

---

# DICTIONNAIRE

## ***DEFINITION DES CLASSES RETENUES POUR LA TYPOLOGIE DES FORMES EROSIVES***

**Processus érosifs en Nouvelle-Calédonie :  
Cartographie de référence des sols nus et dégradés**

---



**OEIL**

Observatoire de  
l'environnement  
Nouvelle-Calédonie



# Dictionnaire des classes et des attributs

## 1. Rappel sur le processus de production

Les données cartographiques vectorielles sont issues d'un processus de production cartographique basé sur l'analyse d'imagerie du satellite SPOT6/7 (pixel de 1,5 m de côté). Les images ont été acquises en 2018 et ont été sélectionnées pour répondre au mieux aux objectifs du projet (peu de couverture nuageuse, etc.).

Toute la chaîne de production de la classification des surfaces cartographiées est basée sur le traitement et l'analyse des images, en mode raster (voir rapport de production).

La classification raster a ensuite été vectorisée, puis les attributs vectoriels ont été renseignés.

## 2. Classification thématique des images SPOT6/7

Les classes thématiques distinguées au sein des images de 2018 ainsi que leurs caractéristiques ont été discutées en cours de projet lors de plusieurs ateliers, dans le but de faire converger l'intérêt des utilisateurs et les possibilités offertes par les images. Le tableau 1 récapitule toutes les classes, par niveau. Chaque classe est décrite en détail dans la suite du présent document.

**Tableau 1 : Typologie des formes érosives en 3 niveaux**

Typologie 2018				
N0	N1	N2	N3	
<b>Donnée non exploitable</b>	<b>Nuage</b>	<b>Nuage</b>	<b>Nuage</b>	
	<b>Ombre topographique</b>	<b>Ombre topographique</b>	<b>Ombre topographique</b>	
Donnée exploitable	Autre	Autre	Autre	
	Eau	Eau	Eau statique	
			Eau dynamique	
	Sol non ou peu végétalisé	Aménagement	Carrière, zone de chantier, verse contrôlée	
			Décharge non contrôlée & arasement	
			Piste	
			Bâti et autres surfaces imperméabilisées	
			Aménagement indifférencié	
			Sol nu faiblement végétalisé	
		Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Surface significativement brûlée
				Ravine isolée
				Zone de ravinement (lavaka, badlands...)
				Falaise, escarpement rocheux actif
			Mouvement de terrain (arrachement, glissement, coulée...) & Éboulis	
			Cuirasse	
Sédiment et colluvion				
		Fond de vallée indifférencié		
		Sol nu indifférencié		

Le niveau 1 de classification (N1) permet d'identifier, au-delà des données non exploitables, 3 thèmes principaux au sein des images : les sols nus ou peu végétalisés (au cœur du projet), ainsi que les surfaces en eau et les autres types de surfaces. Les zones retenues dans les classes liées à l'érosion couvrent au moins 2 500 m<sup>2</sup> chacune.

Au niveau 2 (N2), les aménagements sont distingués parmi les sols nus ou peu végétalisés, sur la base de la même superficie minimale (2 500 m<sup>2</sup>).

C'est le niveau 3 (N3) qui donne le plus de détails thématiques. La taille de 2 500 m<sup>2</sup> étant supérieure à beaucoup d'objets de certaines classes, des objets N3 contenus dans les formes retenues ont parfois été distingués malgré leur taille inférieure de manière à préserver les informations. Cette distinction concerne plus particulièrement la classe « Ravine » et « Décharge non contrôlée / Arasement » mais pas exclusivement. L'établissement des classes N3 liées à l'érosion a été opéré par une approche heuristique par système d'expert (combinaison de règles de décision) suivie d'une phase de photo-interprétation.

### **3. Classes hors thème érosion**

Dans le processus de classification des images, ces classes sont les premières à être mises en place. Elles déterminent les zones dans lesquelles l'image ne peut pas être exploitée.

#### **3.1. Nuage**

Les nuages représentent environ 2 % de la superficie totale étudiée.

La classe « Nuage » se limite aux zones dans lesquelles les images sont inexploitable, c'est un masque. Celui-ci fait appel à une transformation des bandes du visible vers des valeurs de saturation, luminosité et teinte. Un seuillage permet de détecter les nuages les plus épais, puis le masque est corrigé manuellement pour éliminer les voiles nuageux qui détériorent l'information spectrale utilisée pour la suite des traitements. La classe « Nuage » est réduite au minimum et permet d'optimiser la couverture exploitable des images.

La classe « Nuage » est établie dès le niveau 1 de classification et reste la même pour les autres niveaux.

#### **3.2. Ombre**

Cette classe répertorie principalement les ombres topographiques, ainsi que des ombres projetées (nuages, bâtiments), qui peuvent être à l'origine d'erreurs de classification. C'est aussi un masque, élaboré à partir du MNT à 10 m de la Nouvelle-Calédonie pour les ombres topographiques et amélioré pour limiter les défauts identifiés. Les pentes et l'indice de brillance ont été exploités pour optimiser ce masque, ainsi qu'une correction par photo-interprétation. Cela représente près de 3% de la surface totale de la zone d'étude.

La classe « Ombre » est établie dès le niveau 1 de classification et reste la même pour les autres niveaux.

## 4. Classes liées au thème érosion

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des classes de sol nu ou peu végétalisé

N1	N2	N3
Sol non ou peu végétalisé	Aménagement	Carrière, zone de chantier, verse contrôlée
		Décharge non contrôlée & arasement
		Piste
		Bâti et autres surfaces imperméabilisées
		Aménagement indifférencié
Sol nu ou peu végétalisé	Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol nu faiblement végétalisé
		Surface significativement brûlée
		Ravine
		Zone de ravinement (lavaka, badlands...)
		Falaise, escarpement rocheux actif
		Mouvement de terrain (arrachement, glissement, coulée...) & Éboulis
		Cuirasse
		Sédiments et colluvions
		Fond de vallée indifférencié
		Sol nu indifférencié

Dans ce projet, **on entend par érosion tout phénomène ou processus mécanique lié à l'érosion hydrique et perceptible à l'échelle humaine**, qui mobilise de la matière solide à la surface essentiellement sous l'action du ruissellement et de la gravité. Sont par conséquent exclues l'érosion chimique, souterraine et littorale, ainsi que les manifestations lentes (mouvements sous couvert végétal par exemple).

L'érosion conduit à observer des zones de départ, de transit et de dépôt des matières mobilisées. Dans les zones de départ, la mobilisation peut intervenir de manière diffuse ou concentrée. Dans les deux cas, la classification proposée ne concerne QUE les sols nus ou peu végétalisés, excluant de fait des expressions liées à l'érosion masquées par la présence de végétation sus-jacente.

Rappel : ces classes ont été établies par une approche heuristique par système d'expert (combinaison de règles de décision) suivie d'une phase de photo-interprétation.

### 4.1. Eau

La classe « Eau » est produite dès le niveau de classification N1. On retrouve la classe à l'identique au niveau de classification N2.

La détection est automatisée, puis correction manuelle permet de limiter des confusions persistantes.

Au niveau de classification N3, l'eau est qualifiée selon son caractère dans les classes « Eau statique » et « Eau dynamique ».

Cette distinction permet d'illustrer le fait que l'eau puisse potentiellement contribuer aux processus liés à l'érosion dans le réseau de drainage ou sur le littoral.

#### **4.1.1. Eau statique**

La classe « Eau statique » contient les surfaces en eau considérée comme non courante : retenues collinaires et autres bassins, étangs, lacs, etc. Ces eaux sont considérées comme peu actives dans les processus érosifs ciblés.

#### **4.1.2. Eau courante**

La classe « Eau courante » identifie les eaux courantes ainsi que les eaux littorales. Ce sont les eaux les plus susceptibles de participer aux processus érosifs en dehors des eaux de ruissellement.

### **4.2. Sol non ou peu végétalisé**

Niveau de classification N1 : cette classe rassemble l'ensemble des sols nus et des sols peu végétalisés détectés à l'unité minimale de collecte.

#### **4.2.1. Aménagement**

Est considéré comme aménagement toute « transformation volontaire d'un espace géographique au bénéfice de la société qui l'occupe » (dictionnaire Larousse). Un aménagement se distingue donc d'une transformation involontaire consécutive à une activité anthropique. Une exception a été faite à cette définition, elle concerne les arasements (dégradation involontaire) qui ont été intégrés dans la même classe que les décharges non contrôlées (transformation volontaire).

Classe de niveau de classification N2 issue d'une partie de la classe N1 « Sol non ou peu végétalisé », la classe « Aménagement » contient les aménagements détectables sans distinction. Ces aménagements sont identifiés au sein des sols nus grâce à une compilation de données exogènes (BDTOPO, MOS 2014, OSM) complétées et corrigées par photo-interprétation. Une dernière correction a été opérée en fin de processus de classification pour limiter les éventuelles erreurs au niveau N2.

Au niveau de classification N3, on distingue 5 classes d'aménagements présentées ci-après. Leur distinction a été opérée en premier dans le processus de classification des sols nus de niveau 3.

**Tableau 3 : tableau récapitulatif des classes d'aménagement retenue pour le projet**

N1	N2	N3
Sol non ou peu végétalisé	Aménagement	Carrière, zone de chantier, verse contrôlée
		Décharge non contrôlée & arasement
		Piste
		Bâti et autres surfaces imperméabilisées
		Aménagement indifférencié

Ces classes sont prioritaires devant la classe « Surface significativement brûlée ».

#### **4.2.1.a. Carrière, zone de chantier, verse contrôlée**

Une carrière est un lieu à ciel ouvert d'où sont extraits des matériaux quelle qu'en soit la destination. Une zone de chantier est l'équivalent d'une carrière pour l'activité d'extraction de minerai. Par extension, les zones décapées liées à l'activité d'extraction sont incluses (plateformes et aménagements divers pouvant inclure des zones de pistes). Les zones réhabilitées qui ne sont pas encore revégétalisées sont interprétées comme minières dans les images de 2018.

Certains de ces aménagements sont répertoriés dans la BDTOPO, qui a servi à les pré classer dans le processus de classification avant le complément par photo-interprétation. Les pistes qui parcourent ces domaines n'ont pas été incluses dans la classe « Piste » car ce sont des éléments potentiellement éphémères dans cet environnement particulier.

Ce type d'aménagement est souvent susceptible de conduire à des départs potentiels de matériaux par érosion, contrairement aux fosses ou aux verses contrôlées.

Une verse contrôlée est une zone de stockage des matériaux stériles. Le contrôle consiste à maîtriser l'infiltration (drains), le ruissellement (couverture de blocs) et d'éventuels mouvements de pente (gradins). L'étape ultime consiste en la revégétalisation du site.

#### **4.2.1.b. Décharge non contrôlée et arasement**

Une décharge non contrôlée est une verse à stériles sur pente, sans les précautions mentionnées pour les verses contrôlées. Cela a pour conséquences une érosion aisée et une destruction de la végétation jusqu'à l'arasement parfois, qui peut présenter des instabilités. Au sein des complexes miniers, il arrive que ces décharges soient réaménagées ; dans ce cas, elles ne sont pas incluses dans cette classe.

Ces objets sont parfois affectés d'instabilités, notamment par ravinement. C'est un cas particulier qui peut être considéré comme étant d'origine anthropique dans la mesure où il affecte un aménagement à la suite d'un défaut de gestion des eaux. Le choix arrêté par le groupe de travail du projet a cependant été d'attribuer une origine indéterminée à toutes les zones de ravinement sans distinction (cas général), hors ravine isolée, de manière à laisser l'utilisateur de la donnée libre de son interprétation pour les cas particuliers comme les décharges.

L'arasement est une surface dénuée de végétation, où la roche est mise à nu par abrasion essentiellement. En contexte calédonien, il résulte du déversement de matériaux issus de l'activité minière sur des versants à forte pente (décharge non contrôlée).

#### **4.2.1.c. Piste**

Est classé comme « Piste » toute chaussée de voirie non imperméabilisée ou détectée comme telle.

Les pistes ont une forme linéaire caractéristique, en particulier la chaussée. Leur détection peut s'avérer délicate en cas de présence de végétation à proximité. La nécessité d'automatiser la classification a conduit aux choix suivants :

- La détection retient les sols nus détectés ;
- La classification de la chaussée en « Piste » avec une largeur moyenne prédéfinie de 5m, la valeur a été établie en concertation avec le groupe de travail du projet lors de l'atelier 2;
- La classification des abords de piste (accotement, talus, etc.) peu étendus en « Sol nu indifférencié ».

La phase de photo-interprétation a permis parfois de récupérer de l'information issues d'autres classes (« Ombre », « Autre ») et d'ajuster la classification automatique. Par ailleurs, la forme particulière des pistes, longues et étroites, conduit le processus de classification à en détecter une partie en « Sol peu végétalisé » ou en « Sol nu indifférencié ». Les tronçons de piste sous canopée sont classés en « Autre », l'ajout d'une classe automatique spécifique introduisant trop d'hétérogénéité.

Malgré le caractère linéaire qui concentre souvent le ruissellement et conduit à des désordres érosifs, il a été considéré suite à discussions avec le groupe de travail du projet que l'attribut « Type » reçoit la valeur « Indéterminé » pour toute la voirie classée « Piste » car une automatisation du choix de cette valeur conduirait à trop d'incertitude par rapport à la réalité terrain.

#### **4.2.1.d. Bâti et autres surfaces imperméabilisées**

Les zones bâties et imperméabilisées sont de plusieurs types. Sont principalement retenues les surfaces présentant un toit et celles imperméabilisées (revêtement goudronné).

D'un point de vue de l'érosion, ces surfaces freinent ou interdisent l'infiltration des eaux de ruissellement. Si elles ne sont pas directement productrices de matériaux, elles peuvent contribuer à concentrer le ruissellement en périphérie.

La classification de la voirie imperméabilisée répond au même principe, via la même méthodologie que pour les pistes. La différence réside dans la largeur moyenne choisie, qui est ici de 8 m après concertation avec le groupe de travail du projet.

Les surfaces goudronnées ont un signal particulier qui peut conduire à une discontinuité des formes. De plus, une surface recouverte d'un voile de particules fines peut être détectée comme un sol nu ou peu végétalisé (autre classe N3) et introduire des discontinuités.

Les toits présentent une signature variable (sol nu à végétation) qui rend leur détection délicate. Une pré-détection à partir des éléments de la BDTOPPO et les éléments les plus étendus ont fait l'objet d'un complément par photo-interprétation.

#### **4.2.1.e. Aménagement indifférencié**

Cette classe rassemble tous les aménagements identifiés qui ne rentrent dans aucune autre classe d'aménagements.

### **4.2.2. Sol nu ou peu végétalisé**

Une surface est classée « Sol nu ou peu végétalisé » au niveau de classification N2 s'il ne présente pas de couverture végétale significative. Ces surfaces sont issues de la classe N1 « Sol non ou peu végétalisé », dont les aménagements ont été reclassés.

### Niveau de classification N3 :

Les sols nus et peu végétalisés de niveau représentent un résidu<sup>1</sup> après classement des aménagements dans le processus de classification. 10 classes de sols nus ou peu végétalisés sont distinguées. Ces derniers sont très diversifiés et fortement liés à la nature et à la configuration du terrain. Leur distinction automatique avant photo-interprétation est basée sur des paramètres de géométrie, de morphométrie de terrain et de relief, ainsi que sur les statistiques issues de la classification par photo-interprétation dans les zones de tests.

**Tableau 4 : tableau récapitulatif des classes d'aménagement retenue pour le projet**

N1	N2	N3
Sol nu ou peu végétalisé	Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol nu faiblement végétalisé
		Surface significativement brûlée
		Ravine
		Zone de ravinement (lavaka, badlands...)
		Falaise, escarpement rocheux actif
		Mouvement de terrain (arrachement, glissement, coulée...) & Éboulis
		Cuirasse
		Sédiments et colluvions
		Fond de vallée indifférencié
		Sol nu indifférencié

Les classes « Sol faiblement végétalisé », « Surface significativement brûlée » sont liées à des processus d'érosion que l'on qualifie de diffuse car la lame d'eau qui ruisselle sous précipitations s'écoule plutôt en nappe. Localement, le pouvoir érosif de cette eau est modéré mais les surfaces concernées peuvent être étendues. Une partie de la classe « Sol nu indifférencié » est aussi concernée.

Les classes « Zone de ravinement » et « Ravine » sont quant à elles directement affectées par le ruissellement concentré des eaux de précipitations (érosion linéaire).

La classe « Mouvement de terrain et éboulis » concerne les mouvements gravitaires alors que les classes « falaise et escarpement rocheux » et « Cuirasse nue » représentent des matériaux moins sensibles à l'érosion ciblée dans ce projet.

Les zones actives de transit et de dépôt sont identifiées pour l'essentiel par la classe « Sédiment et colluvions » et dans une moindre mesure par la classe « Fond de vallée indifférencié ».

---

<sup>1</sup> il peut s'agir également de réajustements notamment pour les classes de « Ravinement » et de « Ravine isolée » qui se localisent parfois sur des aménagements

#### **4.2.2.a. Sol faiblement végétalisé**

Les sols peu végétalisés sont parfois difficilement discernables à l'œil humain. Ils sont dénudés mais présentent une couverture végétale légèrement active. Leur détection est issue d'une stratégie de seuillage visant à limiter les disparités liées aux conditions environnementales différentes au moment des prises de vue des images 2018. La présence de végétation plus dense à proximité peut cependant conduire à classer des sols totalement nus en lisière en « Sol faiblement végétalisé ».

Du fait de ces caractéristiques, cette classe n'a pas fait l'objet de photo-interprétation post-classement.

#### **4.2.2.b. Surface significativement brûlée**

Il s'agit d'une surface affectée plus ou moins récemment par un incendie. La destruction de la couverture végétale et la déstructuration plus ou moins profonde de la couverture pédologique qui résultent d'un incendie conduisent potentiellement à des dépôts érosifs en contexte de ruissellement.

Dans cette classification, une zone est considérée comme significativement brûlée si elle a subi un incendie étendu avant l'acquisition de l'image et si la végétation est presque exclusivement morte. Pour optimiser leur détection, un protocole basé sur l'indice NBR (Normalized Burned Ratio) issu de données Sentinel-2 du programme européen COPERNICUS ont été utilisées : une détection avant/après incendie a permis d'identifier les zones concernées et de les confronter aux sols nus de niveau 2 détectés dans les images 2018. Cette stratégie permet notamment de discriminer les surfaces brûlées des cuirasses nues qui présentent un signal proche.

Toutes les classes d'aménagement sont prioritaires sur cette classe.

#### **4.2.2.c. Ravine**

Une ravine se forme lorsque le ruissellement des eaux de pluie se concentre et que les matériaux sont incisés plus ou moins profondément. La morphologie linéaire est variable mais le drainage n'y est pas hiérarchisé contrairement aux surfaces de la classe « Zone de ravinement ». Ces formes profondes peuvent être très allongées et peu larges, ce qui rend parfois leur détection difficile notamment du fait de la présence d'ombre ou de végétation. La phase de photo-interprétation a permis de compléter des zones affectées par ces perturbations dans les images 2018.

Cette classe est prioritaire devant la classe « Mouvement de terrain et éboulis ».

#### **4.2.2.d. Zone de ravinement**

Les zones affectées par le ravinement montrent une hiérarchisation du drainage, contrairement aux ravines. Les surfaces affectées peuvent être étendues, notamment sur massifs ultramafiques.

Leur détection est basée sur un traitement morphométrique dérivé du MNT à 10 m suivi d'une phase de photo-interprétation.

Cette classe est prioritaire devant les classes « Décharge non contrôlée et arasement » et « Mouvement de terrain et éboulis ».

#### **4.2.2.e. Mouvement de terrain, éboulis**

Cette classe regroupe les sols nus affectés par des phénomènes gravitaires qui n'ont pas été classés comme ravine ou zone de ravinement (classes prioritaires). Beaucoup de mouvements de terrain étant repris par une érosion linéaire, cette classe ne peut pas être considérée comme exhaustive. Cela est d'autant plus vrai que de nombreux mouvements gravitaires conséquents conservent une couverture végétale plus ou moins étendue qui réduit encore la possibilité de les détecter dans le processus de classification.

Les surfaces concernées et sans couverture végétale sont incluses dans la classe, à condition que les matériaux n'aient pas rejoint le réseau de drainage établi ou qu'ils n'aient pas été remobilisés par un cours d'eau.

Cette classe a une vocation informative mais ne peut pas être exploitée en l'état pour établir un quelconque inventaire des formes gravitaires dans la zone d'étude.

#### **4.2.2.f. Falaise, escarpement rocheux**

La morphologie en falaise ou en escarpement est liée à la grande cohésion des matériaux mis à l'affleurement, qui sont souvent rocheux. Ceux-ci peuvent par conséquent être considérés comme peu sensibles à l'érosion dans le cadre de ce projet.

Cela ne signifie cependant pas qu'il ne s'y déroule aucun processus érosif, notamment gravitaire, mais ils s'expriment sur des échelles de temps différentes de celles considérées dans ce projet.

#### **4.2.2.g. Cuirasse nue**

Cette dénomination englobe des affleurements de certaines formations d'altération : surfaces cuirassées (en place ou non) ou à très forte teneur en oxydes et hydroxydes de fer. Celles-ci présentent des caractéristiques mécaniques vis à vis de l'érosion hydrique qui en font des matériaux plutôt peu sensibles au ruissellement.

Théoriquement, la cuirasse nue devrait donc intégrer une classe qui regroupe les affleurements peu sensibles à l'érosion comme les falaises et les escarpements. Cependant, les caractéristiques spectrales de ces matériaux riches en fer ont imposé de les traiter à part pour pouvoir les détecter. La classe ensuite été conservée par souci d'exhaustivité.

L'analyse des images de 2018 conduit souvent à détecter indifféremment cuirasse et zone brûlée. Priorité a été donnée à la détection des surfaces brûlées par croisement avec les données Sentinel-2. Cela a permis d'exclure de la classe « Cuirasse nue » des zones identifiées comme brûlées par ailleurs.

#### **4.2.2.h. Sédiments et colluvions**

Les colluvions sont des dépôts le plus souvent meubles, transportés sur de courtes distances depuis leur source.

Les sédiments sont en général des ensembles meubles ou indurés formés par dépôt de particules d'origine clastique, biogénique ou chimique. D'origine clastique, ils peuvent avoir été transportés plus ou moins loin de leur source.

Cette classe regroupe la plus grande partie des matériaux récents sans couverture végétale issus du transit et du dépôt de matériaux mobilisés par l'érosion hydrique. Cela regroupe sans distinction des matériaux terrigènes divers, certains plus ou moins grossiers et d'autres plus fins comme par exemple des cônes de déjection, des engravements ou des envasements d'embouchure.

Ces matériaux se concentrent dans le réseau de drainage et aux embouchures. L'automatisation de leur détection a été établie grâce au contexte morphologique du MNT autour des cours d'eau. La phase de photo-interprétation a permis d'affiner le contenu de la classe et d'exclure les zones dont le statut sédimentaire est difficile à établir à partir des images de 2018.

Cette classe est prioritaire sur la classe « Fond de vallée indifférencié ».

#### ***4.2.2.i. Fond de vallée indifférencié***

Cette classe contient les sols nus de fond de vallée dont le caractère sédimentaire ou colluvionnaire ne peut pas être établi sur les images de 2018. Sur le terrain, il peut s'agir de sédiments ou encore d'affleurements, qu'ils soient rocheux ou non.

#### ***4.2.2.j. Sol nu indifférencié***

Cette classe rassemble tous les sols nus non aménagés identifiés qui ne rentrent dans aucune autre classe.