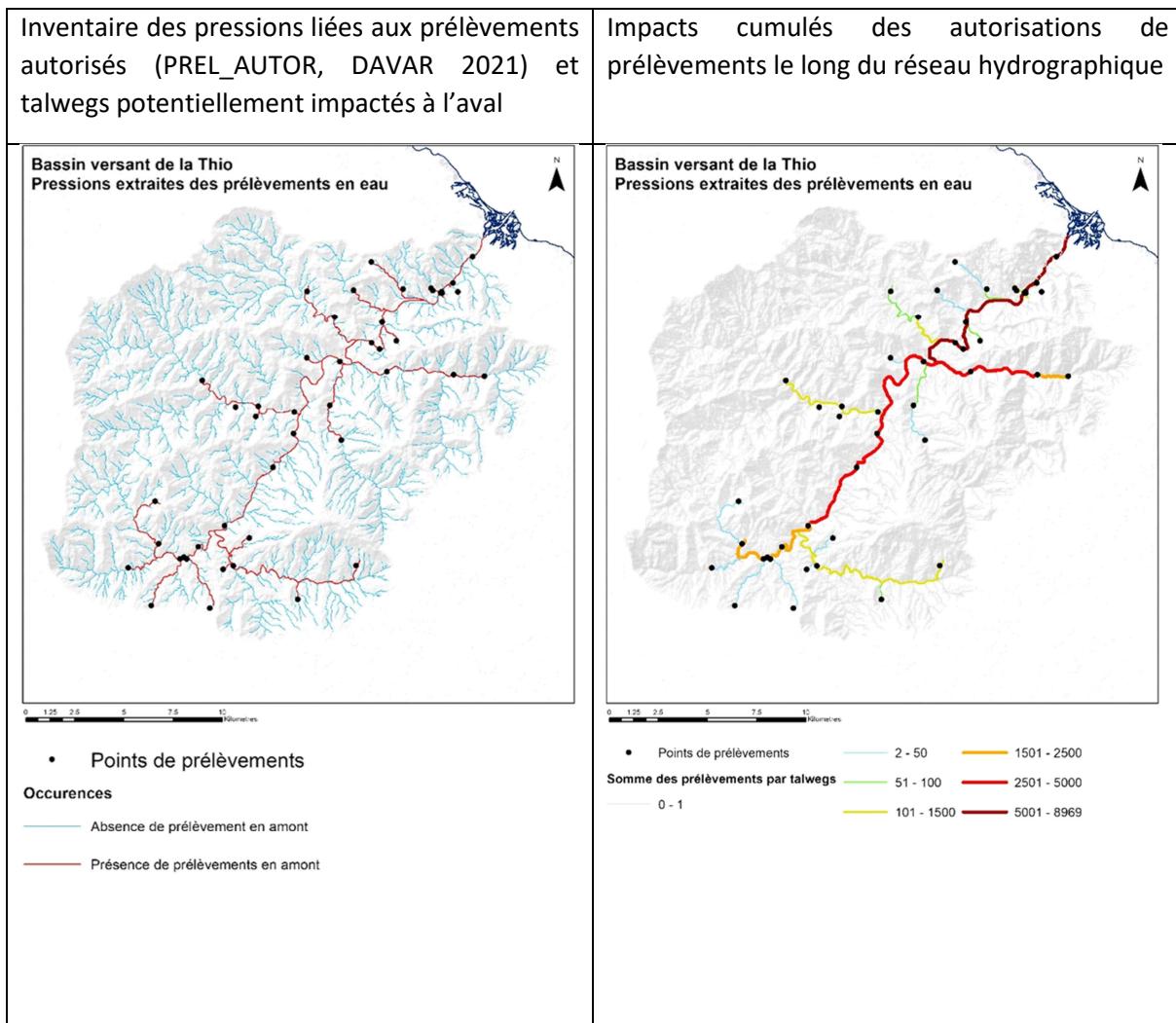


Figure 22 : Pressions liées aux prélèvements autorisés et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio

Type de pression	Aire (m ²)	% du Bassin Versant Thio = 38 648 ha	Poids spécifique (par m ²)
Tout prélèvement	Sans objet	Sans objet	Prélèvement autorisé

Tableau 5 : Caractérisation des pressions liées aux prélèvements autorisés (d'après PREL_AUTOR, DAVAR 2021), au sein du bassin versant de la Thio

5 Exemples de valorisation du référentiel hydrographique pour aider à la détermination des ressources stratégiques en eaux superficielles

5.1 Pression liée à l'habitat, à l'échelle de la Grande Terre

Cet exemple représente l'emprise du bâti comptabilisée en surface occupée par bassin versant. Un poids spécifique différent est attribué selon le type de bâtiment de la BDTOPO de Nouvelle Calédonie :

- BATIDUR avec un poids spécifique de 1 (1 unité par m²),
- BATILEG avec un poids spécifique de 0.1 (0.1 unité par m²).

La première carte (Figure 23) représente le réseau hydrographique impacté par l'habitat, et en particulier l'impact pondéré cumulé des bâtiments situés en amont. En outre, un effet de dilution est évalué dans le second cas (Figure 24).

Le profil en long montre l'évolution de l'impact sur la rivière principale (C) et montre la présence des zones plus densément urbanisées à l'aval. (Figure 23).

La différence entre les deux cartes (Figure 23, Figure 24 : C) est illustrée sur le profil en long de la rivière principale (Figure 25) :

- Les cercles représentent en chaque brin de la rivière, l'impact pondéré cumulé des pressions associés à l'habitat. La vulnérabilité relative est plus élevée à l'exutoire de la rivière en relation avec le nombre de bâtiment qui augmente fortement au droit du village.
- Les triangles représentent en chaque brin de la rivière, l'impact pondéré cumulé des pressions associés à l'habitat en intégrant un effet de dilution selon la surface drainée. La vulnérabilité relative est plus élevée en tête du bassin versant et à l'exutoire de la rivière, respectivement à cause de la taille limitée du bassin versant puis de la densité de bâtiment droit du village. La vulnérabilité est la plus faible dans une zone intermédiaire à cause de cet effet de dilution par la surface drainée.

La symbologie utilise 5 classes (percentiles) de 20% de la distribution ordonnée des valeurs (Figure 26). Les couleurs représentent des classes de vulnérabilité relative : Très faible à Très forte.

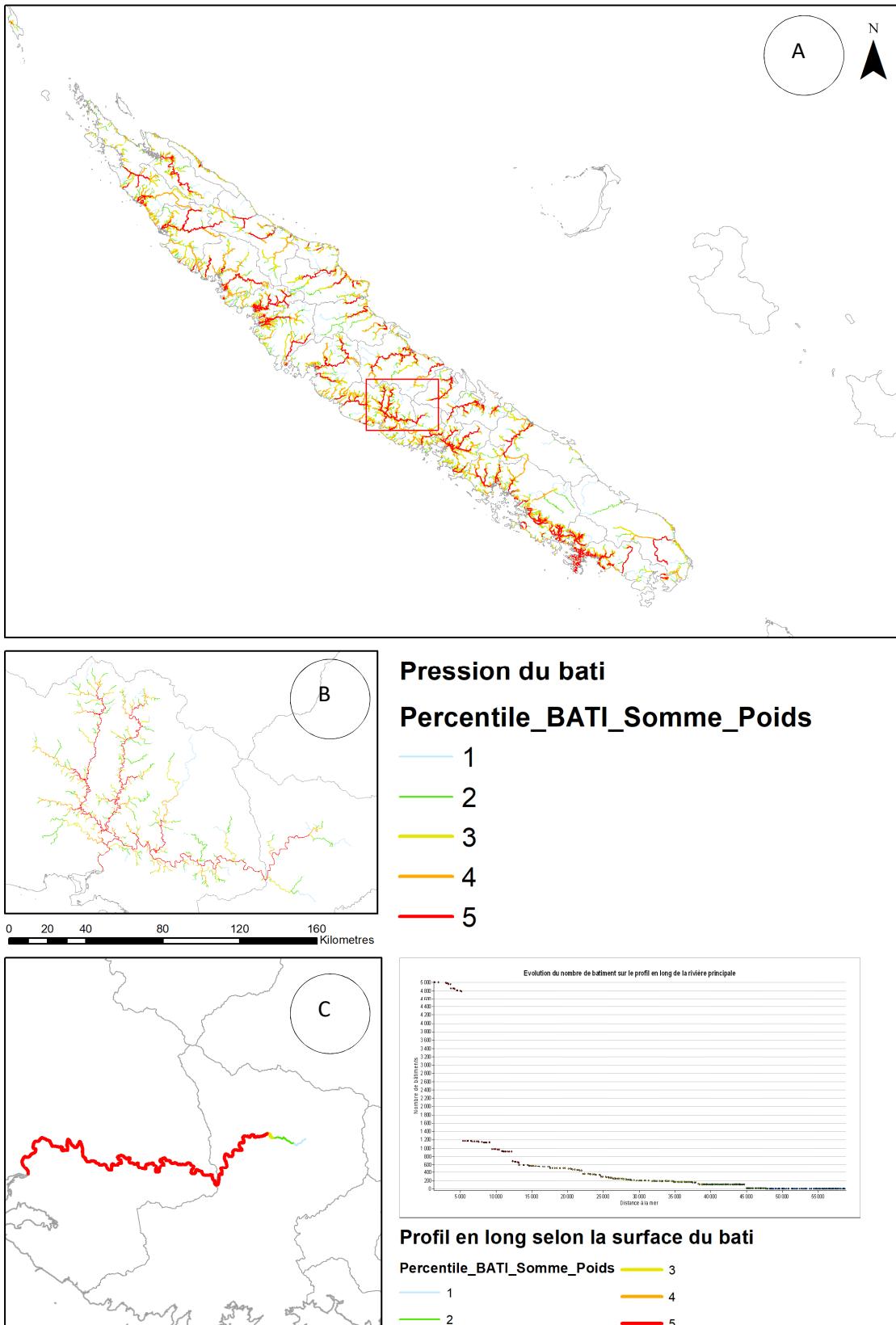


Figure 23 : Réseau hydrographique impacté par l'habitat (impact pondéré cumulé des brins)

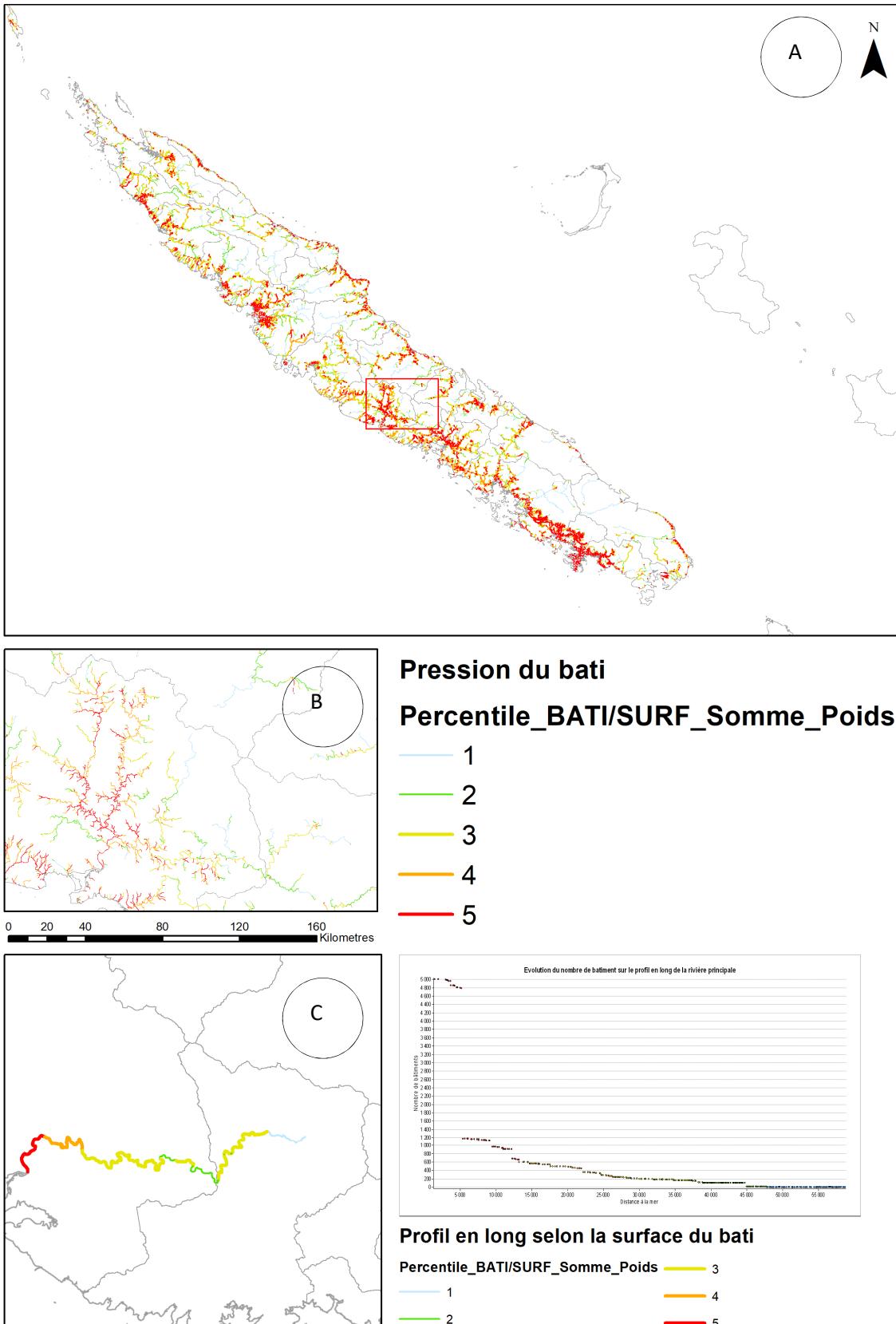


Figure 24 : Réseau hydrographique impacté par l'habitat (impact pondéré cumulé des brins) avec effet de dilution selon la surface drainée

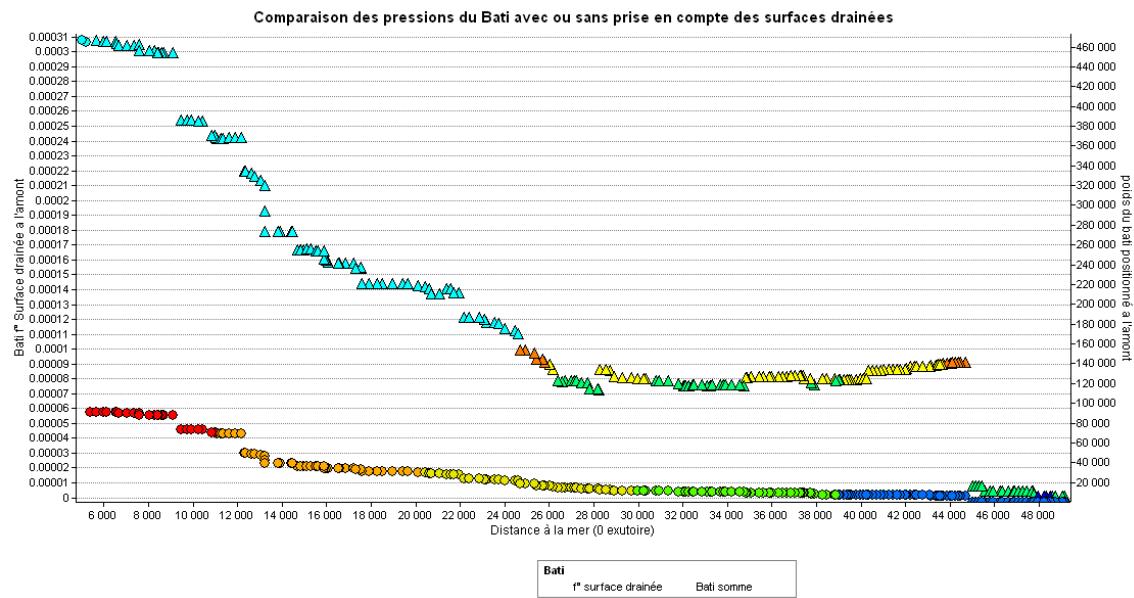


Figure 25 : Profil en long de l'impact pondéré cumulé des pressions associés à l'habitat avec ou sans un effet de dilution selon la surface drainée (C, Figure 23, Figure 24) les couleurs varient du bleu au rouge selon l'intensité de la pression calculée

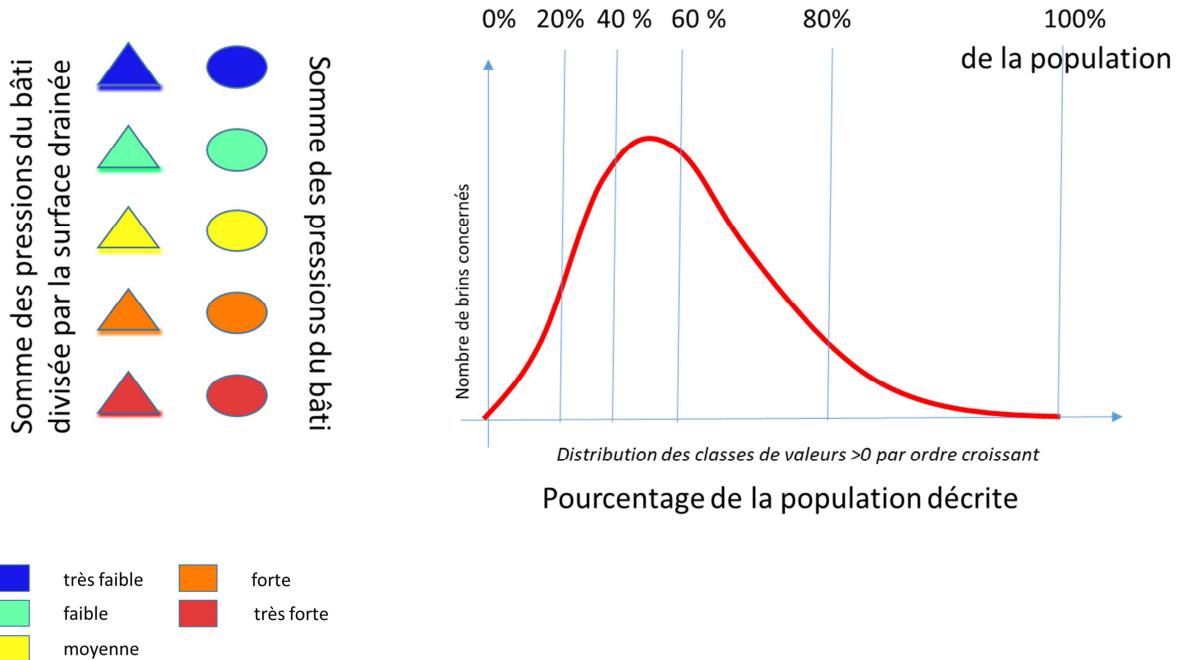


Figure 26 : Détermination des classes de vulnérabilité relative selon la distribution des impacts induits par les pressions

5.2 Pressions liées aux sols nus ou dégradés par l'activité minière dans le bassin versant de la rivière Thio

Cet exemple représente l'impact cumulé associé aux sols nus ou dégradés par l'activité minière dans le bassin versant de la Thio. Les données sont issues de la cartographie du MOS (2014, code 140). Deux cas sont distingués :

- Les pressions augmentent depuis l'amont vers l'exutoire puisque de plus en plus de surfaces sont concernées (Figure 23). Des accroissements discontinus sont visibles à la confluence avec des affluents plus particulièrement impactés par l'activité minière.
- En considérant un effet de dilution ou atténuation selon la surface drainée, les impacts sont plus importants à proximité des sources de pollution du fait de surface drainée limitée. Des augmentations plus faibles à la faveur d'affluents relativement plus impactés par l'activité minière.

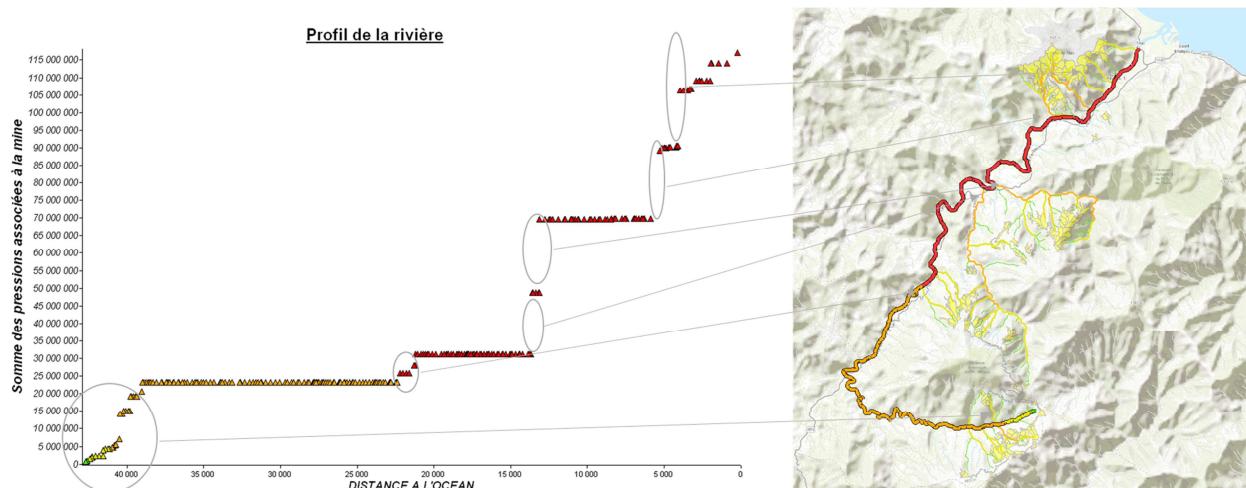


Figure 27 : Réseau hydrographique principal de la Thio impacté par les sols nus ou dégradés par l'activité minière (impact cumulé des brins)

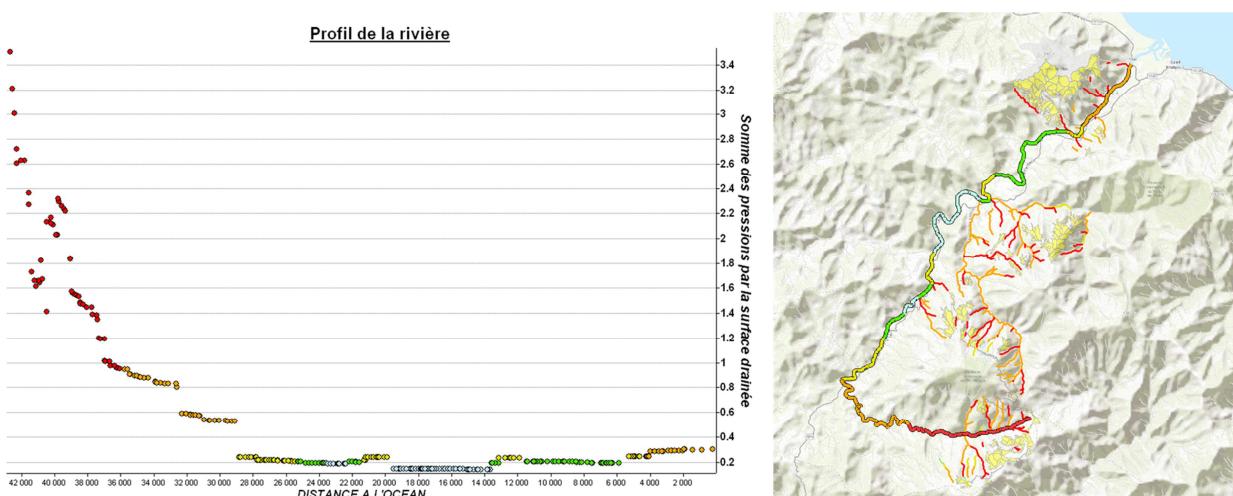


Figure 28 : Réseau hydrographique principal de la Thio impacté par les sols nus ou dégradés par l'activité minière (impact cumulé des brins) avec effet de dilution selon la surface drainée

5.3 Combinaison de multiples pressions à l'échelle de la Grande Terre

L'exploitation du référentiel hydrographique et des outils associés permet d'estimer différents scénarios pressions potentielles pondérées par les surfaces drainées de chaque talweg.

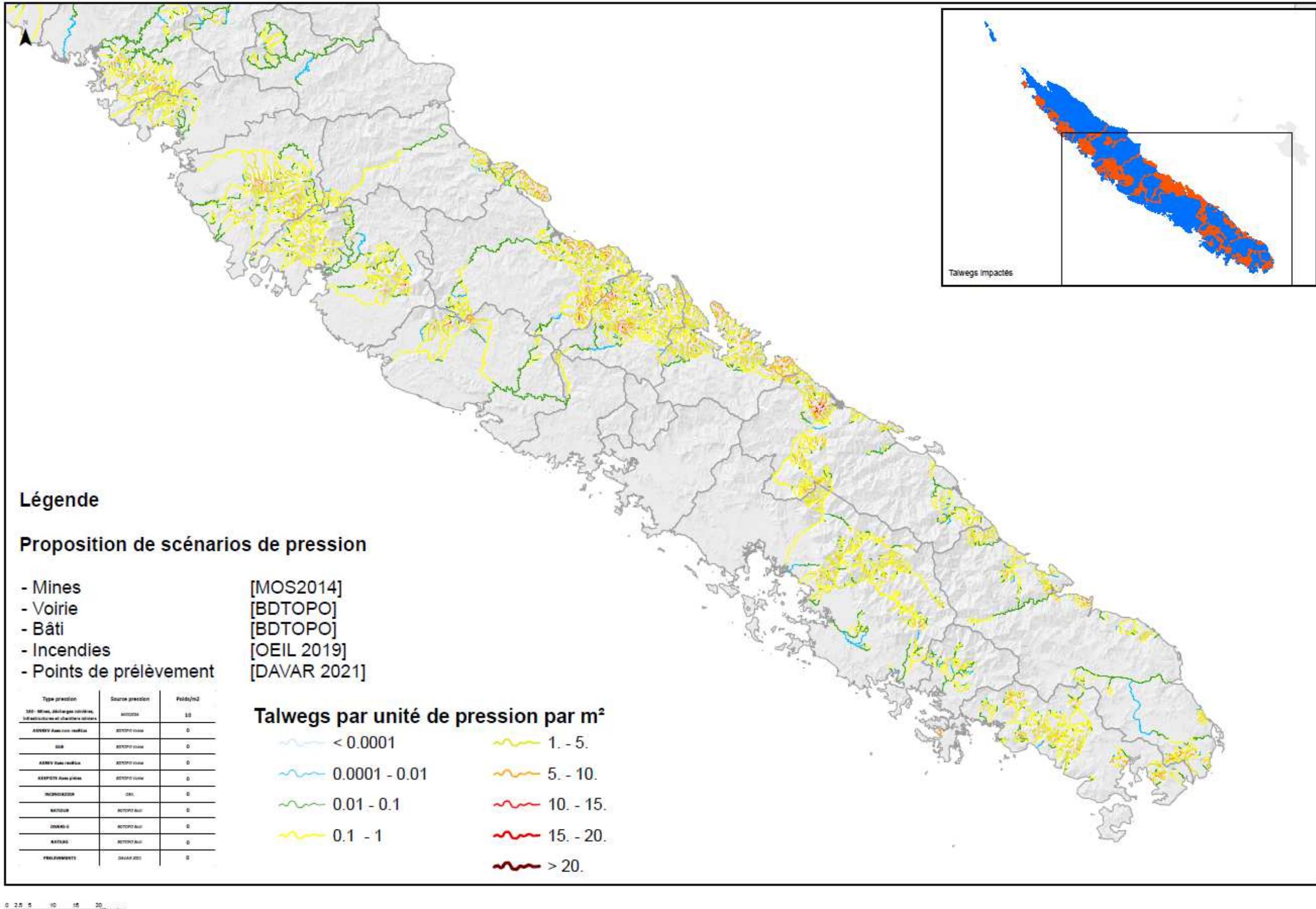
Il s'agit d'un exercice pour lequel les valeurs spécifiques affectées aux pressions ont été fixées arbitrairement. Des ajustements issus des discussions des groupes de travail dédiés de la politique de l'eau Partagé : PEP OS1 et OTB seraient les bienvenus.

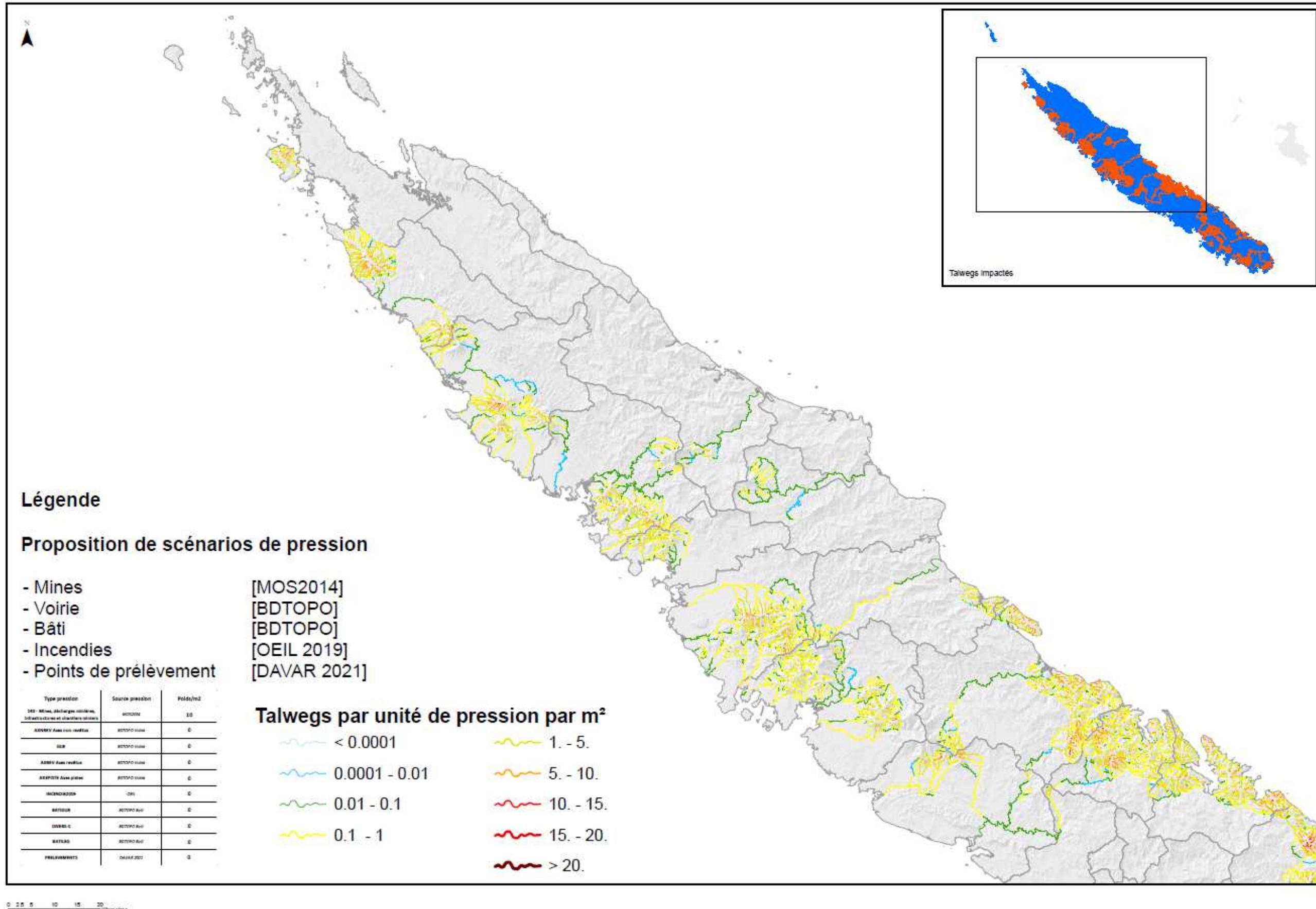
Le récapitule les hypothèses considérées pour les 4 exemples traitées à l'échelle de la Grande-Terre.

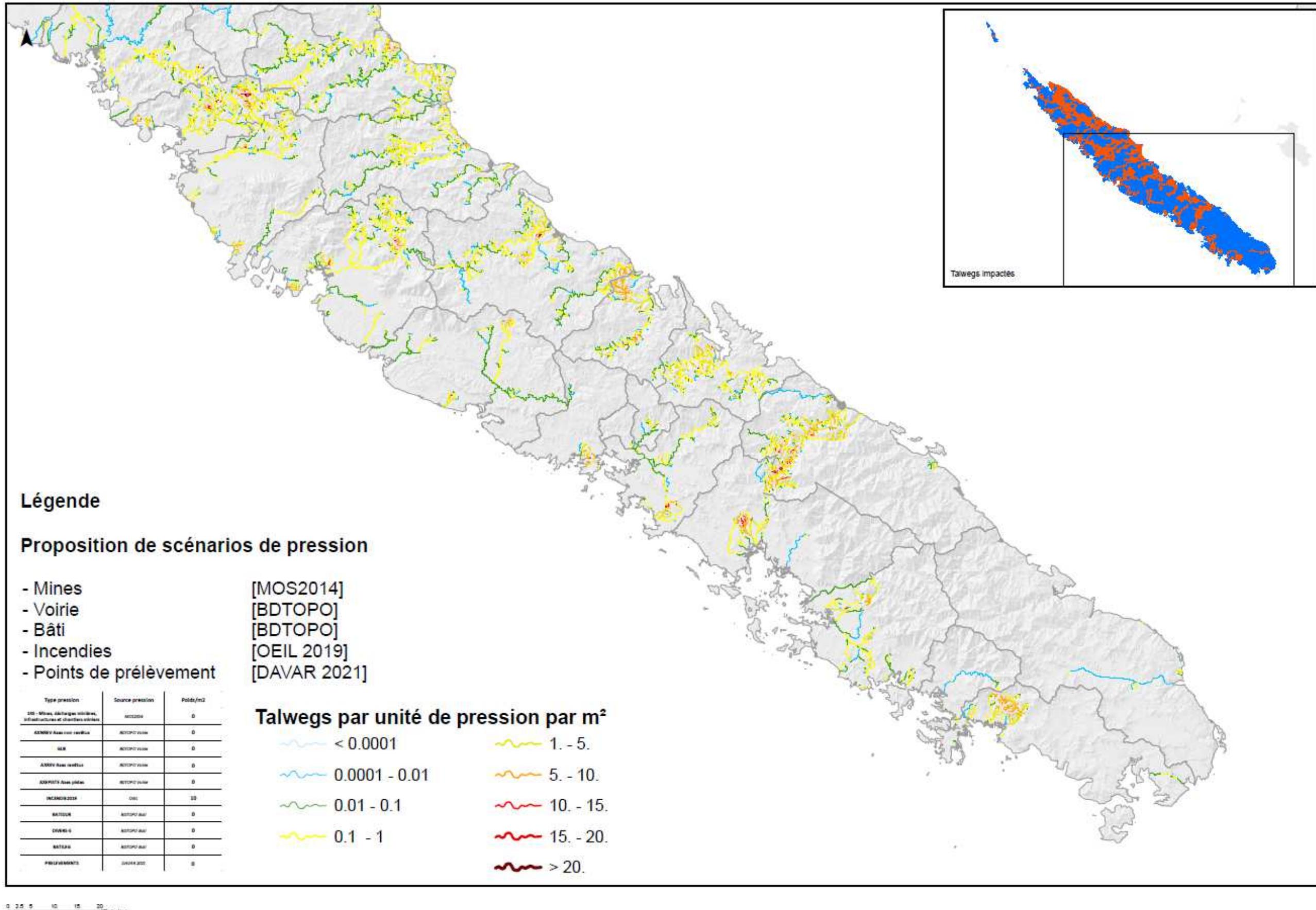
Pression (Source)	Type pression	Exemple 1	Exemple 2	Exemple 3	Exemple 4
		Poids ²	Poids	Poids	Poids
Occupation des Sols (MOS 2014)	140 - Mines, décharges minières, infrastructures et chantiers miniers	10	0	10	10
Voirie (BDTOPO)	Axes non revêtus (AXNREV)	0	0	0	0.1
Voirie (BDTOPO)	GUE	0	0	0	2
Voirie (BDTOPO)	Axes revêtus (AXREV)	0	0	0	0.01
Voirie (BDTOPO)	Axes pistes (AXEPISTE)	0	0	0	0.1
Incendies (ŒIL)	Surfaces incendiées en 2019	0	10	10	10
Bâti (BDTOPO)	BATIDUR	0	0	0	1
Bâti (BDTOPO)	DIVERS-S	0	0	0	0.01
Bâti (BDTOPO)	BATILEG	0	0	0	0.1
Prélèvements autorisés (DAVAR 2021)	Volumes autorisés (m3)	0	0	0	Valeurs
Résultats		Figure 29, Figure 30	Figure 31, Figure 32	Figure 33, Figure 34	Figure 35, Figure 36

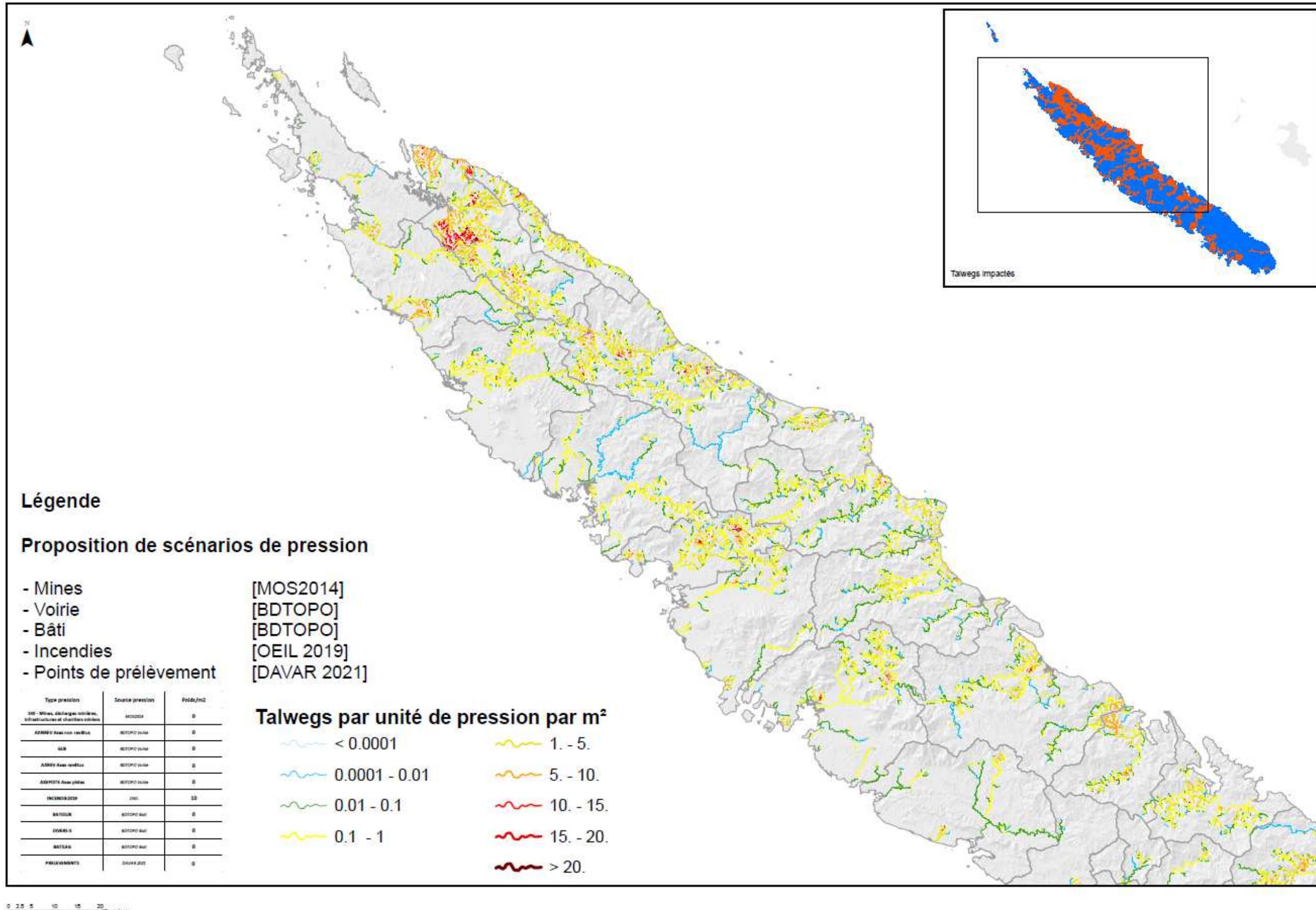
Tableau 6 : Données et poids considérés selon quatre scénarios de combinaison des pressions (0 équivalent à non comptabilisée)

² Poids spécifiques en (/m² ou /ml) ; 0 équivalent à non comptabilisé.


 Figure 29 : Exemple 1 - Pression MOS 140 (Mines) par m² drainé de chaque talwegs - secteur Sud


 Figure 30 : Exemple 1 - Pression MOS 140 (Mines) par m² drainé de chaque talwegs - secteur Nord


 Figure 31 : Exemple 2 - Pression incendie (OEIL 2019) par m² drainé de chaque talweg - secteur Sud


 Figure 32 : Exemple 2 - Pression incendie (OEIL 2019) par m² drainé de chaque talweg - secteur Nord

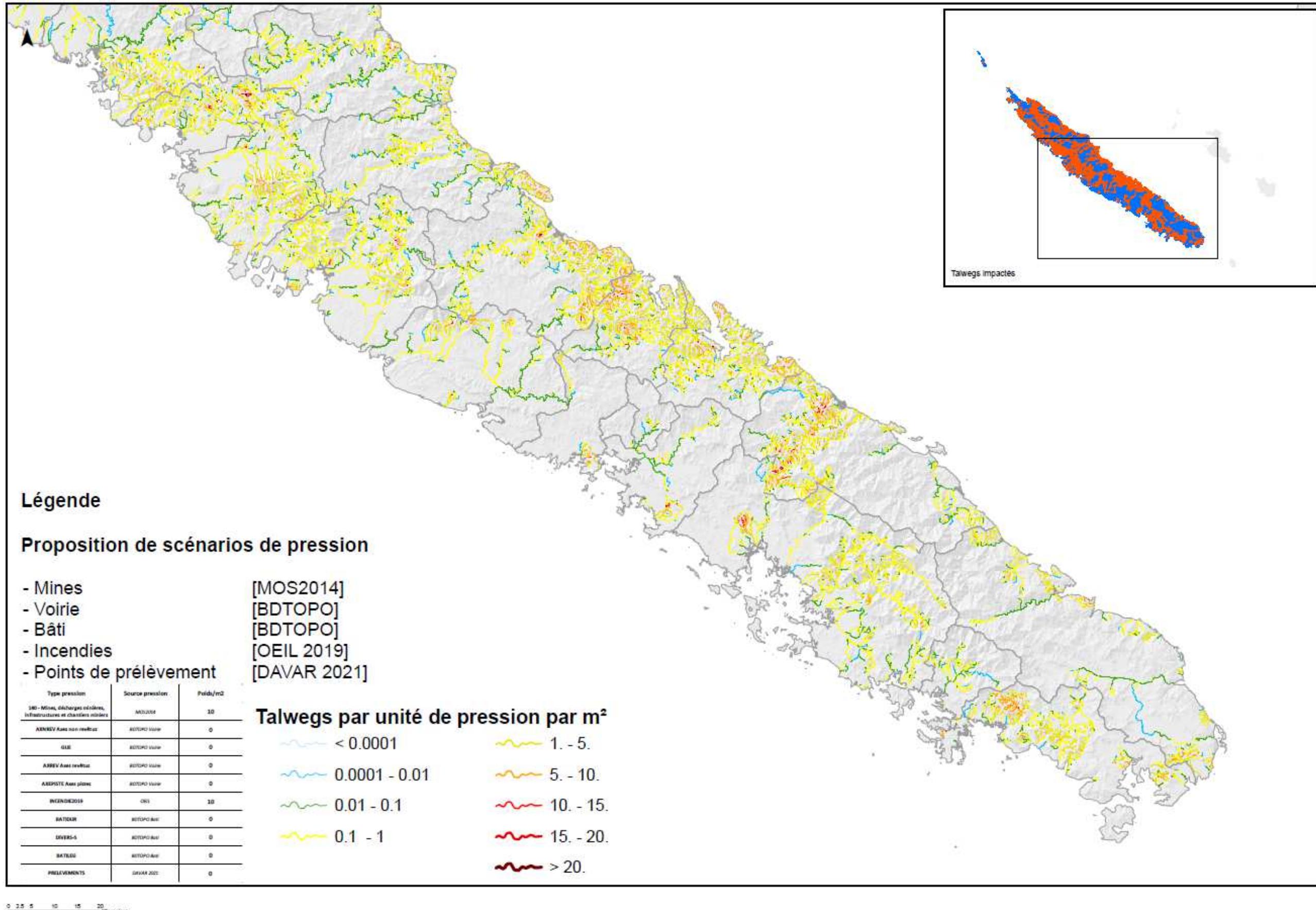


Figure 33 : Exemple 3 - Pressions MOS 140 (Mines) et Incendies (OEIL 2019) par m² drainé de chaque talwegs - secteur sud

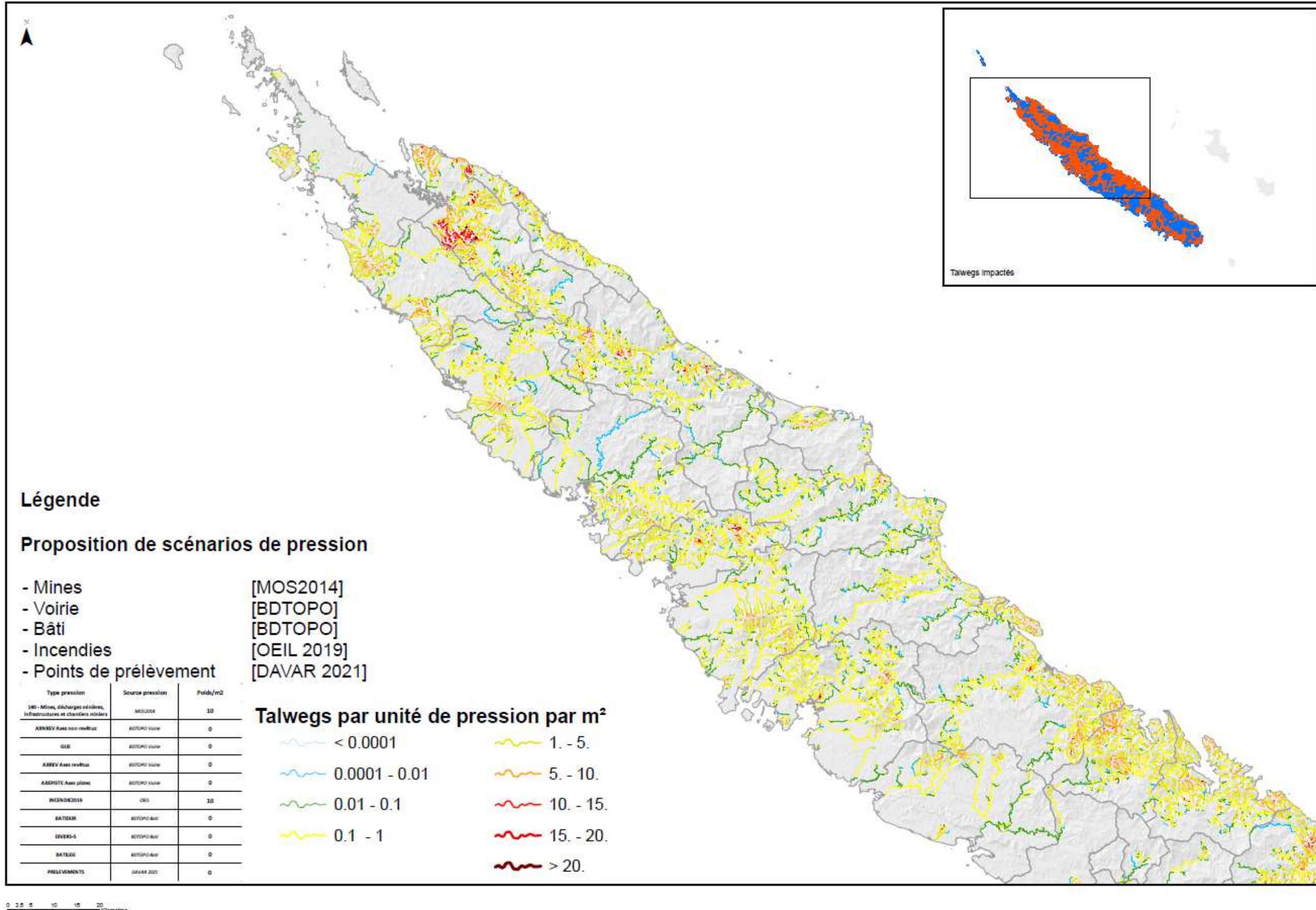
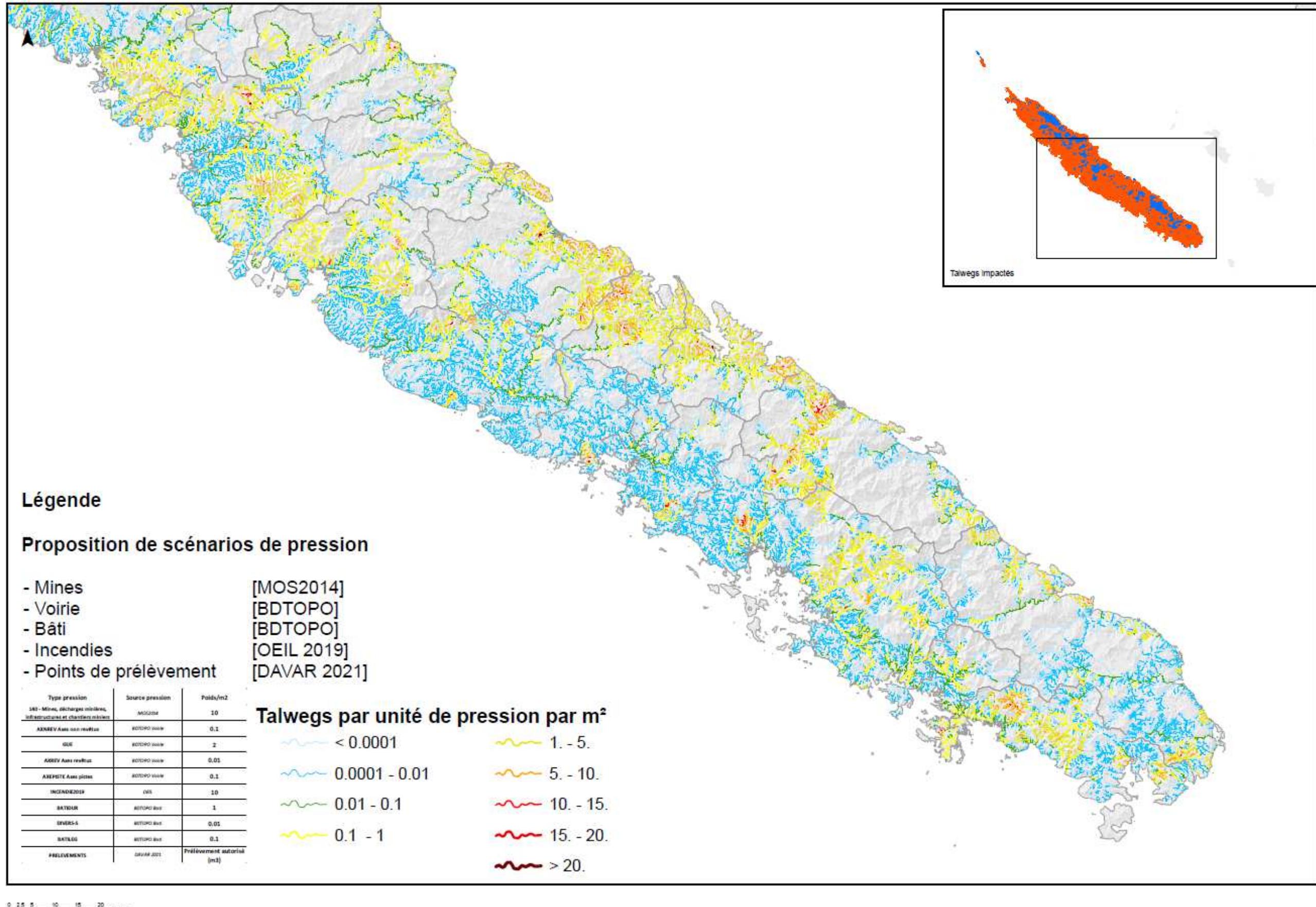
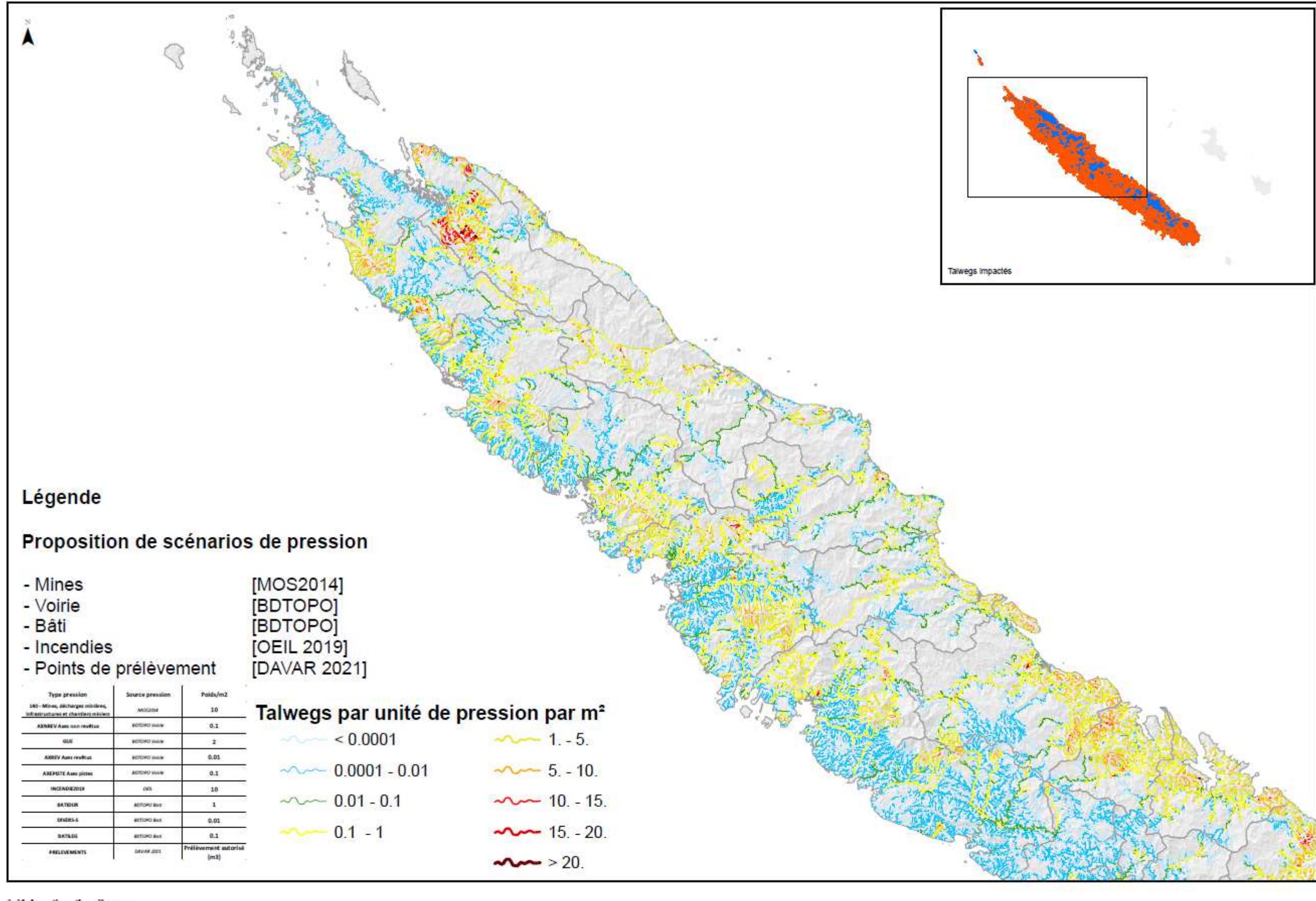


Figure 34 : Exemple 3 - Pressions MOS 140 (Mines) et Incendies (OEIL 2019) par m² drainé de chaque talwegs - secteur Nord


 Figure 35 : Exemple 4 - Pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement par m² drainé de chaque talwegs - secteur Sud


 Figure 36 : Exemple 4 - Pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement par m² drainé de chaque talweg - secteur Nord

5.4 Combinaison de multiples pressions selon le profil en long de la rivière Thio

Les traitements précédents peuvent être valorisés à l'échelle d'un cours d'eau. La Figure 37 montre l'évolution des différentes pressions (exemple 4, Figure 35) pour le cas de la rivière de la Thio. En tête de bassin versant prédomine les pressions liées à la Mine. A environ 37,5 km de l'exutoire, les pressions liées aux incendies apparaissent.

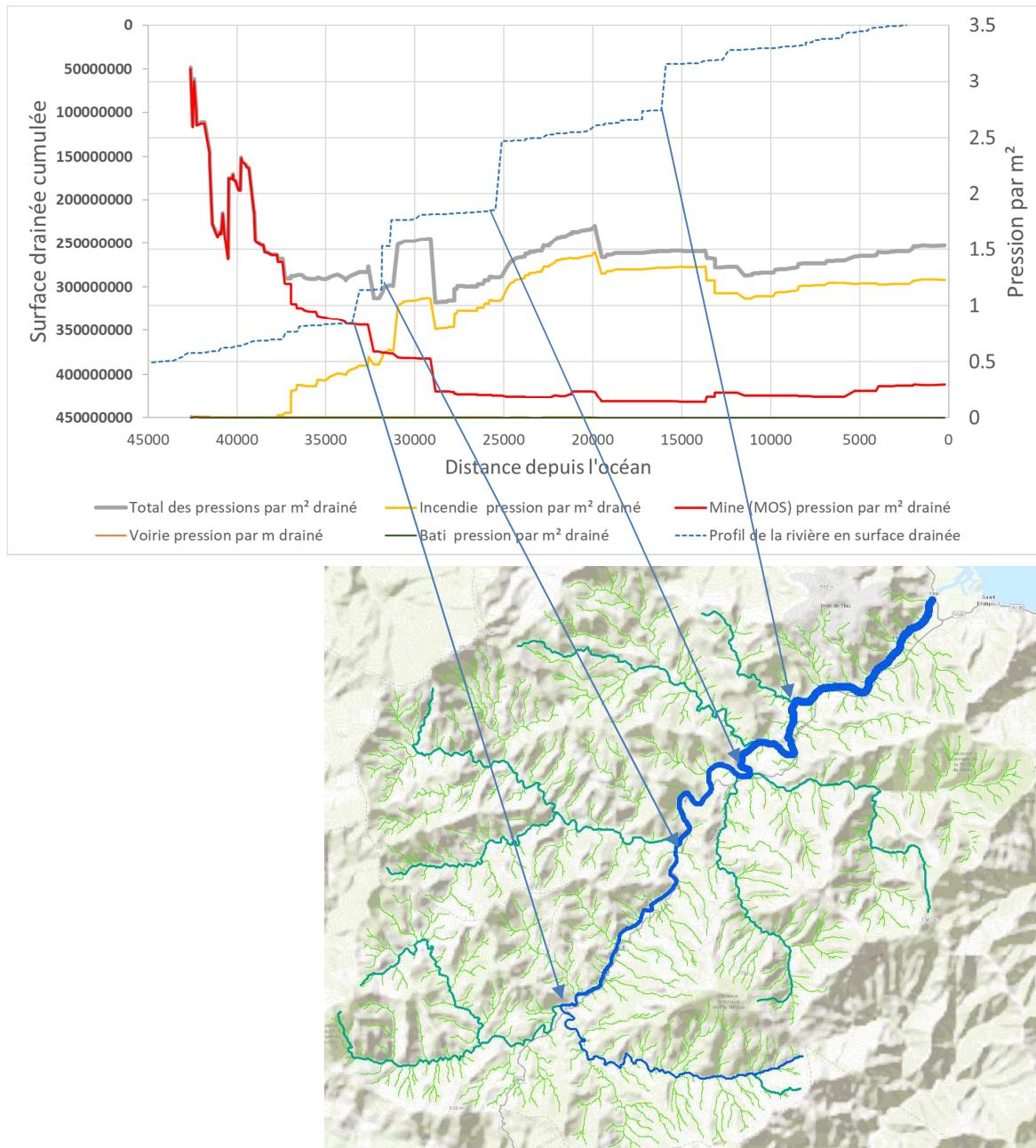


Figure 37 : Combinaison de différentes pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement (Exemple 4) impactant la rivière principale de la Thio

5.5 Sensibilité aux sources de données relatives aux pressions

5.5.1 Pressions associées aux sols nus ou dégradés par l'activité minière

Deux sources d'informations permettant d'accéder à la cartographie des sols nus ou dégradés par l'activité minière ont été utilisées dans un souci d'analyse de sensibilité :

- L'atlas des surfaces dégradées par l'activité minière à l'aide des images du satellite SPOT5 (2006)³.
- La cartographie du Mode d'occupation des Sols (2014), issue des images du satellite SPOT6 et notamment les unités identifiées comme « Mines, décharges minières, infrastructures et chantiers miniers » (Code 140).

A l'échelle du bassin versant de la Thio, les données cartographiques ne semblent pas très différentes (Figure 39).

L'évaluation en terme de pressions par m² drainé, est représenté selon le profil longitudinal de la rivière La Thio (Figure 38). Les résultats obtenus sont comparables pour les deux sources de données. Des différences plus significatives apparaissent à proximité des zones minières mais s'estompent rapidement vers l'aval.

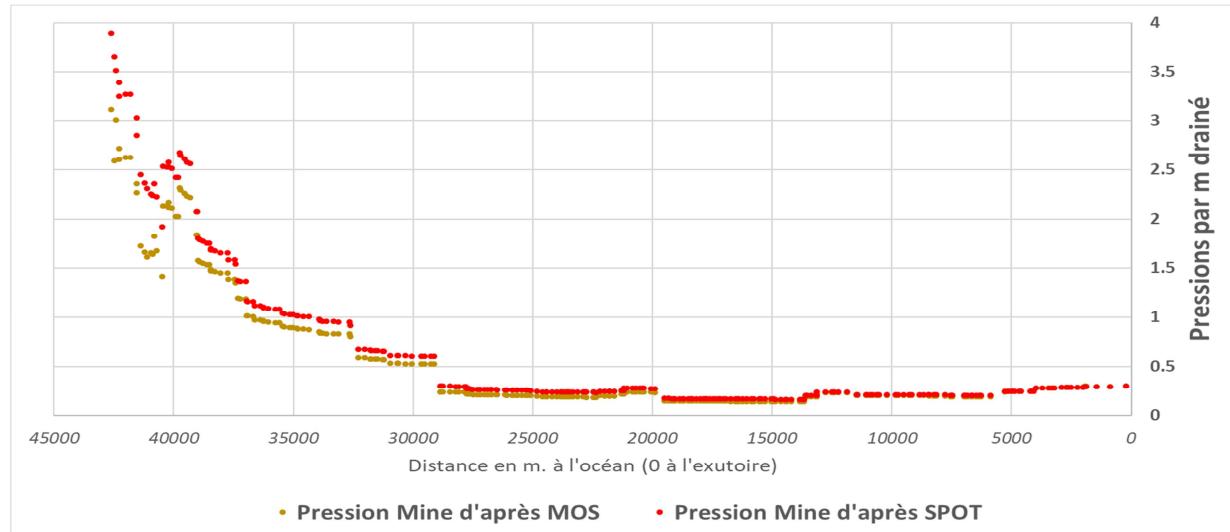


Figure 38 : Profil en long des pressions induites par les sols dégradés par l'activité minière selon deux sources (MOS 2014, SPOT 2006)

³ https://sig-public.gouv.nc/atlasmines/Cartographie_des_surfaces_degradees-Atlas.pdf

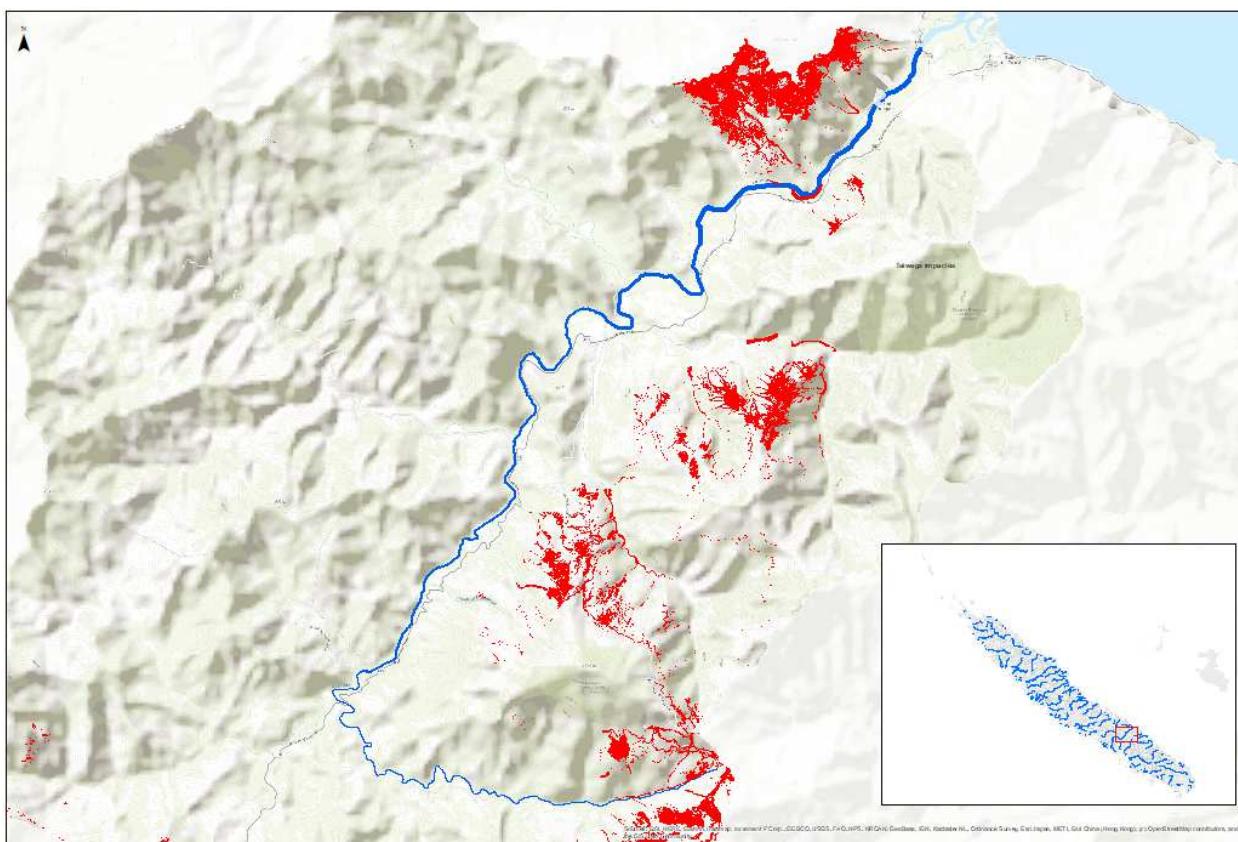
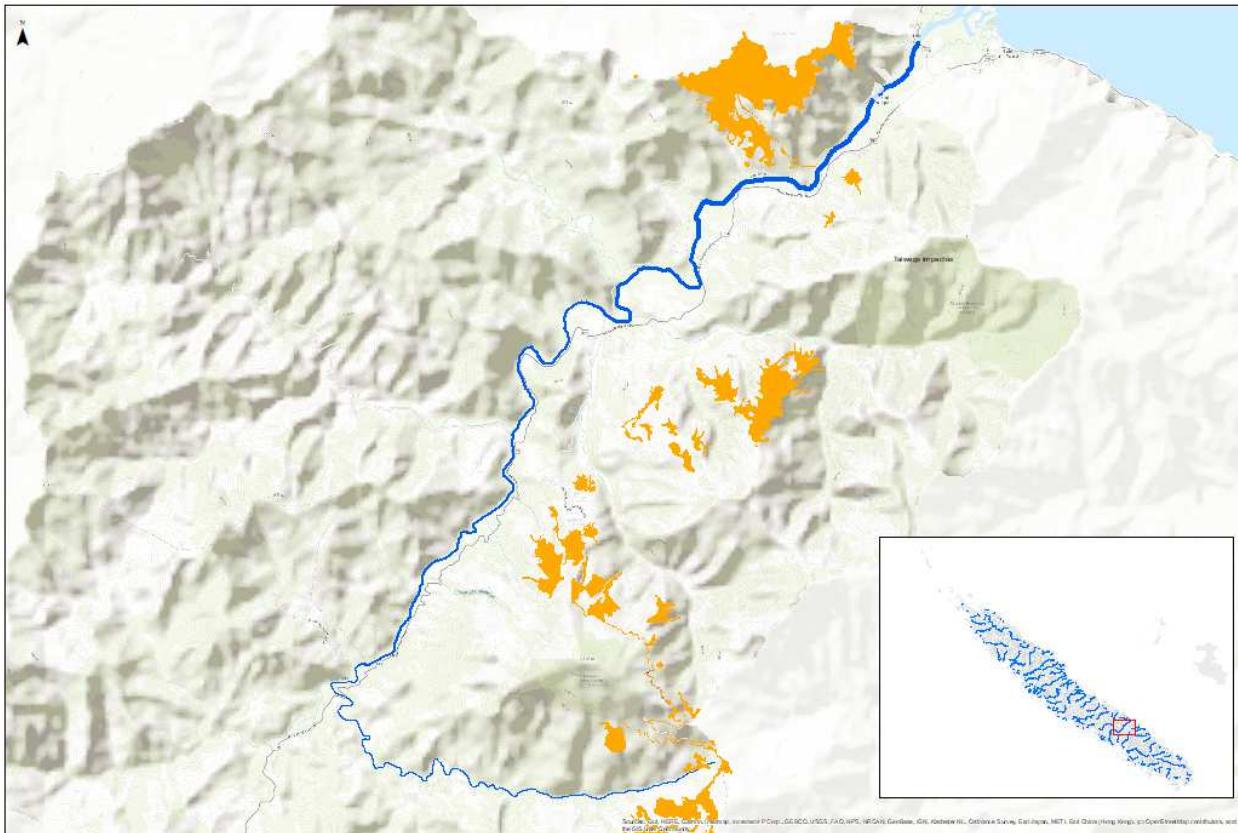


Figure 39 : Cartographie des pressions liées à l'activité minière dans le bassin versant de la Thio, d'après SPOT5 (2006) en bas, MOS (2014) en haut

5.5.2 Pressions associées à l'habitat

Deux sources d'informations permettant d'accéder à la cartographie de l'habitat (bâtiments, urbanisation) ont été utilisées dans un souci d'analyse de sensibilité :

- La Base de données topographiques de Nouvelle-Calédonie (BDTOPO-NC) qui constitue le référentiel géographique pour toutes les applications dans les domaines de l'aménagement, de l'urbanisme et de l'environnement en Nouvelle-Calédonie.
- La cartographie du Mode d'occupation des Sols (2014), issue des images du satellite SPOT6 et notamment les unités identifiées comme « le tissu urbain ».

A l'échelle du bassin versant de la Thio, les données cartographiques montrent quelques différences (Figure 41).

L'évaluation en terme de pressions par m^2 drainé, est représenté selon le profil longitudinal de la rivière La Thio (Figure 40). Les résultats obtenus deviennent sensiblement différents (échelle logarithmique !) à entre environ 37 km et l'exutoire du bassin versant. Le ratio moyen de l'écart des pressions calculées par m^2 drainé est de 16 entre les deux sources de données. La pression « tissu urbain » issue du MOS est, pour un poids spécifique identique au bâti ($1/m^2$), 16 fois plus importante que la pression liée au bâti issue de la BDTOPO. Cette écart traduit probablement la nature intrinsèquement différente des données (bâtiment versus zone d'aménagement) mais souligne la sensibilité des données et les perspectives de valorisation.

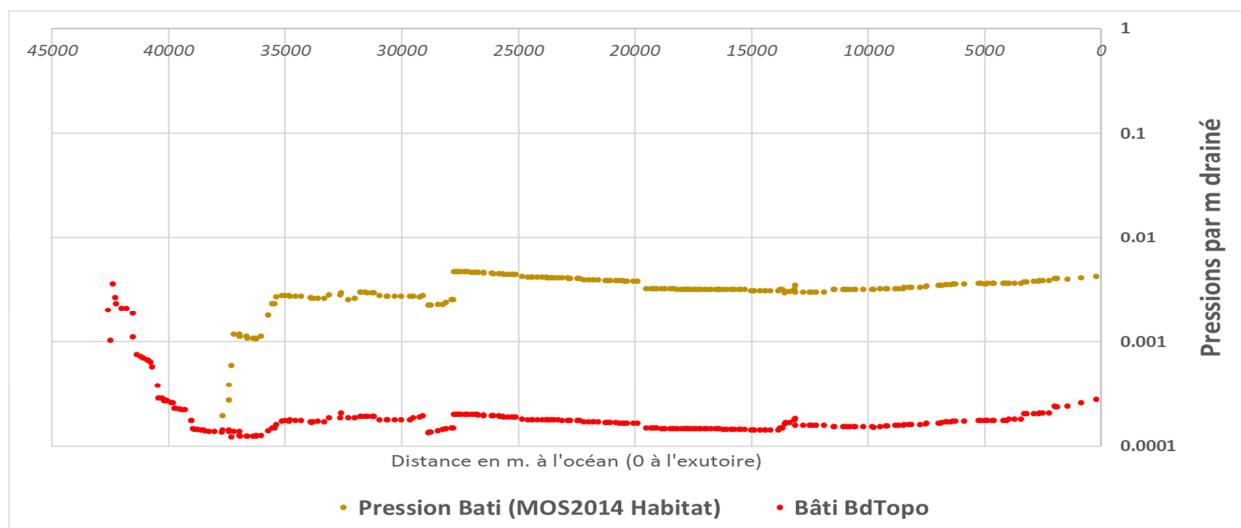


Figure 40 : Profil en long des pressions induites par les aux bâtiments et à l'urbanisation selon deux sources (MOS 2014, Bâti BdTopo)

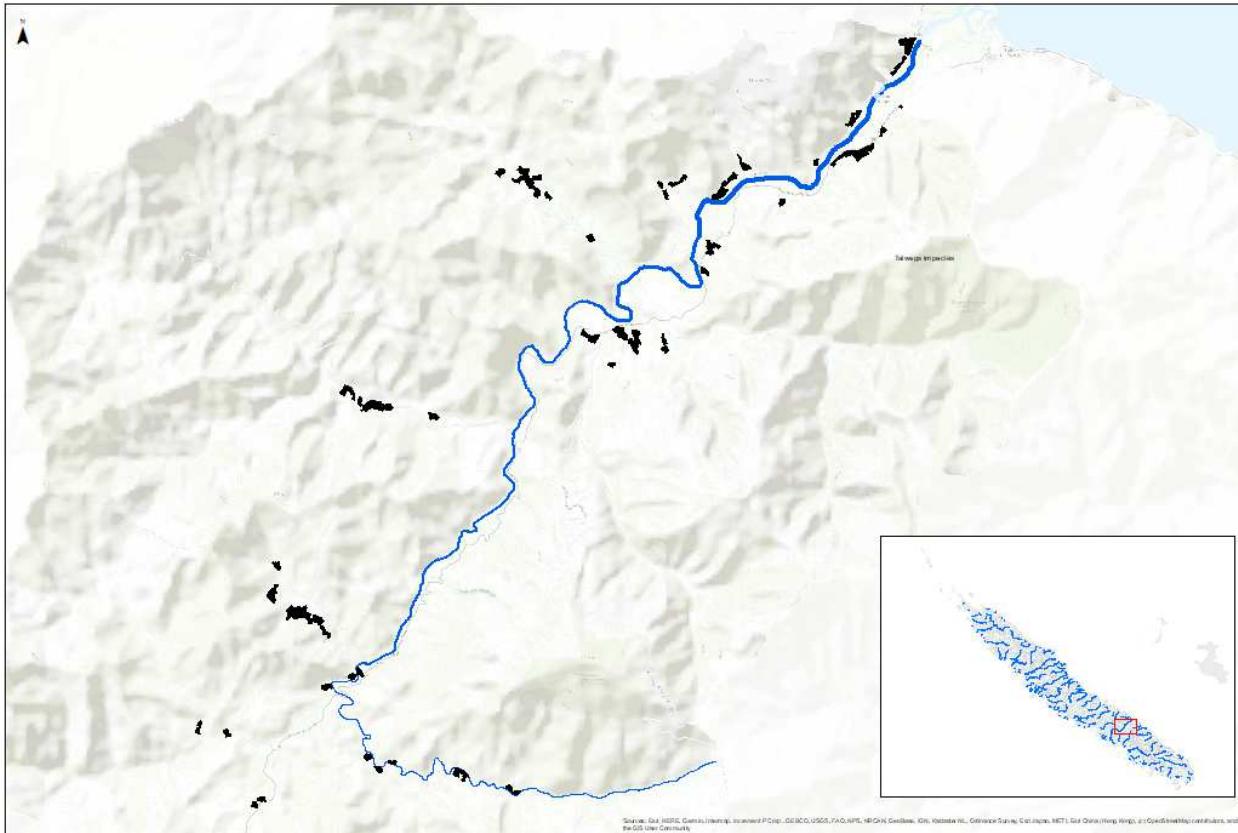


Figure 41 : Cartographie des pressions liées aux bâtiments et à l'urbanisation dans le bassin versant de la Thio, selon deux sources (MOS 2014 en haut, Bâti BDTOPO en bas)

5.6 L'outil d'analyse du référentiel hydrographique et une approche paramétrique

L'outil d'analyse du référentiel hydrographique mis en place et éprouvé propose ainsi :

- **Une normalisation des pressions** sur les bassins versants superficiel autorisant leur comparaison et leur cumul. Cette normalisation s'applique à toute pression quelle que soit sa géométrie (surface, ligne ou point) ; elle peut être qualifiée par un poids spécifique unitaire, qui s'exprime par mètre carré, mètre linéaire ou par point ;
- **Une règle d'association ou de « propagation » de l'amont vers l'aval** de ces pressions qui permet en tout brin du réseau de quantifier : la surface totale drainée par ce brin, le nombre de pression présentes dans son bassin amont, leurs surfaces ou longueurs cumulées ;
- Chaque brin peut alors être représenté par une somme de pression, un ratio, etc...

Afin d'aider à la détermination des ressources stratégiques, une approche paramétrique de l'outil d'analyse des pressions et de leur impact sur le référentiel hydrographique a été retenue. Elle tient compte : des données disponibles, des types de pressions et d'un poids spécifique unitaire de pression appliquée. Le choix du poids spécifique permet de paramétriser un scénario de calcul.

La combinaison présentée dans le Tableau 7 correspond par exemple à des pressions relatives à l'habitat uniquement (1). Un poids nul signifie que la pression associée n'est pas prise en compte.

Données / Source pression	Type pression	Géométrie	Poids spécifique
MOS_V	Habitat isolé	Polygon	0
MOS_V	Mines, décharges minières, infrastructures et chantiers miniers	Polygon	0
MOS_V	Tissu urbain continu	Polygon	0
MOS_V	Tissu urbain discontinu	Polygon	0
MOS_V	Zones industrielles ou commerciales et équipements	Polygon	0
OEIL	INCENDIE2019	Polygon	0
PRELEVEMENTS	Eau souterraine	Point	0
PRELEVEMENTS	Eau superficielle	Point	0
SPOT5	Zones_Degradées	Polygon	0
TOPO_BATI	BATIDUR	Polygon	1
TOPO_BATI	BATILEG	Polygon	1
TOPO_BATI	DIVERS-S	Polygon	1
VOIRIE	AXEPISTE	LineString	0
VOIRIE	AXNREV	LineString	0
VOIRIE	AXREV	LineString	0
VOIRIE	GUE	LineString	0

Tableau 7 : Le choix du poids spécifique permet de paramétriser l'analyse des pressions vis-à-vis du référentiel hydrographique (Exemple de scénario pour des pressions de types habitat (BD TOPO))

Ce paramétrage à vocation, à l'occasion des réunions techniques des groupes de travaux OS1/OTB de la PEP, de préciser une feuille de route pour étendre cette liste de pressions et préciser leurs poids spécifiques, afin de qualifier et hiérarchiser les ressources en eaux superficielles critiques ou d'avenir.

Le caractère générique et reproductible des outils utilisés (modèles de données au compatibles OGC⁴) permet enfin d'en envisager le déploiement auprès des services de la Nouvelle-Calédonie comme cela a déjà été fait auprès de la DAVAR pour l'analyse des demandes et autorisation de prélèvements sur les cours d'eau.

⁴ Open Geospatial Consortium, consortium international pour développer et promouvoir des standards ouverts, les spécifications OpenGIS, afin de garantir l'interopérabilité des contenus, des services et des échanges dans les domaines de la géomatique et de l'information géographique

6 Conclusions

6.1 Bilan au terme de la mission

Le programme financé par l’Union européenne dans le cadre du projet PROTEGE (Contrat n°CPS20/253) a permis de contribuer à l’évaluation des ressources en eau stratégiques pour la Nouvelle-Calédonie :

- en produisant un atlas ou référentiel hydrogéologique à l’échelle de la Nouvelle Calédonie ;
- en étendant cette définition aux eaux superficielles, par la considération de données complémentaires.

Du point de vue du projet, il s’agit de l’action numérotée 9A.1.1 du plan de mise en œuvre PROTEGE qui s’inscrit dans le cadre de l’opération 9A.1 « Stratégie de gestion des bassins versants ou des masses d’eau » et concourt au résultat attendu n°9 « L’eau et les milieux aquatiques sont préservés, gérés et restaurés ».

La mission s’articulait en trois axes :

- L’atlas ou référentiel hydrogéologique (BDLISA-NC) constituait l’Axe 1 de cette mission dont il a été rendu compte dans les deux premiers livrables du programme PROTEGE : [SGNC-2021(05) et SGNC-2021(13)].
- L’outil d’aide à la détermination des ressources en eau stratégiques (Axe 2) a fait l’objet du troisième [SGNC-2022(06)] puis du présent livrable [SGNC-2022(08)] pour ce qui concerne respectivement les eaux souterraines et superficielles.
- Au fil du projet, l’Axe 3 correspond à une tâche de restitution et valorisation des actions sur le territoire (§ 6.2 ci-après).

6.2 Valorisation des actions

6.2.1 Le référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie (BDLISA-NC)

La livraison de « L’atlas hydrogéologique » composé de l’ensemble des fiches signalétiques des entités hydrogéologiques locales (SGNC-2021(13)), a permis de concrétiser l’ampleur de la tâche et la difficulté à manipuler un document de 1877 pages et environ 680 Mo.

Aussi, pour faciliter la valorisation du référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie (BDLISA-NC), il a été mis en place [un explorateur cartographique dédié Explo’Lisa⁵](#) permettant notamment la consultation, le téléchargement des données et des fiches signalétiques d’intérêt sur le Georep.

Des posters pédagogiques dédié au référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie et sa valorisation en terme de vulnérabilité des eaux souterraines ont été édités et doivent être diffusés (Explo’Lisa, eau.nc).

⁵ <https://dimenc.gouv.nc/actualites/thematique/geologie/latlas-hydrogeologique-de-nouvelle-caledonie-bdlisa-nc>

6.2.2 Proposition de référentiel hydrographique de la Nouvelle-Calédonie

De manière analogue, un référentiel hydrographique et les outils d'analyse associés a été proposé dans la perspective d'aider à la détermination des ressources stratégiques superficielles. C'est l'objet du présent livrable, qui a permis au passage de prolonger le Réseau Hydrographique Modélisé (Romieux, Wotling, 2016).

- Le Référentiel Hydrologique Modélisé (RHM et BV élémentaires de 0.1 km², DCE et coefficient DCE calculés) dont les brins et les bassins versants recalculé sont disponibles auprès de la DAVAR.
- Le Référentiel Hydrologique Modélisé (RHM1ha) extrait des calculs de cette étude dans le cadre de la poursuite des brins diffère du RHM par l'absence des données de débits caractéristiques d'étiages et un bassin versant élémentaire plus petit (1ha). Il est également ordonné et permet des traitements identiques de propagation des pressions en Aval, il est disponible auprès de la DIMENC ou du BRGM co-financeur de cette étude dans le cadre de sa dotation de Service Publique. Il pourrait à l'image de la BDLISA faire l'objet d'une diffusion au travers d'un outil WEB autorisant l'interrogation des chemins amont et aval de tout brin de réseau (à l'image des services mis en exploitation en métropole sur la BdCarthage⁶.

Le référentiel comporte en un ordonnancement du réseau, et une nomenclature suivant l'architecture suivante : bassin versant, rivière, tronçon, brin et masse d'eau de surface.

6.2.3 Avis sur les demandes de prélèvements d'eau

D'ores et déjà, les référentiels hydrogéologique et hydrographique sont utilisés par la DIMENC, dans le cadre de l'instruction des demandes d'autorisations de mise en place de forage et de prélèvements d'eaux souterraines déposées auprès de la DAVAR.

6.3 Perspectives

Outre la livraison des référentiels hydrogéologique et hydrographique (BDLISA-NC et RHM1ha), les outils d'analyses nécessaires à leur valorisation ont été mis au point.

Le service géologique de la DIMENC et le BRGM ont été forces de proposition jusqu'à présent, pour valoriser ces référentiels et outils dans la perspective d'aider à la détermination des ressources stratégiques selon une approche systémique (Figure 1).

Il conviendrait désormais d'en envisager le déploiement auprès des parties prenantes des groupes de travail dédiés de la politique de l'eau Partagé, en particulier PEP OS1 et OTB, afin de s'approprier ces travaux et de contribuer à les faire évoluer en fonction des données des besoins et des contraintes.

⁶ <https://reseau.eaufrance.fr/geotraitements/viewer/bdcarthage>

7 Références

- GOUÉ A., JEANPERT J., MARDHEL V.**, (03/2021), Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC -Rapport d'étape n°1. DIMENC/SGNC -2021(05). 50 pages
- GOUÉ A., JEANPERT J., MARDHEL V.**, (10/2021), Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC -Rapport d'étape n°2. DIMENC/SGNC -2021(13). 31 pages, 2 annexes.
- GOUÉ A., MARDHEL V., MONGE O.** (2022), Référentiel hydrogéologique de la Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC -Rapport d'étape n°3 – Les ressources stratégiques en eau souterraine (Outils d'aide à la décision). Rapport DIMENC/SGNC-2022(06). 62 pages.
- MARDHEL V., WINCHESTER P., LAROCHE C. (2018)** Atlas des potentiels hydroélectriques au fil de l'eau en Nouvelle Calédonie. Référentiel hydrologique et calculs associés BRGM/RP-68232-FR, 84 p., 42 fig., 13 tabl.
- MARDHEL V., JEANPERT J., BALAYRE S. (2019)** – Référentiel Hydrogéologique de Nouvelle-Calédonie BDLISA-NC – Version 0. Rapport BRGM/RP-68516-FR Mai 2019, 42 p., 16 fig.
- MARDHEL V., JEANPERT J., (2020)** – BDLISA-NC : construction du référentiel hydrogéologique à partir de modèles de données géologiques adaptés et d'outils cartographiques dédiés. Rapport BRGM/RP-70134-FR, 42 p., 31 fig.
- ROMIEUX N., WOTLING G. (2016)**, Caractérisation des régimes d'étiage. Actualisation des Débits Caractéristiques d'Etiages (DCE), Observations et Modélisations, 39 p., 22 fig.

8 Liste des figures

Figure 1 : Organisation fonctionnelle pour définir les connaissances et le périmètre des ressources en eau stratégiques d'après https://e-lien.gouv.nc/share/s/pu_u-l3mROq_f1ll2p2bfA)	9
Figure 2 : Recalcul des bassins versants élémentaires du RHM	11
Figure 3 : Comparaison du nombre de bassins versants et de brins de talwegs entre le RHM et le référentiel hydrographique	12
Figure 4 : Distribution selon leur surface(en ha) des bassins versants poursuivis jusqu'au lagon.....	12
Figure 5 : Illustration de l'ordonnancement du référentiel hydrographique et de certaines applications	14
Figure 6 : Carte des différents bassins versants de Nouvelle-Calédonie	16
Figure 7 : Exemple de hiérarchisation des rivières principales d'un bassin versant	16
Figure 8 : Codification des tronçons	17
Figure 9 : Codification des brins	17
Figure 10 : Profil longitudinal d'une rivière, segmentée par masses d'eau	17
Figure 11 : Modèle conceptuel qui permet le traitement et la valorisation du référentiel hydrographique ...	20
Figure 12 : Le modèle physique des données avec les requêtes d'analyse	21
Figure 13 : Pression et bassin versant situés à l'amont de l'enjeu.....	22
Figure 14 : Chemin à l'aval d'une pression et la surface drainée par cette pression	23
Figure 15 : Pressions liées aux sols nus ou dégradés sensibles à l'érosion, au sein du bassin versant de la Thio	24
Figure 16 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Thio, impacté par les sols nus ou dégradés (normalisé par les surfaces drainées)	25
Figure 17 : Réseau hydrographique du bassin versant de la Thio, impacté par les sols nus ou dégradés avec pondération selon le type de pression (poids spécifique et normalisation par les surfaces drainées)	26
Figure 18 : Pressions potentielles estimées pour la rivière Thio, représentées cartographiquement (en haut) et selon le profil en long (en bas), depuis l'amont (à gauche) jusqu'à l'exutoire en mer (à droite)	27
Figure 19 : Pressions liées aux incendies durant la saison 2019 (ŒIL) et comparaison avec les surfaces dégradées d'origine minière (SPOT5, 2006), au sein du bassin versant de la Thio.....	28
Figure 20 : Pressions liées aux bâtiments existant, et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio.....	29
Figure 21 : Pressions liées au réseau routier existant et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio	30
Figure 22 : Pressions liées aux prélèvements autorisés et talwegs impactés à l'aval, au sein du bassin versant de la Thio	31
Figure 23 : Réseau hydrographique impacté par l'habitat (impact pondéré cumulé des brins)	33
Figure 24 : Réseau hydrographique impacté par l'habitat (impact pondéré cumulé des brins) avec effet de dilution selon la surface drainée	34
Figure 25 : Profil en long de l'impact pondéré cumulé des pressions associés à l'habitat avec ou sans un effet de dilution selon la surface drainée (C, Figure 23, Figure 24) les couleurs varient du bleu au rouge selon l'intensité de la pression calculée.....	35
Figure 26 : Détermination des classes de vulnérabilité relative selon la distribution des impacts induits par les pressions.....	35
Figure 27 : Réseau hydrographique principal de la Thio impacté par les sols nus ou dégradés par l'activité minière (impact cumulé des brins).....	36
Figure 28 : Réseau hydrographique principal de la Thio impacté par les sols nus ou dégradés par l'activité minière (impact cumulé des brins) avec effet de dilution selon la surface drainée	36
Figure 29 : Exemple 1 - Pression MOS 140 (Mines) par m ² drainé de chaque talwegs - secteur Sud.....	38

Figure 30 : Exemple 1 - Pression MOS 140 (Mines) par m ² drainé de chaque talweds - secteur Nord	39
Figure 31 : Exemple 2 - Pression incendie (ŒIL 2019) par m ² drainé de chaque talweg - secteur Sud	40
Figure 32 : Exemple 2 - Pression incendie (ŒIL 2019) par m ² drainé de chaque talweg - secteur Nord.....	41
Figure 33 : Exemple 3 - Pressions MOS 140 (Mines) et Incendies (ŒIL 2019) par m ² drainé de chaque talweds - secteur sud	42
Figure 34 : Exemple 3 - Pressions MOS 140 (Mines) et Incendies (ŒIL 2019) par m ² drainé de chaque talweds - secteur Nord.....	43
Figure 35 : Exemple 4 - Pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement par m ² drainé de chaque talweds - secteur Sud.....	44
Figure 36 : Exemple 4 - Pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement par m ² drainé de chaque talweg - secteur Nord	45
Figure 37 : Combinaison de différentes pressions MOS, Incendies, Bâti, Voirie et prélèvement (Exemple 4) impactant la rivière principale de la Thio	46
Figure 38 : Profil en long des pressions induites par les sols dégradés par l'activité minière selon deux sources (MOS 2014, SPOT5 2006)	47
Figure 39 : Cartographie des pressions liées à l'activité minière dans le bassin versant de la Thio, d'après SPOT5 (2006) en bas, MOS (2014) en haut	48
Figure 40 : Profil en long des pressions induites par les aux bâtiments et à l'urbanisation selon deux sources (MOS 2014, Bâti BDTOPO).....	49
Figure 41 : Cartographie des pressions liées aux bâtiments et à l'urbanisation dans le bassin versant de la Thio, selon deux sources (MOS 2014 en haut, Bâti BDTOPO en bas)	50

9 Liste des tableaux

Tableau 1 : Pressions identifiées et traitées vis-à-vis du référentiel hydrographique	19
Tableau 2 : Caractérisation des pressions liées aux sols nus ou dégradés (d'après le Mode d'Occupation des Sols 2014), au sein du bassin versant de la Thio	24
Tableau 3 : Caractérisation des pressions liées aux bâtiments existants (d'après BDTOPO), au sein du bassin versant de la Thio	29
Tableau 4 : Caractérisation des pressions liées au réseau routier existant (d'après BDTOPO), au sein du bassin versant de la Thio	30
Tableau 5 : Caractérisation des pressions liées aux prélèvements autorisés (d'après PREL_AUTOR, DAVAR 2021), au sein du bassin versant de la Thio.....	31
Tableau 6 : Données et poids considérés selon quatre scénarios de combinaison des pressions (0 équivalent à non comptabilisée)	37
Tableau 7 : Le choix du poids spécifique permet de paramétriser l'analyse des pressions vis-à-vis du référentiel hydrographique (Exemple de scénario pour des pressions de types habitat (BD TOPO)	51