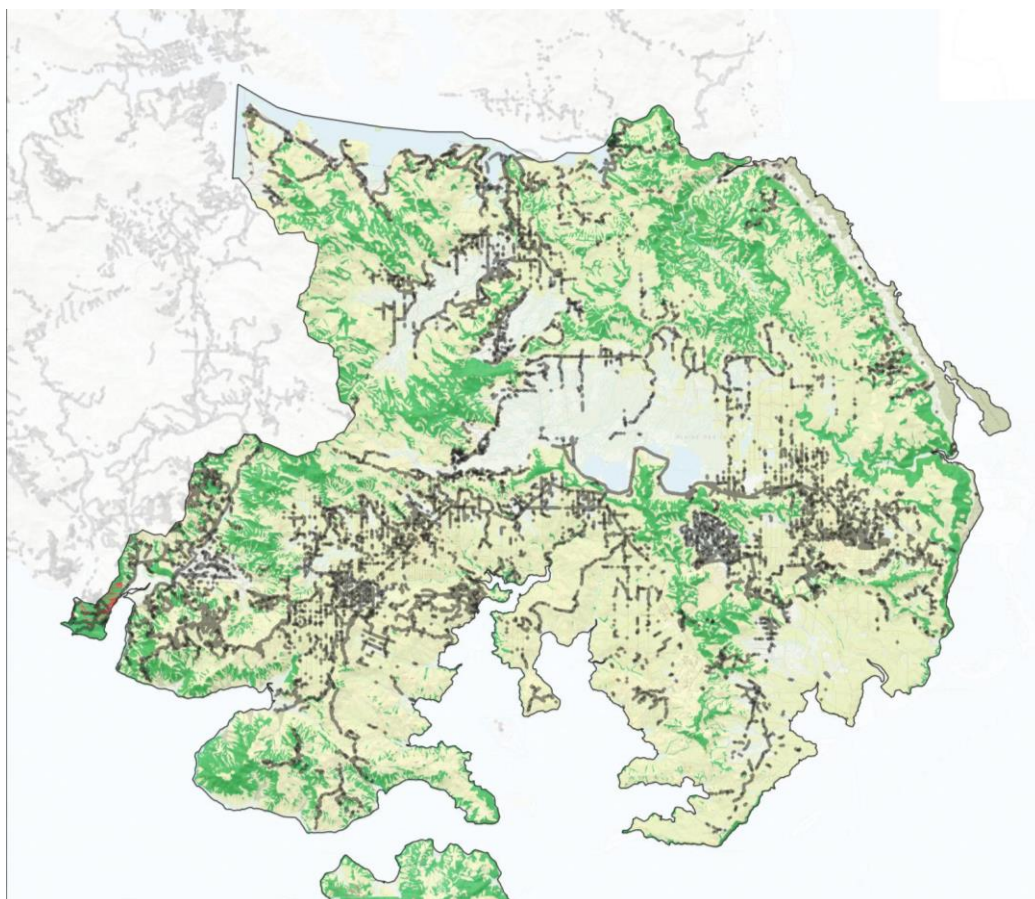


Valorisation des données cartographiques 2018 des formes érosives de la Province Sud

PHASE 2 – Présentation de l'analyse réalisée et des résultats des croisements entre les différents indicateurs



Cartographie des pistes au niveau de la plaine du Grand Sud

Maître d'ouvrage :

**Mai 2023
R21-526b – VF**

Valorisation des données cartographiques de 2018 des formes érosives de la Province Sud.

Phase 2 : Présentation de l'analyse réalisée et des résultats des croisements entre les différents indicateurs

Pièces écrites et pièces graphiques

Maître d'ouvrage : ŒIL

Rédacteur : Geo.Impact

Version	Rédacteur	Date
R21-526b – VF - Document finalisé	Geo.Impact	07/12/2022
R21-526b – VF – Relecture	OEIL	02/03/2023
R21-526b – VF1	Geo.Impact	27/03/2023
R21-546b - Relecture	OEIL	21/04/2023
R21-526b – Document version finale V2	Geo.Impact	10/05/2023
R21-526b – Compléments version finale VF	OEIL (SI)	24/05/2023

TABLE DES MATIERES

1. AVANT-PROPOS.....	11
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE	11
1.2. CONTENU DU RAPPORT.....	12
2. DEFINITIONS AUTOUR DE L'EROSION.....	13
2.1. GENERALITES	13
2.2. FACTEURS FAVORISANT LE DEVELOPPEMENT DES EROSIONS	13
2.3. TYPES D'EROSIONS RENCONTREES EN NC	14
2.3.1. Types d'érosion en domaine péridotitique.....	14
2.3.2. Types d'érosion en domaine volcano-sédimentaire	20
2.4. CONSEQUENCES DES EROSIONS	24
3. METHODOLOGIE	25
3.1. CARACTERISTIQUES DES DONNEES DE LA CARTOGRAPHIE DE L'EROSION EN PROVINCE SUD POUR L'ANNEE 2018 25	
3.1.1. Données utilisées pour la cartographie 2018.....	25
3.1.2. Modalités de production	25
3.1.3. Les formes cartographiées pour 2018	25
3.1.4. Classes de niveau 3 et processus érosifs	26
3.1.5. Définition des classes retenues pour l'analyse.....	27
3.2. CARACTERISTIQUES DES AUTRES DONNEES UTILISEES POUR PRODUIRE LA CARTOGRAPHIE 2018	28
3.2.1. BD-TOPO-NC	28
3.2.2. MNT-BDALTI-NC	28
3.2.3. Mode d'occupation du sol 2014	28
3.2.4. Produits Sentinel-2.....	29
3.3. PREPARATION DES DONNEES	29
3.3.1. Classification des pentes	29
3.3.2. Calculs statistiques.....	30
3.4. CONSIDERATIONS SUR LES FORMES 2018 POUR LA PRESENTE ETUDE	31
3.4.1. Eléments pris en compte sur les types d'objets N3 analysés	31
3.4.2. Limites de la cartographie identifiées.....	32
3.4.3. Conclusion pour l'analyse des données 2018	33
3.5. ANALYSES REALISEES	34
3.5.1. Description des HydroEcoRégions (HER)	34
3.5.1.1. Surfaces et emprises des HER	34
3.5.1.2. Pentés des HER	36
3.5.1.3. Géologie des HER	38
3.5.1.4. Type d'objets N3 par HER	41
3.5.2. Démarche analytique.....	43
4. PRESENTATION DES RESULTATS	44
4.1. RESULTAT GLOBAL DES CROISEMENTS ENTRE LES DIFFERENTS PARAMETRES PAR HER	44
4.1.1. Répartition des pentes des objets N3 par HER	44
4.1.2. Répartition de la géologie des objets N3 par HER	46

4.2.	NOUVELLE CATEGORISATION DES OBJETS N3	48
4.3.	PRESENTATION DES RESULTATS DES ANALYSES IMBRIQUEES	49
4.4.	GRUPE A : FORMES D'EROSIONS	49
4.4.1.	<i>Ravine isolée</i>	49
4.4.2.	<i>Zone de ravinement</i>	55
4.4.3.	<i>Décharge non contrôlée/ Arasement</i>	60
4.4.4.	<i>Sédiment/Colluvion</i>	64
4.4.5.	<i>Sol nu indifférencié</i>	69
4.5.	ZONES DE CARRIERES.....	74
4.6.	ZONES BRULEES	79
4.7.	AMENAGEMENTS	84
4.7.1.	<i>Bâti et autre surface imperméabilisée</i>	84
4.7.2.	<i>Piste</i>	89
4.7.3.	<i>Aménagement indifférencié</i>	94
4.8.	AUTRES	99
4.8.1.	<i>Cuirasse</i>	99
4.8.2.	<i>Falaise / Escarpement rocheux</i>	102
4.8.3.	<i>Fond de vallée indifférencié</i>	104
4.8.4.	<i>Sol peu végétalisé</i>	109
5.	SYNTHESE	114
6.	BIBLIOGRAPHIE	116
7.	ANNEXES	117
7.1.	ANNEXE 1 : DESCRIPTION DES DIFFERENTS ENSEMBLES GEOLOGIQUES RENCONTRES DANS LES QUATRE HER 117	
7.1.1	<i>Unités volcano-sédimentaires et ophiolitiques anciennes</i>	117
7.1.2	<i>Unité Crétacé supérieur - Paléocène</i>	117
7.1.3	<i>Flysh Eocène</i>	118
7.1.4	<i>Unité de Poya</i>	118
7.1.5	<i>Nappe des péridotites</i>	118
7.1.6	<i>Formations d'altération</i>	119
7.1.7	<i>Formations d'épandage et de versant</i>	119
7.1.8	<i>Formations fluviales et littorales</i>	119
7.2.	ANNEXE 02 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES ZONES DE RAVINEMENT – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE	121
7.3.	ANNEXE 03 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES ZONES DE SOL NU INDIFFERENCIE – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE.....	125
7.4.	ANNEXE 04 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES ZONES DE CARRIERES – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE.....	129
7.5.	ANNEXE 05 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES BATIS ET AUTRES SURFACES IMPERMEABILISEES – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE	132
7.6.	ANNEXE 06 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES PISTES – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE.....	136

7.7.	ANNEXE 07 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES AMENAGEMENTS INDIFFERENCIES – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE.....	140
7.8.	ANNEXE 08 : ANALYSE IMBRIQUEES POUR LES SOLS PEU VEGETALISES – DETAILS DES CHIFFRES PAR HER – GEOLOGIE ET CLASSES DE PENTE	144

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Cellules de lavakas développées dans les latérites et sur péridotites - Massif de Téné (Source : Geo.impact)	15
Figure 2 :	Ravines étroites et profondes dans les latérites (Ancienne mine Socamifer, Prony, Source : Geo.Impact)	16
Figure 3 :	Exemples de glissements rotationnels et translationnels	17
Figure 4 :	Exemples de coulées de débris et laves torrentielles.....	19
Figure 5 :	Glissement de Yahoué en 2000 (Maurizot, 2003)	20
Figure 6 :	Illustration des badlands.....	21
Figure 7 :	Illustration des réseaux de griffes	22
Figure 8 :	Eroulement de la Ouaième (Maurizot, 2003)	23
Figure 9 :	Eroulement de la Néra au col de Gouaro (Maurizot, 2003)	23
Figure 10 :	Solifluxion sur les collines basaltiques altérées entre Poya et Bourail	24
Figure 11 :	Pourcentage que représente la surface de chaque type d'objet N3 par rapport à leur surface totale.....	32
Figure 12 :	Emprise des HER étudiées.....	35
Figure 13 :	Surface des HER	36
Figure 14 :	Répartition des pentes par HER.....	37
Figure 15 :	Géologie des HER.....	38
Figure 16 :	Répartition des unités géologiques par HER.....	40
Figure 17 :	Surface des types N3 par HER	41
Figure 18 :	Comparaison entre surface totale des HER et surface cumulée des types d'objet N3 ..	42
Figure 19 :	Répartition des pentes des objets N3.....	44
Figure 20 :	Répartition surfacique des classes de pentes des objets N3 par HER en province Sud	45
Figure 21 :	répartition de la géologie des objets N3 par HER en province Sud	46
Figure 22 :	Analyse imbriquée pour les ravines isolées en province Sud : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	50
Figure 23 :	Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Plaine littorale ouest.....	51
Figure 24 :	Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Plaine du Grand Sud.....	52
Figure 25 :	Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Massif ultrabasique	53
Figure 26 :	Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Chaîne centrale	54
Figure 27 :	Analyse imbriquée pour les zones de ravinement : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	55
Figure 28 :	Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Plaine littorale ouest	56
Figure 29 :	Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Plaine du Grand Sud	57

Figure 30 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Massif ultrabasique	58
Figure 31 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Chaîne centrale	59
Figure 32 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées et arasements : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	60
Figure 33 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées / arasement - Plaine littorale ouest	61
Figure 34 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées / arasement - Plaine du Grand Sud	62
Figure 35 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées / Arasement - Massif ultrabasique	63
Figure 36 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	64
Figure 37 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Plaine littorale ouest	65
Figure 38 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Plaine du Grand Sud	66
Figure 39 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Massif ultrabasique.....	67
Figure 40 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Chaîne centrale.....	68
Figure 41 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	69
Figure 42 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Plaine littorale ouest	70
Figure 43 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Plaine du Grand Sud	71
Figure 44 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Massif ultrabasique.....	72
Figure 45 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Chaîne centrale.....	73
Figure 46 : Analyse imbriquée pour les carrières, chantiers et verse contrôlée : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	74
Figure 47 : Analyse imbriquée pour les zones de carrières / Chantier / Verse contrôlée - Plaine littorale ouest	75
Figure 48 : Analyse imbriquée pour les zones de carrière / Chantier / Verse contrôlée - Plaine du Grand Sud	76
Figure 49 : les zones de carrière / Chantier / Verse contrôlée - Massif ultrabasique	77
Figure 50 : les zones de carrière / Chantier / Verse contrôlée - Chaîne centrale	78
Figure 51 : Analyse imbriquée pour les zones significativement brûlées : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	79
Figure 52 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Plaine littorale ouest	80
Figure 53 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Plaine du Grand Sud	81
Figure 54 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Massif ultrabasique	82
Figure 55 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Chaîne centrale	83
Figure 56 : Analyse imbriquée pour les bâtis et autre surface imperméabilisée : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	84
Figure 57 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces imperméabilisées - Plaine littorale ouest	85
Figure 58 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces imperméabilisées - Plaine du Grand Sud	86
Figure 59 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces imperméabilisées - Massif ultrabasique	87
Figure 60 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces imperméabilisées - Chaîne centrale	88
Figure 61 : Analyse imbriquée pour les pistes : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.....	89

Figure 62 : Analyse imbriquée pour les pistes - Plaine littorale ouest	90
Figure 63 : Analyse imbriquée pour les pistes - Plaine du Grand Sud	91
Figure 64 : Analyse imbriquée pour les pistes - Massif ultrabasique	92
Figure 65 : Analyse imbriquée pour les pistes - Chaîne centrale	93
Figure 66 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.	94
Figure 67 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés - Plaine littorale ouest.....	95
Figure 68 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés - Plaine du Grand Sud.....	96
Figure 69 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés - Massif ultrabasique	97
Figure 70 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés - Chaîne centrale	98
Figure 71 : Analyse imbriquée pour la cuirasse : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.....	99
Figure 72 : Analyse imbriquée pour la cuirasse - Plaine du Grand Sud.....	100
Figure 73 : Analyse imbriquée pour la cuirasse - Massif ultrabasique	101
Figure 74 : Analyse imbriquée pour les falaises et escarpement rocheux - Plaine du Grand Sud .	103
Figure 75 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Plaine littorale ouest.....	105
Figure 76 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Plaine du Grand Sud	106
Figure 77 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Massif ultrabasique	107
Figure 78 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Chaîne centrale	108
Figure 79 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Plaine littorale ouest.....	110
Figure 80 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Plaine du Grand Sud.....	111
Figure 81 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Massif ultrabasique	112
Figure 82 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Chaîne centrale	113
Figure 83 : Illustration des formations d'épandage et de versant	119

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Attributs des Classes N1, N2 et N3 et leur attribut "Origine" (extrait rapport Dubois, 2020)	26
Tableau 2 : Définition des types de formes N3 sélectionnés pour l'analyse.	27
Tableau 3 : Description des types d'objets N3 sélectionnés pour l'analyse.	31
Tableau 4 : Première approche de concordance entre les objets N3 cartographiés et les types d'érosion fréquemment rencontrés en NC	33

Résumé exécutif

Titre de l'étude	Valorisation des données cartographiques 2018 des formes érosives de la Province Sud – PHASE 2 : Présentation de l'analyse réalisée et des résultats des croisements entre les différents indicateurs		
Auteurs	Geo.Impact		
Collaborateurs			
Editeur	OEIL		
Année d'édition du rapport	2023	Année des données	2018

Objectif	Suite à l'identification d'indicateurs pertinents en phase 1, l'objectif de cette 2^{ème} phase est de réaliser les croisements entre les indicateurs et les données issues de la cartographie des érosions et d'analyser les résultats obtenus afin de mettre en évidence des éléments de concordance sur la distribution, la typologie et/ou la dynamique des érosions. L'ensemble de ces résultats est présenté et valorisé sous la forme de graphiques et de planches cartographiques dans ce présent rapport.
Contexte	Le bureau d'étude Geo.Impact a été mandaté par l'OEIL (Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie) pour réaliser une mission d'accompagnement pour l'analyse et la valorisation des données issues de la cartographie 2018 des formes érosives en Province Sud (cartographie réalisée par télédétection par la Société Insight). L'expertise de ces données a pour objectif d'apporter des réponses sur la distribution, la typologie ou encore la dynamique des formes érosives mais également de participer à la valorisation de ces données. La prestation se déroule en 2 étapes, à savoir : - Phase 1 (Etude réalisée par Geo.Impact en Janvier 2022) : > Expertiser globalement les surfaces de formes érosives cartographiées à partir des images orthorectifiées de 1976 et les comparer aux formes érosives de 2018 afin de valider leur utilisabilité ; > Dans un second temps, identifier, lister, caractériser et hiérarchiser les indicateurs pertinents pour la présentation et la valorisation des données cartographiques des formes érosives de 2018. Un regard particulier a été porté sur les critères déterminants dans le développement des érosions, dont les contextes géologique et géomorphologique, ainsi que l'identification de plusieurs autres indicateurs directs ou indirects (géographiques, environnementaux, pluviométriques, etc.). - Phase 2 : Objet de la présente étude.
Méthodologie	Les traitements géomatiques ont été effectués en interne par l'OEIL et l'analyses des résultats é été effectuée par Géoimpact. - Ventilation des données géographiques sur les périmètres HydroEcoRégion (HER) et administratifs ; - Production d'une base de données géographiques vectorielles caractérisant chaque forme érosive issue de la cartographie de 2018 avec des données de contexte géologique et de pentes identifiées en phase 1 par l'équipe de Geo.Impact - Mise à disposition de Geo.Impact des données de superficie des formes érosives agrégées par HER, ventilée par type ; - Analyse des données par Geo.Impact.

Résultats et conclusions

Les croisements réalisés entre les indicateurs identifiés lors de la Phase 1 (géologie et pente) et la répartition des objets N3 ont permis de mettre en évidence des éléments de concordance sur la distribution, la typologie et la dynamique des érosions.

Les résultats sont valorisés sous la forme de planches cartographiques et de graphiques.

Dans le cadre de l'interprétation des résultats des croisements et des analyses imbriquées, il a été rappelé les définitions générales des érosions, les facteurs déclenchants et favorisant le développement de ces dernières et les principaux types d'érosion rencontrés en Nouvelle-Calédonie. En parallèle, les objets cartographiés par télédétection au niveau de détail le plus fin (N3) et retenus pour l'étude ont également été décrits (14 classes). Ces objets ne sont pas à proprement parler des types d'érosion, cependant une corrélation a pu être réalisée entre les deux approches. La principale différence réside en la prise en compte des aménagements dans les objets N3 (bâtis, pistes, carrières, ...), objets qui ne sont pas des érosions mais qui ont plutôt une influence sur celles-ci.

Suite à ce constat, une nouvelle catégorisation des objets N3 a été proposée, qui permet de les répartir dans des catégories plus proches de l'approche naturaliste des érosions. On distingue ainsi :

- **Les formes d'érosions** : cette classe rassemble les objets érosifs classiquement rencontrés en Nouvelle-Calédonie : ravine isolée, zone de ravinement, décharge non contrôlée/arasement, sédiment et colluvion, sol nu indifférencié ;
- **Les zones brûlées** : il s'agit d'une classe particulière dédiée aux surfaces significativement brûlées. Elles influent sur le développement ou l'apparition d'érosion mais ne sont pas des objets érosifs à proprement parler ;
- **Les zones de carrières** : cette classe rassemble les carrières / chantiers et verses contrôlées principalement associés aux exploitations de nickel ;
- **Les aménagements** : les aménagements autres que les carrières ont été clairement distingués des autres types d'objets ;
- **Autres** : cette classe rassemble les objets qui n'entrent dans aucune des autres classes et correspondent notamment à des types de formations géologiques ou des types d'occupation du sol.

Afin d'optimiser la pertinence de l'analyse des croisements, celle-ci a été réalisée par hydroécorégions (HER). Ces régions correspondent à des ensembles géographiques globalement homogènes entre termes de géologie, de pluviométrie et de morphologie, facteurs prédominants dans le développement des érosions :

- La plaine littorale Ouest,
- La plaine du Grand Sud,
- Les massifs ultrabasiques,
- La Chaîne Centrale.

	Quelques chiffres : ➤ La surface totale des 14 classes N3 retenues pour l'analyse représente 6,5% de la surface totale de la province Sud (hors nuage, etc.), ➤ La surface totale des objets N3 de la catégorie « formes d'érosion » représente 2,1% de la surface de la province Sud, ➤ La surface totale des objets N3 de la catégorie « aménagements » représente 1,6% de la surface de la province Sud, ➤ Ce sont les HER Plaine littorale Ouest et massif ultrabasique qui couvrent la plus grande surface, ce sont ces 2 HER qui concentrent le plus d'objets N3 en termes de surface, ➤ C'est au niveau de l'HER massif ultrabasique que l'on rencontre la plus grande surface de pente forte. Les éléments à retenir des analyses imbriquées sont les suivants : • La majeure partie des objets de la catégorie « formes érosives » est située au niveau des massifs ultrabasiques et de la plaine du Grand Sud. En effet, ces HER rassemblent les facteurs principaux connus dans le développement des érosions, à savoir des pentes fortes et la présence de terrains rattachés à la nappe des péridotites et des formations d'altération qui en dérivent ; • Les aménagements sont principalement et logiquement situés au niveau de la plaine littorale Ouest, là où l'on retrouve les grandes zones urbanisées et au niveau des zones planes facilement aménageables. Globalement, les classes érosives de 2018 sont assez fidèles à la réalité terrain et leur répartition montre une bonne corrélation avec les critères identifiés (géologie et pente), même si quelques biais subsistent dus à l'automatisation (non prise en compte des objets de faible dimension et ombre au niveau des reliefs marqués).			
Limites de l'étude et perspectives	Cette cartographie, notamment des objets de la catégorie « formes érosives », permet d'avoir un état des lieux de ces surfaces en 2018. Si cette cartographie est reproduite régulièrement, cela permettra d'avoir un suivi et une approche de l'évolution de ces surfaces. Il faudra cependant prendre en compte l'ensemble des biais associés à la cartographie par télédétection identifiés lors de la phase 1 de l'étude, avec un regard particulier sur l'UMC qui exclut un certain nombre d'objets et qui limite l'identification des érosions et des évolutions de petites envergures. Les croisements pour les catégories « aménagements » et « zones brûlées » pourraient être réalisés également par commune pour permettre une interprétation et un suivi plus pertinent, notamment à partir des bilans impacts des incendies par exemple.			
Evolutions	Version	finale	Date de la version	10/05/2023

1. **Avant-propos**

1.1. **Contexte et objectifs de l'étude**

Le bureau d'étude Geo.Impact a été mandaté par l'OEIL (Observatoire de l'Environnement en Nouvelle-Calédonie) pour réaliser une mission d'accompagnement pour l'analyse et la valorisation des données issues de la cartographie 2018 des formes érosives en Province Sud (cartographie réalisée par télédétection par la Société Insight pour l'OEIL).

L'expertise de ces données a pour objectif d'apporter des réponses sur la distribution, la typologie ou encore la dynamique des formes érosives mais également de participer à la valorisation de ces dernières.

La prestation s'est déroulée en 2 étapes, à savoir :

- **PHASE 1** - Etude réalisée par Geo.Impact en Janvier 2022 :
 - Dans un premier temps, expertiser globalement les surfaces de formes érosives cartographiées à partir des images ortho-rectifiées de 1976 et les comparer aux formes érosives de 2018 afin de valider leur utilisabilité ;
 - Dans un second temps, identifier, lister, caractériser et hiérarchiser les indicateurs pertinents pour la présentation et la valorisation des données cartographiques des formes érosives de 2018. Un regard particulier a été porté sur les critères déterminants dans le développement des érosions, dont les contextes géologique et géomorphologique, ainsi que l'identification de plusieurs autres indicateurs directs ou indirects (géographiques, environnementaux, pluviométriques, etc.).

Bilan de la PHASE 1 :

Les données cartographiques de 2018 et 1976 ont été analysées à différentes échelles afin d'apprécier la correspondance entre celles-ci et les objets érosifs observés par photo-interprétation ou déjà identifiés par Geo.Impact au cours d'études antérieures.

Globalement, les classes érosives de 2018 sont assez fidèles à la réalité terrain. Cependant, l'automatisation génère quelques biais, qui peuvent être importants du fait que :

- Différents paramètres de la donnée source comme l'UMC de 100 m², qui élimine tous les objets inférieurs à cette taille, supprime ainsi toutes les petites loupes de glissements criblant certains versants ;
- Certaines images satellites utilisées ont un angle d'éclairement bas, dû à la date d'acquisition hivernale de certaines images et une probable acquisition en horaire non zénithal (apparemment matinal), notamment sur la majeure partie des reliefs de la Chaîne. En conséquence, de nombreux versants orientés sud à sud-ouest ou ouest sont masqués (ombres maquillant une grande quantité d'objets érosifs en zone montagneuse et de nombreuses ravines sont confondues avec des ombres de versant.

Les formes érosives cartographiées ont une répartition géographique qui peut être reliée directement ou indirectement à plusieurs paramètres environnementaux naturels (géologie et géomorphologie, etc.) ou anthropiques (mine, voirie, terrassements divers, ...).

La distribution des formes érosives peut également aider à la mise en place de statistiques par rapport à différentes thématiques ou dimensions spatiales d'analyses (administratives, environnementales, gestion de zones protégées ou pour la ressource en eau, corrélation avec les incendies, etc.).

Des indicateurs possibles de distribution des formes érosives ont été déterminés et sont répartis en 3 grandes catégories :

- **Les facteurs intrinsèques** : le contexte géologique, la pente, l'altitude, la courbure de pente et l'orientation des versants, l'occupation du sol ;
- **Les pressions et facteurs déclencheurs** : les incendies et la pluviométrie,
- **Les indicateurs statistiques indirects** : impact sur la ressource en eau, les espaces protégés ou d'intérêt environnemental, les emprises administratives.

La compréhension de la répartition des formes d'érosions s'appuie sur des approches multicritères qui ne sont pas homogènes sur l'ensemble la zone cartographiée. Les contextes géologiques et morphologiques sont déterminants dans le développement des érosions, cependant l'hétérogénéité des contextes rencontrés nécessite de travailler par unité géographique homogène, et probablement restreinte en termes de surface, afin d'identifier les caractéristiques et particularités qui pourraient ressortir pour chacune d'elles. Cette étape, à aborder après la phase de caractérisation des indicateurs, permettra d'alimenter la réflexion pour le développement d'un modèle d'érosion pertinent.

- **PHASE 2 :**

- Suite à l'identification de ces indicateurs, l'objectif de cette 2^{ème} phase est de réaliser les croisements entre les indicateurs et les données issues de la cartographie des érosions et d'analyser les résultats obtenus afin de mettre en évidence des éléments de concordance sur la distribution, la typologie et/ou la dynamique des érosions.
- L'ensemble de ces résultats est présenté et valorisé sous la forme de graphiques et de planches cartographiques dans ce présent rapport.

1.2. Contenu du rapport

Le présent rapport s'articule autour des points suivants :

- **Rappel des principales définitions** associées à l'analyse des érosions : les principaux types d'érosion rencontrées en Nouvelle-Calédonie, la nature des facteurs naturels et anthropiques favorisant le développement des érosions, et les effets de l'érosion ;
- **Présentation de la méthodologie utilisée pour le croisement des données :** caractéristiques des données utilisées, définition des types d'objets cartographiés par télédétection, préparation des données avant croisement et présentation de la démarche analytique ;
- **Présentation des résultats :** résultats des différents croisements généraux et résultats présentés par hydroécorégions ;
- **Synthèse** : bilan de l'étude et perspectives.

2. Définitions autour de l'érosion

2.1. **Généralités**

Une érosion correspond à l'ensemble des phénomènes externes qui, à la surface du sol ou à faible profondeur, enlèvent tout ou partie des terrains existants et modifient ainsi le relief¹.

On distingue deux grands types de phénomènes dont, le plus souvent les effets s'additionnent :

- **Les processus chimiques** avec altération et dissolution par les eaux plus ou moins chargées de gaz carbonique. Ces phénomènes dominent par exemple dans la formation des modelés karstiques ;
- **Les processus physiques ou mécaniques** avec désagrégation des roches et enlèvement des débris par un fluide, d'où les distinctions entre les érosions éolienne, fluviatile, glaciaire.

L'érosion chimique enlève de 6 à 7 mm/1 000 ans à la surface des continents, l'érosion mécanique dix fois plus. Cela en moyenne à l'échelle de la Terre, car ces vitesses sont très variables d'une zone à l'autre, selon les climats et les reliefs.

2.2. **Facteurs favorisant le développement des érosions**

Les principales causes du développement des érosions sont une combinaison de plusieurs facteurs intrinsèques et déclencheurs qui peuvent être naturels ou anthropiques, dont voici une liste non exhaustive :

- Les contraintes gravitaires : pente et dénivelé,
- La géologie :
 - Composition du sol ou du sous-sol (meuble ou induré/rocheux, cohésion générale de ses constituants),
 - Discontinuités (diaclasses, failles/fractures, joints stratigraphiques, etc.),
 - Géométrie de ces discontinuités par rapport à la topographie,
- La présence d'eau superficielle et infiltrée :
 - Comme facteur déclencheur par pression interstitielle et degré de saturation,
 - Comme facteur de propagation (coulées et laves torrentielles),
- L'occupation du sol et principalement la densité de la couverture végétale : plus elle est dense, plus elle va favoriser le maintien du sol en place et donc limiter l'initiation d'érosions.

¹ Dictionnaire de géologie, Foucault et Raoult, Masson, 1995.

La Nouvelle-Calédonie présente les caractéristiques suivantes :

- Des reliefs importants (pentes fortes et dénivelés conséquents) ;
- Une géologie tourmentée :
 - Une grande variété de lithologies,
 - De nombreuses discontinuités au sein de la roche (fracturation très forte, zones de cisaillement, schistosités, etc.),
 - Une argilisation importante par le développement des profils d'altération ;
- Un climat tropical propice aux cyclones et aux événements pluvieux intenses et soudains ;
- Une occupation du sol fortement impactée par l'activité humaine (incendie, activité minière, déforestation ancienne, ...).

La conjugaison de l'ensemble de ces éléments est donc propice au développement des érosions.

Les facteurs naturels tels que la pente ou la géologie des terrains ont une première influence sur le développement d'érosion. Cette sensibilité à l'érosion pourra ensuite être accrue par les facteurs anthropiques tels que toutes les activités humaines affectant le couvert végétal et/ou qui perturbent la stabilité des sols et/ou l'infiltration des eaux météoriques (mines, agriculture, aménagements, urbanisation, ...).

Les incendies et les espèces herbivores envahissantes (cochons, cerfs) ont également un impact sur la sensibilité des terrains à l'érosion.

2.3. Types d'érosions rencontrées en NC

Les types d'érosion rencontrées en Nouvelle-Calédonie sont fortement dépendantes du contexte géologique. Les types d'érosion peuvent ainsi être répartis selon deux grands ensembles géologiques rencontrés en Nouvelle-Calédonie et également en province Sud, à savoir : les massifs de péridotites et les terrains volcano-sédimentaires.

2.3.1. Types d'érosion en domaine péridotitique

La plupart des phénomènes les plus puissants ou de grande ampleur sont localisés au niveau des massifs de péridotites où les reliefs montagneux impliquent des pentes et dénivelés importants. Par ailleurs c'est sur les péridotites que l'altération est en général la plus développée, pouvant atteindre jusqu'à 50 m d'épaisseur.

Les massifs de péridotites sont caractérisés par deux facteurs importants dans l'initiation des phénomènes érosifs :

- Une fracturation importante due à leur mise en place tectonique comme nappe de charriage,
- Une couverture d'altération quasi omniprésente et parfois développée sur de grandes épaisseurs.

A la base du profil d'altération, la roche moins altérée est découpée par un réseau de fractures élargies par l'altération. Ce réseau pseudo-karstique est propice à l'infiltration de l'eau avec mise en pression de celle-ci lors des épisodes de fortes pluies. Le débouillage de certaines fissures à pendage aval facilite le glissement de blocs (Maurizot, Lafoy & Vendé-Leclerc, Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Kouaoua, 2004), emportant le manteau d'altération sus-jacent.

Les différents types d'érosion principalement rencontrés en domaine péridotitique sont décrits ci-après.

✓ *Les lavakas*

Les lavakas sont des expressions très fréquentes de l'érosion superficielle dans les zones latéritiques en Nouvelle-Calédonie (Figure 1).

Il s'agit de ravines aux bordures escarpées, en forme en goutte d'eau (large à l'amont, pincée à l'aval) et aux contours généralement persillés, en cellules ou réseaux denses de branches imbriquées de ravines. Les bordures amont sont verticales et forment un ou plusieurs cirques concaves tandis que les bordures à l'aval sont moins abruptes.

L'érosion s'y développe de façon régressive de l'aval vers l'amont de deux manières :

- Sur les bordures, où le talus vertical régresse par éboulement. Il s'agit de déversements brutaux qui déplacent les matériaux sur de courtes distances,
- Au fond, les matériaux sont mobilisés par ruissellement. Le transport est plus lent mais s'effectue sur de plus longues distances.

Ce type d'objet ne montre pas de signe d'évolution très rapide (peu d'évolution notable entre les photos de 1954 et les photos actuelles). Ces objets s'observent naturellement en dehors de toute activité humaine mais cette dernière peut toutefois perturber leur dynamique et leur évolution (incendies, déforestation, aménagements).



Figure 1 : Cellules de lavakas développées dans les latérites et sur péridotites - Massif de Téné (Source : Geo.impact)

✓ *Ravines à érosion régressive*

Les ravines sont des phénomènes très courants dans les massifs de péridotites, au niveau des zones latéritiques, saprolitiques ou serpentineuses (Figure 2).

Les ravines sont les formes caractéristiques d'une érosion localisée et active. Morphologiquement, les ravines correspondent à une incision du substratum étroite, profonde et pouvant se développer sur un linéaire important. Le ravinement peut se déclencher dans un contexte naturel favorable : couvert végétal peu développé, substratum peu cohérent type latérite sur massif minier.

L'incision commence lorsque les flux de surface sont trop concentrés sur un substratum sensible. Une fois initiées, les ravines se développent de façon régressive et l'incision se propage depuis l'aval vers l'amont. Le ravinement peut également se prolonger vers l'aval en association avec des arrachements lorsque les terrains affectés sont très peu cohésifs comme c'est le cas des serpentinites ou des latérites.



Figure 2 : Ravines étroites et profondes dans les latérites (Ancienne mine Socamifer, Prony, Source : Geo.Impact)

✓ Arrachement

Les arrachements (également appelés « glissements de terrain (rotationnels et translationnels) » ou parfois « éboulements ») correspondent à une zone où les matériaux sont mobilisés dans la pente par gravité, généralement dans des zones aux pentes marquées (Figure 3).

Morphologiquement, les arrachements comprennent principalement une « loupe » ou « niche » d'arrachement en amont, en général de forme semi-circulaire et qui met à nu le substratum. Les matériaux glissés vers l'aval, forment une masse glissée en contrebas de la loupe d'arrachement.

En Nouvelle-Calédonie, les glissements ont principalement lieu dans la semelle serpentineuse constituée de matériaux friables, sans cohésion et donc instables. Par ailleurs, les circulations d'eau au niveau des interfaces imperméables que constituent certaines écailles favorisent l'apparition de sources mais aussi de surfaces de glissement.

De grands panneaux de péridotites peuvent également glisser sur les flancs abrupts des massifs. Les paquets glissés peuvent affecter des volumes très importants, atteignant fréquemment le million de mètres cubes.

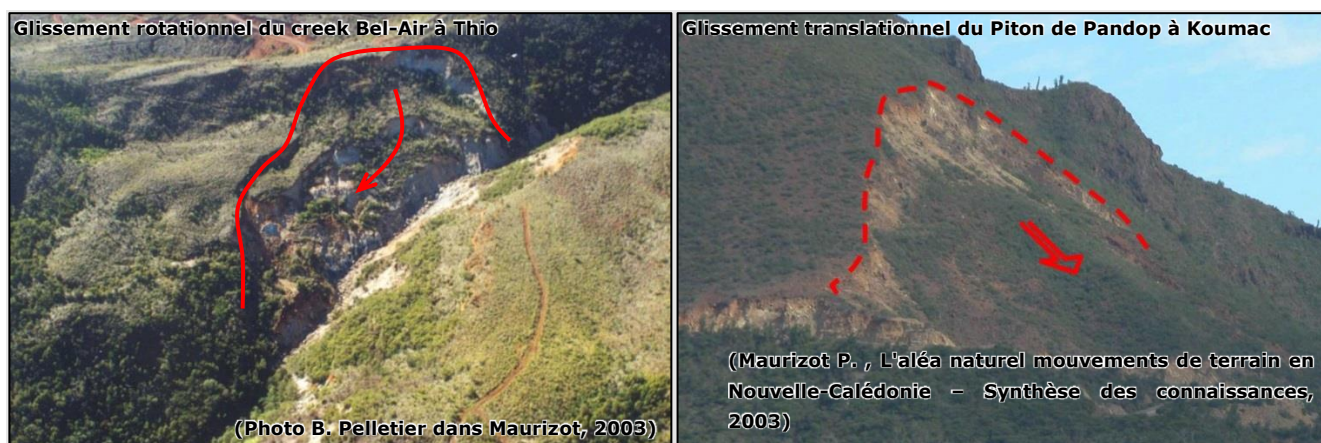


Figure 3 : Exemples de glissements rotationnels et translationnels

✓ Coulées de débris et laves torrentielles

Les coulées de débris et laves torrentielles se produisent par déstabilisation d'une portion de versant abrupt lors d'épisodes pluvieux intenses, fournissant l'apport d'eau, facteur déclencheur du phénomène (Figure 4).

Les coulées de débris et laves torrentielles sont très fréquentes en Nouvelle-Calédonie. Les éléments bibliographiques disponibles² indiquent que les coulées de débris et les laves torrentielles ne sont connues en Nouvelle-Calédonie qu'au niveau des massifs de péridotites.

Sur les massifs de péridotites de Nouvelle-Calédonie, les portions de versants abrupts affectés par les laves torrentielles incluent le plus souvent la couverture végétale superficielle (si elle est présente), des latérites et des blocs de péridotites. Le processus est fréquemment déclenché dans l'axe des cours d'eau mais également par la mise en pression de l'eau dans les péridotites fracturées lors des fortes pluies.

² Maurizot P., L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Synthèse des connaissances, 2003
R21-526b – VF – Valorisation des données cartographiques 2018 des formes érosives de la Province Sud - PHASE 2 – Présentation de l'analyse réalisée et des résultats des croisements entre les différents indicateurs – 17 / 147

Les « coulées boueuses » sont constituées principalement d'argiles latéritiques. Elles peuvent évoluer vers des « coulées de débris » lorsque la proportion et la granulométrie des blocs de péridotite augmentent.

Certaines coulées s'arrêtent rapidement si le volume de matériaux arraché est faible et si la végétation à l'aval est suffisamment dense pour former un écran de protection, ou encore si la pente s'adoucit rapidement. Lorsque les volumes de matériaux sont plus importants, la coulée se propagera vers l'aval en gagnant de la vitesse et de l'énergie. Si la coulée atteint une zone de canalisation topographique comme un thalweg ou un creek, elle pourra évoluer en lave torrentielle. Selon les configurations, les distances de transport sont de l'ordre du kilomètre entre la zone de départ et l'extrémité aval du lobe de dépôt.

Ces phénomènes se produisent sur des versants naturels mais également sur les zones sous influences minières. En effet, le contexte minier favorise et/ou est à l'origine de ce type de phénomène (rupture d'un ouvrage de décantation, concentration des flux d'eau par une mauvaise gestion des eaux d'un chantier ou d'une piste). Les feux ont également une incidence importante par la dégradation du couvert végétal et la mise à nu de zones sensibles à l'érosion.

✓ *Chute de blocs, éboulements et écroulements*

De nombreux massifs de péridotites présentent des abrupts rocheux. La grande fracturation des péridotites induit donc une prédisposition naturelle importante à ce type de phénomène.

✓ *Zones dénudées latéritiques*

Ce sont des zones où le couvert végétal est partiellement dégradé ou complètement absent. La végétation arbustive et forestière a disparu au profit d'une végétation herbacée clairsemée voire absente. Le terrain naturel ne présente pas de forme d'érosion, ravine ou lavaka.

✓ *Versants dénudés à champs de blocs*

Ces zones correspondent à des versants où la végétation est très dégradée voire inexistante, notamment suite au passage des feux. Les versants sont abrupts avec des pentes comprises entre 25 et 40° où le substratum rocheux est affleurant sous la forme de blocs métriques en moyenne, étalés sur la pente.

(1 : Massif du Kouakoué ; 2 : Massif de Téné ; 3 : Massif du Mé Maoya, Azareu ; 4-5 : Mé Maoya, Daoui ; 6 : Mé Maoya, Baraoua ; 7 : Mé Maoya, Barendeu ; 8 : bassin de la Tontouta ; Source Geo.Impact sauf photos 4 et 8)

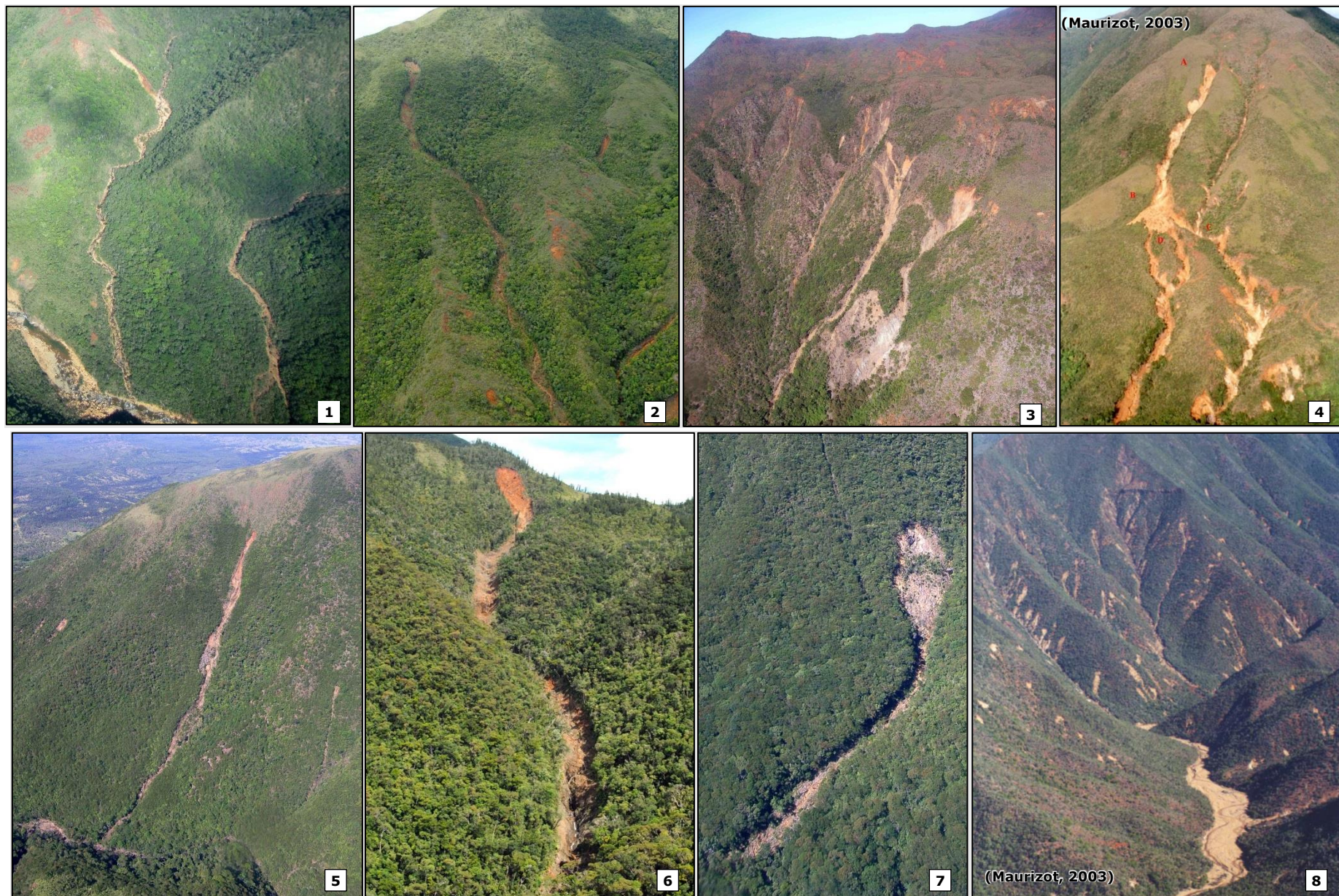


Figure 4 : Exemples de coulées de débris et laves torrentielles

2.3.2. Types d'érosion en domaine volcano-sédimentaire

Le substrat volcano-sédimentaire forme des reliefs aux dénivelés en général plus faibles qu'en domaine péridotitique, les phénomènes érosifs y sont moins fréquents et d'ampleur limitée. Le développement de l'altération y est plus faible et dépasse moins fréquemment 10 m d'épaisseur (Maurizot, L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Synthèse des connaissances, 2003).

Les différents types d'érosion principalement rencontrés en domaine volcano-sédimentaire sont décrits ci-après.

✓ Glissement de terrain

La majorité des glissements décrits à proximité de zones habitées³ (Maurizot, L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Synthèse des connaissances, 2003) sont de type glissements translationnels et combinaisons de glissements-coulées se transformant en coulées de solifluxion. Les dimensions des désordres sont au maximum 50 m de large pour 150 m de long (Figure 5).

Ces glissements se sont déclenchés au niveau de profils d'altération bien développés (de l'ordre de 5 m et au maximum de 12 m) sur généralement sur les trois types de formations suivants :

- Schistes crétacés argileux alumineux,
- Basaltes ferro-magnésiens,
- Phtanites siliceuses.

Pour ce type de phénomènes, un niveau de décollement peut s'activer par des circulations préférentielles d'eau au niveau de l'interface entre la base du profil d'altération et la roche mère non altérée.



Figure 5 : Glissement de Yahoué en 2000 (Maurizot, 2003)

³ Glissements de Yahoué (Mt-Dore), Nondoué (Dumbéa), Jardins de Plum (Mt-Dore), vallée des Koghis (Dumbéa), lotissement des Santals (Mt-Dore), Ngéa (Nouméa), Poindimié.

✓ *Badlands*

Ce type de paysage (appelé également « *crêtes à nu* » ou « *crêtes au vent* ») se présente en zones dénudées, souvent profondément ravinées en un réseau dendritique dense de thalwegs de quelques mètres de profondeur, aux pentes fortes et séparées de crêtes étroites (Figure 6). Ces terrains sont constitués de roches marneuses ou argileuses (« schistes ») très sensibles à l'érosion, comme la formation crétacée des *mamelons rouges* ou des *grès crétacés* (argilites silteuses noires à sulfures et nodules ou argilites, grès et schistes tufacés). On notera que contrairement aux lavakas, les badlands ne résultent pas du ravinement d'un niveau d'altération épais (latérites) mais du ravinement de roches déjà tendres par nature et au profil d'altération peu développé. L'érosion des badlands est connue pour être assez lente à l'échelle humaine.

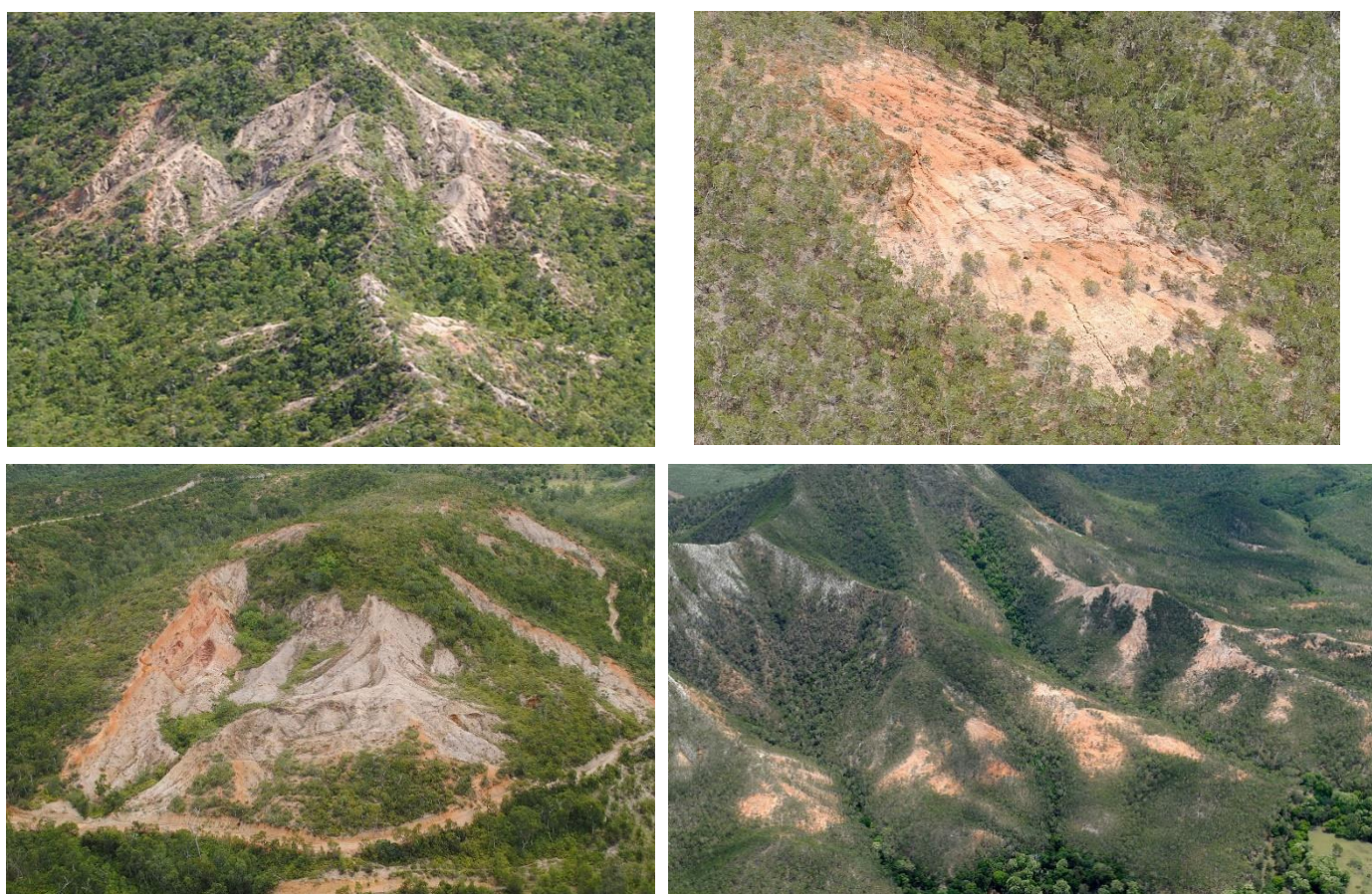


Figure 6 : Illustration des badlands

✓ Réseaux de griffes, rigoles, petites ravines et micro-arrachements

Les **réseaux de griffes, rigoles et petites ravines** se forment fréquemment lorsque la végétation est rase ou absente (versants herbeux de collines souvent piétinées par le bétail ou les cerfs) en présence d'un sol altéré faiblement épais (Figure 7). Il s'agit la plupart du temps d'isaltérites sur basaltes, grès à composante volcanoclastique ou grès carbonatés. Ces figures d'érosion sont dues au ruissellement et se présentent en dépressions linéaires parallèles à la pente, étroites et profondes de quelques centimètres jusqu'à 1 ou 2 mètres. Le fond des dépressions est dénudé ou couvert de végétation rase suivant la dynamique érosive de l'objet et la position sur le versant (les objets les plus dénudés sont généralement situés à mi-versant).

On observe également, associées à ces griffes, des **loupes de solifluxion** le long des courbes de niveau.



Figure 7 : Illustration des réseaux de griffes

✓ *Eboulement et écoulement*

En Nouvelle-Calédonie, les écoulements sont plus rares que les glissements. Deux écoulements sont décrits dans la synthèse des connaissances sur les mouvements de terrains en Nouvelle-Calédonie (Maurizot, L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Synthèse des connaissances, 2003) : l'écoulement de la Ouaième (Hienghène, Figure 8) et l'écoulement de la Néra (Figure 9).

La raison de ces écoulements est la combinaison entre un fort dénivelé, une pente importante, une fracturation ou une schistosité ayant fragilisé la roche et des pluies importantes comme élément déclencheur.

Les éboulements (chutes de pierres et de masses rocheuses de plus faibles dimensions) surviennent fréquemment lors des mêmes conditions météorologiques le long des talus de routes.



Figure 8 : Ecoulement de la Ouaième (Maurizot, 2003)



Figure 9 : Ecoulement de la Néra au col de Gouaro (Maurizot, 2003)

✓ Solifluxion

La solifluxion est un autre phénomène de mouvements de terrain affectant parfois les terrains volcano-sédimentaires dénudés (Figure 10). Ce phénomène est assez superficiel et très lent (imperceptible).

La solifluxion est un fluage du sol gorgé d'eau par gel-dégel successifs. Ce phénomène est habituellement observé en climat froid mais a été observé également en milieu tropical avec certaines roches saturées en eau ou par retrait et gonflement des argiles dans les bases de profils d'altération.



Figure 10 : Solifluxion sur les collines basaltiques altérées entre Poya et Bourail

2.4. Conséquences des érosions

Les différents types de phénomènes érosifs peuvent concerner des volumes de matériaux parfois très importants (plusieurs milliers de m³) et des linéaires et des surfaces également potentiellement conséquentes, ce qui a un impact sur les surfaces au droit des érosions ainsi que sur les zones aval.

Ces conséquences peuvent correspondre par exemple à l'engravement de cours d'eau, à la combinaison de plusieurs phénomènes érosifs (coulées de débris/laves torrentielle), à de l'érosion régressive, la dégradation des aménagements aval (réseau routiers, captages, ...) ou l'altération de la qualité des eaux, etc.

L'érosion représente une pression environnementale majeure pour les écosystèmes aquatiques et terrestres de Nouvelle-Calédonie.

3. Méthodologie

3.1. *Caractéristiques des données de la cartographie de l'érosion en province Sud pour l'année 2018*

3.1.1. Données utilisées pour la cartographie 2018

Les données cartographiques sur l'érosion en province Sud ont été produites à partir de 11 images satellites SPOT6/7 acquises entre le 5 avril et le 2 décembre 2018 (résolution spatiale 1,5 m, couverture nuageuse <2%, voir rapport de traitement Insight, 2021).

Des données exogènes ont aussi été mobilisées : BD-TOPO-NC et MNT à 10 m de la DITTT, MOS 2014 de l'OEIL, images Sentinel-2 du programme Copernicus (voir description plus loin).

3.1.2. Modalités de production

Après les classiques prétraitements pour la télédétection, pour calibrer les données satellites brutes et optimiser la couverture retenue pour l'analyse, plusieurs néocanaux ont été calculés, dont : indice de végétation (NDVI), indice de l'eau (NDWI), indice de brillance (BI).

A partir des images satellites, d'une cartographie d'expert sur des zones tests et d'un arbre de décision spécifiquement développé pour prendre en compte les informations connues, une classification semi-automatique a été réalisée sur la part terrestre de la province Sud (7 232 km², soit 723 200 ha). 3 niveaux croissants de détail cartographique ont été produits : N1 (5 classes), N2 (6 classes) et N3 (19 classes), dont deux classes sur les données non exploitables (nuages et ombres topographiques).

Aux niveaux 2 et 3, les données exogènes ont été utilisées pour faciliter la classification. Une phase d'amélioration par photo-interprétation a ensuite permis d'éliminer la plupart des confusions issues de la classification. Tous les travaux de photo-interprétation ont été réalisés à l'échelle 1/2 500. Tout au long du processus de cartographie raster, un contrôle expert a été conduit par échantillonnage aléatoire : au total, plus de 7% de la zone d'étude a été contrôlé, dont 2% des classes N3 concernant les sols nus (voir rapport de contrôle qualité, I. Rouet, 2020). Les formes cartographiées de superficie >100 m² ont ensuite été vectorisées. Les informations suivantes leur ont été associées : niveau de classification (N1, N2 et N3) et typologie des formes (classes), Type (indicateur approximatif de l'implication d'une forme dans les processus érosifs) et Origine (évaluation de l'origine naturelle ou non de chaque forme).

3.1.3. Les formes cartographiées pour 2018

Les différents types d'objets cartographiés ont été répartis dans différents niveaux et classes détaillés dans le tableau ci-dessous. L'unité minimale de collecte (UMC) définit la surface en deçà de laquelle les objets ne sont pas cartographiés. Toutes les formes (surfaces individuelles) de sols nus et dégradés de moins de 100 m² ne sont pas cartographiées.

Tableau 1 : Attributs des Classes N1, N2 et N3 et leur attribut "Origine" (extrait rapport Dubois, 2020)

N0	N1	N2	Libelle_N3	Origine
Données non exploitables	Nuages ***			NA
	Ombres topographiques ***			NA
Données exploitables	Autre ****			NA
	Eau **		Eau dynamique	NA
			Eau statique	Indéterminé
	Sol non ou peu végétalisé	Aménagement	Carrière, zone de chantier, verse contrôlée	Anthropique (Anth.) minier * Anthropique indifférencié *
			Décharge non contrôlée & arasement	Anthropique minier
			Piste	Anth. minier * Anth. minier probable * Anth. non minier *
			Bâti et autres surfaces imperméabilisées **	Anthropique non minier
			Aménagement indifférencié	Anthropique non minier
		Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol nu faiblement végétalisé	Indéterminé
			Surface significativement brûlée	Anthropique probable
			Ravine isolée	Anth. minier probable * Anth. Probable * Indéterminé *
			Zone de ravinement	Indéterminé
			Falaise, escarpement rocheux actif	Naturel
			Cuirasse	Indéterminé
			Sédiments et colluvions	Anthropique minier probable* Indéterminé *
			Fond de vallée indifférencié	Indéterminé
			Sol nu indifférencié	Indéterminé

Le niveau N1 permet de distinguer les sols nus ou peu végétalisés des surfaces en eau et autres surfaces. Le niveau N2 permet de différencier les aménagements parmi les sols nus ou peu végétalisés.

Le niveau retenu pour l'analyse des données est le niveau N3, c'est celui qui donne le plus de détails thématiques.

Pour cette cartographie, « 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. 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. 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 » (Source : Définition des classes retenues pour la typologie des formes érosives, INSIGHT, 2019).

3.1.4. Classes de niveau 3 et processus érosifs

Les formes cartographiques retenues pour cette étude concernent les sols nus, qui sont répartis en 15 classes N3.

Selon le processus dominant supposé s'exercer dans chaque classe de formes 2018, une valeur automatique est affectée aux formes 2018 via l'**attribut Type** :

« **Neutre** » (évalué sans processus dominant évident) : cuirasse nue, verse contrôlée seule.

« **Imperméable** » (infiltration des eaux gênée, déviée ou interdite, évalué sans érosion dominante dans les formes) : bâti et autres surfaces imperméabilisées. Selon leur position dans le paysage, ces surfaces peuvent avoir un rôle majeur dans les processus d'érosion.

« **Départ potentiel** » (départ de matériaux évalué dominant) : ravine, zone de ravinement, décharge non contrôlée/arasement, mouvement de terrain/éboulis, falaise/escarpement rocheux actif.

« **Transit et dépôt** » (dépôt de matériaux évalué dominant) : sédiments/colluvions.

« **Indéterminé** » (forme trop complexe, mixité des types importante dans les formes) : carrière/chantier/verse, piste, sol nu indifférencié, surface significativement brûlée, sol nu faiblement végétalisé, fond de rivière indifférencié. Il faudrait étudier chaque forme au cas par cas pour lever l'indétermination.

L'attribut « Origine » évalue si chaque forme cartographiée est d'origine naturelle ou non, il n'a pas été mobilisé lors de la présente étude.

3.1.5. Définition des classes retenues pour l'analyse

Les définitions qui suivent sont un résumé du dictionnaire des classes N3 (Rouetis R&D/INSIGHT, 2020).

Rappel : toutes les surfaces considérées ici ont été détectées comme nues ou presque dans les images de 2018. Les objets partiellement végétalisés conduisent à des formes incomplètes et les objets totalement recouverts de végétation ne sont pas cartographiés.

Tableau 2 : Définition des types de formes N3 sélectionnés pour l'analyse.

Formes N2	Formes N3	Description
Aménagement	Carrière, Zone de chantier, verse contrôlée	<u>Carrière</u> : lieu à ciel ouvert d'où sont extraits des matériaux. <u>Zone de chantier</u> : zone non végétalisée liée aux activités d'extraction minière, actuelle ou passée. <u>Verse contrôlée</u> : zone de stockage de stériles miniers où l'eau météorique est maîtrisée pour assurer la stabilité de l'ouvrage.
	Décharge non contrôlée et arasement	<u>Décharge non contrôlée</u> : verse à stériles miniers sur pente, sans maîtrise de la stabilité des matériaux versés. <u>Arasement</u> : roche mise à nu par abrasion suite au déversement des stériles dans les décharges non contrôlées.
	Piste	Voirie non imperméabilisée ou détectée comme nue, de largeur automatisée à 5 m.
	Bâti et autres surfaces imperméabilisées	Principalement surfaces couvertes d'un toit et surfaces goudronnées non recouvertes de matériaux minéraux (ces derniers sont détectés dans les autres classes N3).
	Aménagement indifférencié	Tout aménagement identifié, hors classes précédentes.
Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol faiblement végétalisé	Sol majoritairement nu présentant une faible activité végétale.
	Surface significativement brûlée	Hors aménagements. Surface incendiée où la végétation n'a pas encore repris une activité significative.
	Ravine	Incision érosive linéaire plus ou moins profonde, drainage simple.
	Zone de ravinement	Hors Décharge non contrôlée/arasement et Mouvement de terrain/éboulis. Large incision érosive dont le drainage est hiérarchisé.
	Mouvement de terrain / Eboulis	Hors ravines et zones de ravinement et hors emprise d'un cours d'eau. Sols nus affectés par des mouvements gravitaires. Classe non exhaustive.
	Falaise / Escarpement rocheux	Matériaux essentiellement rocheux en position dominante dans le paysage.
	Cuirasse nue	Hors surfaces significativement brûlées. Surfaces riches en oxydes et hydroxydes de fer issues de processus d'altération, aux caractéristiques particulières sur les images.
	Sédiments et colluvions	<u>Colluvions</u> : dépôts de versant encore proches de leur source. <u>Sédiments</u> : dépôts de matériaux transportés plus ou moins loin de leur source.
	Fond de vallée indifférencié	Hors colluvions et sédiments.
	Sol nu indifférencié	Tout sol détecté nu n'entrant dans aucune autre classe.

3.2. Caractéristiques des autres données utilisées pour produire la cartographie 2018

Cette partie présente les caractéristiques principales des données exogènes utilisées en complément des images satellites de 2018 pour alimenter l'arbre de décision dédié à la détection et à la classification des formes liées à l'érosion. Seuls les éléments utiles à la compréhension de la présente étude sont décrits.

A noter que les données de la BD-TOPO-NC et du mode d'occupation des sols 2014 ont été préparées par INSIGHT pour « compiler, corriger et compléter les données disponibles sur l'utilisation des sols » (rapport de production INSIGHT, 2021) : elles « ont été concaténées, corrigées et complétées par photo-interprétation » pour distinguer les aménagements de niveau 2. Certaines couches ont également été modifiées pour de la production du niveau 3.

3.2.1. BD-TOPO-NC

Producteur	Echelle d'utilisation	Version
Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie - DITTT	1/10 000	2019

Cette base de données vectorielle a été utilisée au N2 pour identifier les aménagements et les cours d'eau dans les règles de classification.

La couche voirie a été modifiée par INSIGHT par photo-interprétation des images de 2018 (ajout ou suppressions d'axes de voies) et des zones tampons ont été établies selon le type d'axe.

3.2.2. MNT-BDALT-NC

Producteur	Résolution spatiale	Version
Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie - DITTT	10 m	03/01/2020

Ce modèle numérique de terrain a été utilisé pour alimenter les règles de classification.

3.2.3. Mode d'occupation du sol 2014

Producteur	Echelle	Version
SIRS-AquaTerra pour l'OEIL	Echelle de travail : 1/12 000 UMC : 1 ha Largeur minimale de cartographie : 5 m	2017

Les données sur le mode d'occupation du sol 2014 ont été utilisées pour compléter les règles de classification sur les aménagements, y compris miniers.

3.2.4. Produits Sentinel-2

Producteur	Résolution spatiale	Version
INSIGHT pour l'OEIL	10 m - 20 m (selon les bandes spectrales utilisées)	2020

Les données du satellite Sentinel-2 (programme européen COPERNICUS) ont été mobilisées pour améliorer la détection des surfaces significativement brûlées. Le protocole développé est basé sur la différence de valeur entre l'indice d'incendie (NBR) calculé avant et après un incendie. Une limitation était cependant due à la présence de nuages aux dates d'intérêt. Les résultats d'une autre étude réalisée par INSIGHT pour l'OEIL sur la détection des feux ont donc servi à compléter la classe des surfaces significativement brûlées.

3.3. Préparation des données

Les moyens de calcul de l'OEIL ont été mobilisés pour réaliser les traitements préalables nécessaires pour livrer les statistiques brutes à Geo.Impact. En effet, les données cartographiques complètes des formes liées à l'érosion en province Sud en 2018 sont difficiles à manipuler au format vectoriel.

3.3.1. Classification des pentes

Données en entrée : MNT

Producteur	Résolution spatiale	Version
Gouv - DITTT	10 m	MAJ du 21/01/2020

Traitements effectués :

- Calcul de l'intensité des pentes

Outil utilisé : Calculatrice Raster QGIS

Unité : degré

- Classification des pentes

Unité : sans unité.

Les classes de pentes produites sont les suivantes :

Intensité de la pente (°)	Code	Description	Types de reliefs principaux
0-15	1	Pentes nulles à faibles	Plaines, fonds de vallées
15-30	2	Pentes moyennes	Reliefs modérés
30-45	3	Pentes fortes	Reliefs marqués
45-90	4	Pentes très fortes	Reliefs très marqués, abrupts

Justification des coupures : sur recommandation de Geo.Impact lors de la phase 1

3.3.2. Calculs statistiques

Données en entrée :

Surface Géologique 50000

Producteur	Résolution spatiale	Version
Gouv - DIMENC/SGNC-BRGM	1/50000	MAJ du 06/10/2021

Hydroécorégion (HER)

Producteur	Résolution spatiale	Version
Gouv	1/50000	MAJ du 08/12/2020

Limite administrative communale BDADMINNC

Producteur	Résolution spatiale	Version
Gouv - DITTT	1/10000	MAJ du 21/01/2020

Traitements effectués :

- Intersection spatiale entre Forme Erosive / Pente / Géologie

Outil utilisé : Librairie python geopandas, méthode overlay

Format du résultat : Table de faits avec une géométrie PostGIS, sa superficie, classe de forme érosive, de pente, de légende géologique et sa dimension spatiale (HER)

- Agrégation par attributs

Outils utilisés : Librairie python Pandas, méthode pivot_table

Format du résultat : Tableau Excel avec somme des superficies par HER, ventilé par classe de pente, ventilé par légende de surface géologique.

3.4. Considérations sur les formes 2018 pour la présente étude

3.4.1. Éléments pris en compte sur les types d'objets N3 analysés

Les différents types d'objets N3 étudiés sont présentés ci-dessous par ordre de priorité⁴.

Tableau 3 : Description des types d'objets N3 sélectionnés pour l'analyse.

Type N2	Type d'objets N3	Description
Aménagement	Carrière, Zone de chantier, verse contrôlée	. <u>Éléments inclus</u> : carrières, zones de chantier, zones décapées (plateformes et aménagements divers pouvant inclure des zones de pistes). Zones réhabilitées qui ne sont pas encore revégétalisées. Verses. Pistes sur zones de carrière et verse. . <u>Éléments non inclus</u> : Les pistes hors zones de carrières et verses.
	Décharge non contrôlée et arasement	. <u>Éléments inclus</u> : Matériaux déversés non stabilisés sur le versant . <u>Éléments non inclus</u> : Décharges réaménagées
	Piste	. <u>Éléments inclus</u> : zone de sols nus d'une largeur moyenne de 5 m . <u>Éléments non inclus</u> : Abords de piste (accotement, talus...) classifié en sol nu indifférencié
	Bâti et autres surfaces imperméabilisées	. <u>Éléments inclus</u> : Surfaces présentant un toit et celles imperméabilisées (revêtement goudronné). Pour la voirie, largeur moyenne de 8 m . <u>Éléments non inclus</u> : -
	Aménagement indifférencié	Cette classe rassemble tous les aménagements identifiés qui ne rentrent dans aucune autre classe d'aménagements.
Sol nu ou peu végétalisé indifférencié	Sol faiblement végétalisé	. <u>Éléments inclus</u> : Sols dénudés avec couverture végétale légèrement active . <u>Éléments non inclus</u> : -
	Surface significativement brûlée	. <u>Éléments inclus</u> : Surface ayant subi un incendie étendu avant l'acquisition de l'image et si la végétation est presque exclusivement morte. . <u>Éléments non inclus</u> : -
	Ravine	
	Zone de ravinement	Zones montrant une hiérarchisation du drainage contrairement aux ravines. Surfaces pouvant être étendues
	Mouvement de terrain / Eboulis	. <u>Éléments inclus</u> : Sols nus affectés par des phénomènes gravitaires et qui n'ont pas été classés dans ravine ou zone de ravinement. Classe non exhaustive, à vocation informative.
	Falaise / Escarpement rocheux	Morphologie associée à des matériaux rocheux qui peuvent être considérés comme peu sensibles à l'érosion.
	Cuirasse à nue	Zones peu sensibles à l'érosion
	Sédiments et colluvions	. <u>Éléments inclus</u> : matériaux récents sans couverture végétale issus du transit ou du dépôt de matériaux mobilisés par l'érosion hydrique. Cela regroupe sans distinction des matériaux divers, fins ou grossiers comme les cônes de déjection, les engrènements ou envasements d'embouchure. Ces matériaux se concentrent dans le réseau de drainage et aux embouchures.
	Fond de vallée indifférencié	. <u>Éléments inclus</u> : Sols nus de fond de vallée dont le caractère sédimentaire ou colluvionnaire n'a pas pu être établi.
	Sol nu indifférencié	. <u>Éléments inclus</u> : Tous les sols nus non aménagés identifiés qui ne rentrent dans aucune autre classe.

A noter que dans la suite du rapport, les objets N3 et types d'objets N3 font référence uniquement aux 14 types sélectionnés pour la présente étude et non à l'ensemble des types N3 de la donnée 2018.

⁴ D'après le dictionnaire de définition des classes retenues pour la typologie des formes érosives, INSIGHT, 2019.

La surface totale des 14 types d'objets N3 cartographiés représente 449 km², soit 6,5% de la surface totale de la province Sud (6 922 km²).

Le graphique ci-dessous présente la proportion de surface de chaque type d'objet N3 par rapport à la surface totale des objets N3 cartographiés.

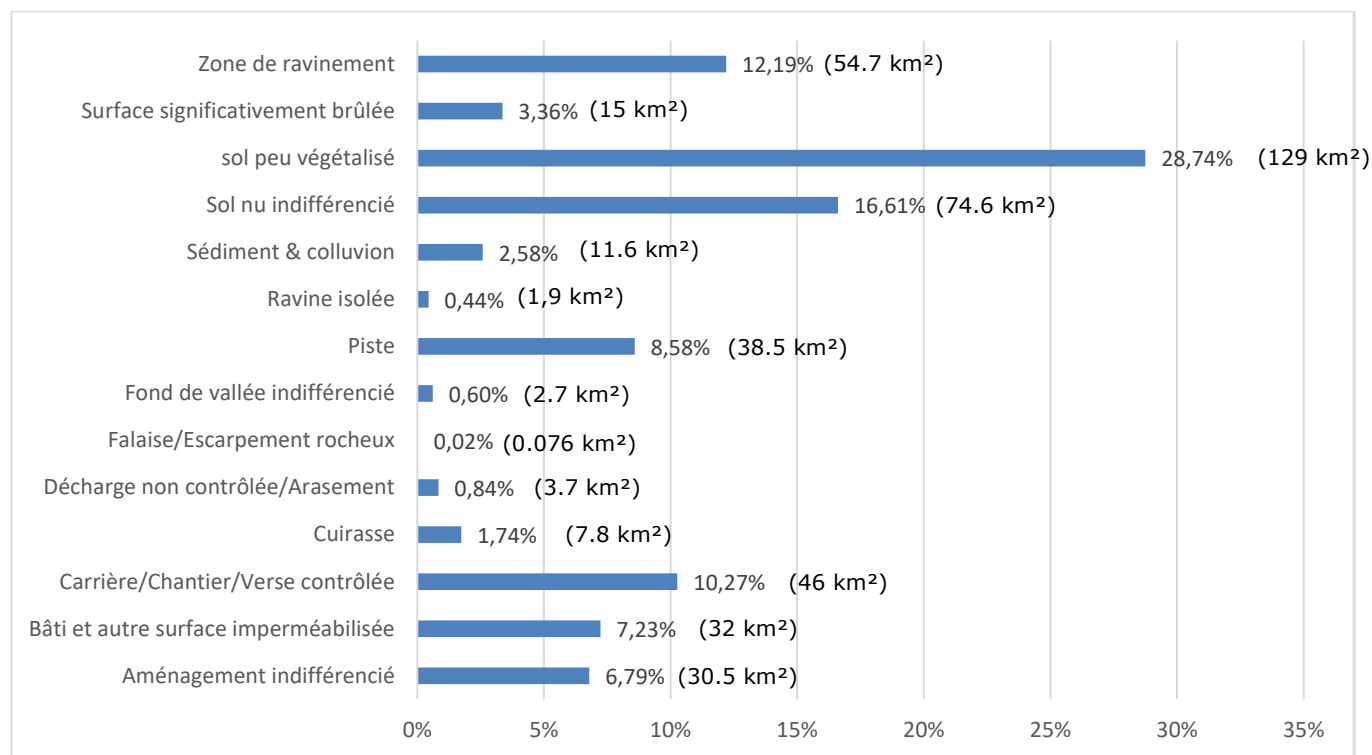


Figure 11 : Pourcentage que représente la surface de chaque type d'objet N3 par rapport à leur surface totale

On remarque que les sols peu végétalisés représentent plus de 25% des objets N3 cartographiés. Viennent ensuite les sols nus indifférenciés, les zones de ravinement et les carrières/chantier/verse contrôlée. Les autres types d'objets N3 représentent moins de 10% chacun de la surface totale des objets cartographiés.

3.4.2. Limites de la cartographie identifiées

Lors de la phase 1 de l'étude, un certain nombre de biais ont pu être mis en évidence dans le cadre de l'automatisation de la cartographie des objets érosifs, principalement dus à différents paramètres de la données source. Pour rappel :

1. L'UMC de 100 m² élimine tous les objets inférieurs à cette taille, supprimant ainsi toutes les petites loupes de glissements criblant certains versants (exemple : Tontouta).
2. Certaines images satellites utilisées ont un angle d'éclairement bas, dû à la date d'acquisition hivernale de certaines images et une probable acquisition en horaire non zénithal (apparemment matinal), notamment sur la majeure partie des reliefs de la Chaîne. En conséquence, de nombreux versants orientés sud à sud-ouest ou ouest sont masqués. On notera également que de nombreuses ravines sont confondues avec des ombres de versant (ombres créées par les berges de la ravine).
3. Interprétation et interpolation des formes érosives au-delà de ce qui est détecté. Par exemple, certaines ravines isolées sont fragmentées et non continues sur leur linéaire, tandis que de larges zones de ravinement de type lavakas sont fragmentées en différentes classes d'érosion (ravine isolée, sol peu végétalisé et sol nu indifférencié). Certaines zones de ravinement (badlands serpenteux) sont par ailleurs confondues avec des zones de carrières.

3.4.3. Conclusion pour l'analyse des données 2018

On observe donc une différence entre la définition géologique des différents types d'érosion existant en Nouvelle-Calédonie et la définition des différentes classes de sols nus cartographiés dans le cadre de l'analyse des images de 2018.

Cette différence sera à prendre en compte lors de l'analyse des données. En effet, le croisement des données cartographiques avec les indicateurs identifiés en phase 1 permettra de faire le lien entre la télédétection et l'analyse du géologue, entre l'automatisation et l'approche naturaliste.

Une première approche de correspondance entre les objets est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Première approche de concordance entre les objets N3 cartographiés et les types d'érosion fréquemment rencontrés en NC

Types d'objets N3	Types d'érosions (liste non exhaustive)
Ravine	Ravine à érosion régressive Coulée de débris et laves torrentielles
Zone de ravinement	Lavaka et badlands
Mouvement de terrain/Eboulis	Arrachement / Eboulement / Glissement de terrain/ Eboulis
Falaise / Escarpement rocheux	Eboulement, chute de blocs
Cuirasse à nu	
Sédiments et colluvions	Zones d'engravement des cours d'eau, zones de dépôt de sédiments fins
Fond de vallée indifférencié	
Sol nu indifférencié Sol faiblement végétalisé	Zones dénudées latéritiques et zones d'érosion en nappes
Décharges non contrôlée et arasement	Décharges minières et arasement

3.5. Analyses réalisées

Les formes érosives cartographiées ont une répartition géographique qui peut être reliée directement ou indirectement à plusieurs paramètres environnementaux naturels (géologie et géomorphologie, etc.) ou anthropiques (mine, voirie, terrassements divers, ...). Pour les paramètres environnementaux, la vision du géologue permet de mettre en avant les croisements pertinents en ce qui concerne les érosions et leur facteurs déclenchants.

Les 2 paramètres les plus intéressants pour réaliser les croisements sont la géologie et la pente car ils sont prépondérants dans le déclenchement des érosions.

Les croisements ont également été réalisés par hydroécorégion⁵ (HER) de manière à faciliter les traitements et à réaliser les analyses au sein d'ensembles homogènes dans lesquels les résultats sont plus facilement interprétables et où les corrélations sont plus pertinentes.

3.5.1. Description des HydroEcoRégions (HER)

La province Sud peut être divisée en 4 HER qui correspondent à des ensembles hydrologiquement, morphologiquement et géologiquement cohérents, à savoir :

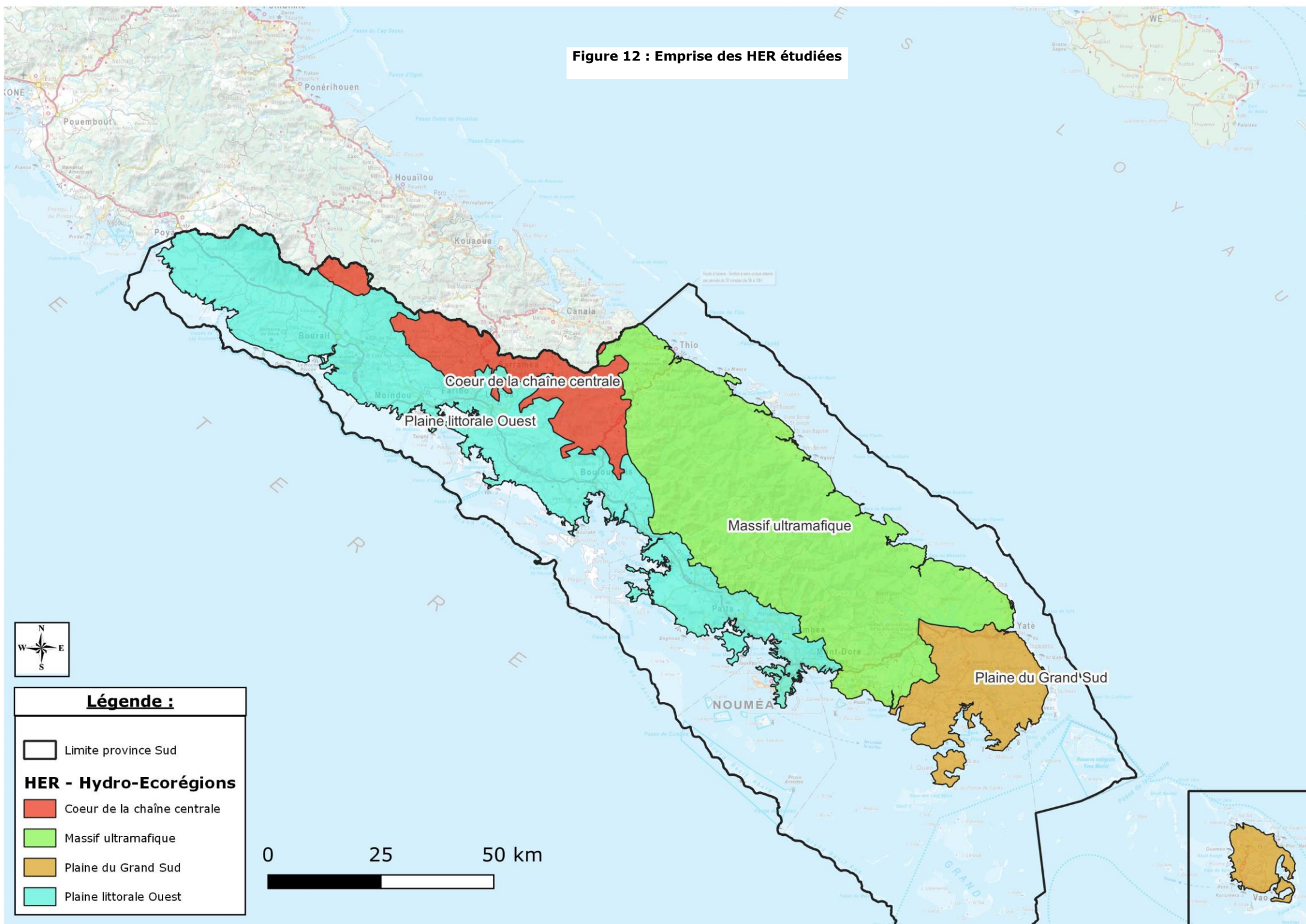
- La plaine littorale Ouest,
- La plaine du Grand Sud. A noter que l'île des Pins est comprise dans cette HER,
- Les massifs ultramafiques,
- Le cœur de la Chaîne Centrale.

3.5.1.1. Surfaces et emprises des HER

Les emprises de ces HER sont présentées sur la carte en Figure 12. La surface de chaque HER par rapport à la surface totale de la province Sud est présentée dans le graphique en Figure 13.

⁵ Résultat de l'étude "Définition des Hydro-EcoRégions" achevée en novembre 2011. 7 Hydro-Eco-Régions ont été ainsi déterminées. Les bureaux d'études BioTop et Asconit ont travaillé en collaboration avec le gouvernement de NC (DAVAR), la Province Sud (DENV), la Province Nord (DAN), la Province des Iles, l'OEIL et le CNRT sur ce projet

Figure 12 : Emprise des HER étudiées



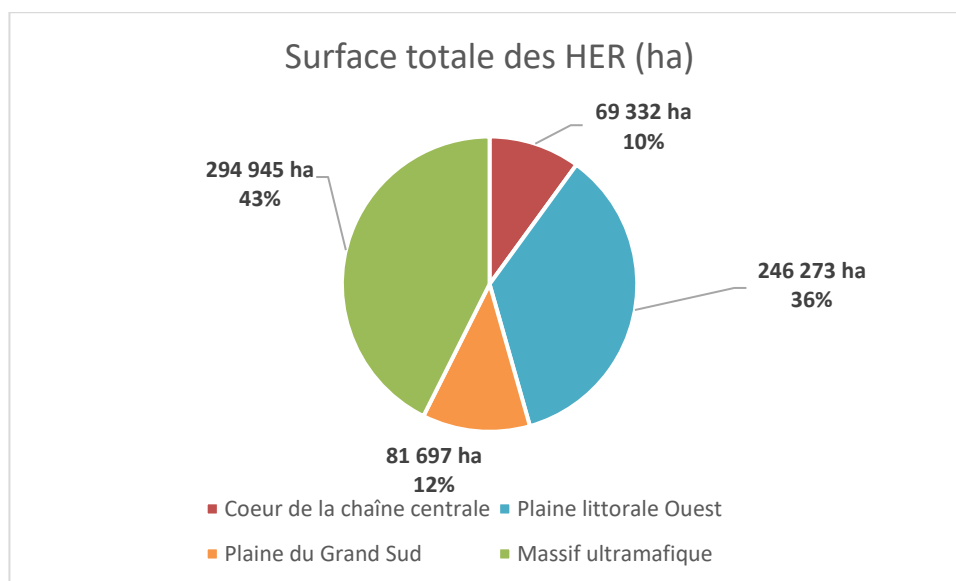


Figure 13 : Surface des HER

On constate que les 2 principales HER en termes de surface sont les massifs ultramafiques et la plaine littorale Ouest qui représentent à elles 2 quasiment 80% de la province Sud.

3.5.1.2. Pentes des HER

La carte des pentes au niveau des 4 HER est présentée en Figure 14.

On retiendra les éléments suivants :

- La plaine littorale Ouest présente principalement des pentes faibles à moyennes. Quelques zones de reliefs assez isolées montrent des pentes plus fortes (Massif au sud du Mé Maoya-Djaouma, montagnes blanches, Mé Awari, le Pic Noir, Pic Malawi, ...) ;
- La plaine du Grand Sud montre également principalement des zones de faibles pentes correspondant à la plaine des grands lacs encadrée par des massifs plus abrupts (Pic du Pin, col de Yaté, Pic du Champ de Bataille, les Monts Nengone, ...) ;
- Les massifs ultrabasiques présentent des reliefs particulièrement marqués avec des pentes fortes à très fortes (Massif du Kouakoué, Mont Humbolt, les monts Dzumac, Le Mont Dore, Dent de St Vincent, Mont Cidoa, ...) ;
- Le cœur de la Chaîne Centrale montre des pentes plus réparties avec des reliefs moins abrupts (Mont Do, Plateau de Dogny, Pic Orézoli, Table Unio, ...).

Figure 14 : Répartition des pentes par HER

1:750 000



0 7 500 15 000 22 500 30 000 m

Légende :

Limite des HER

Classes de pentes

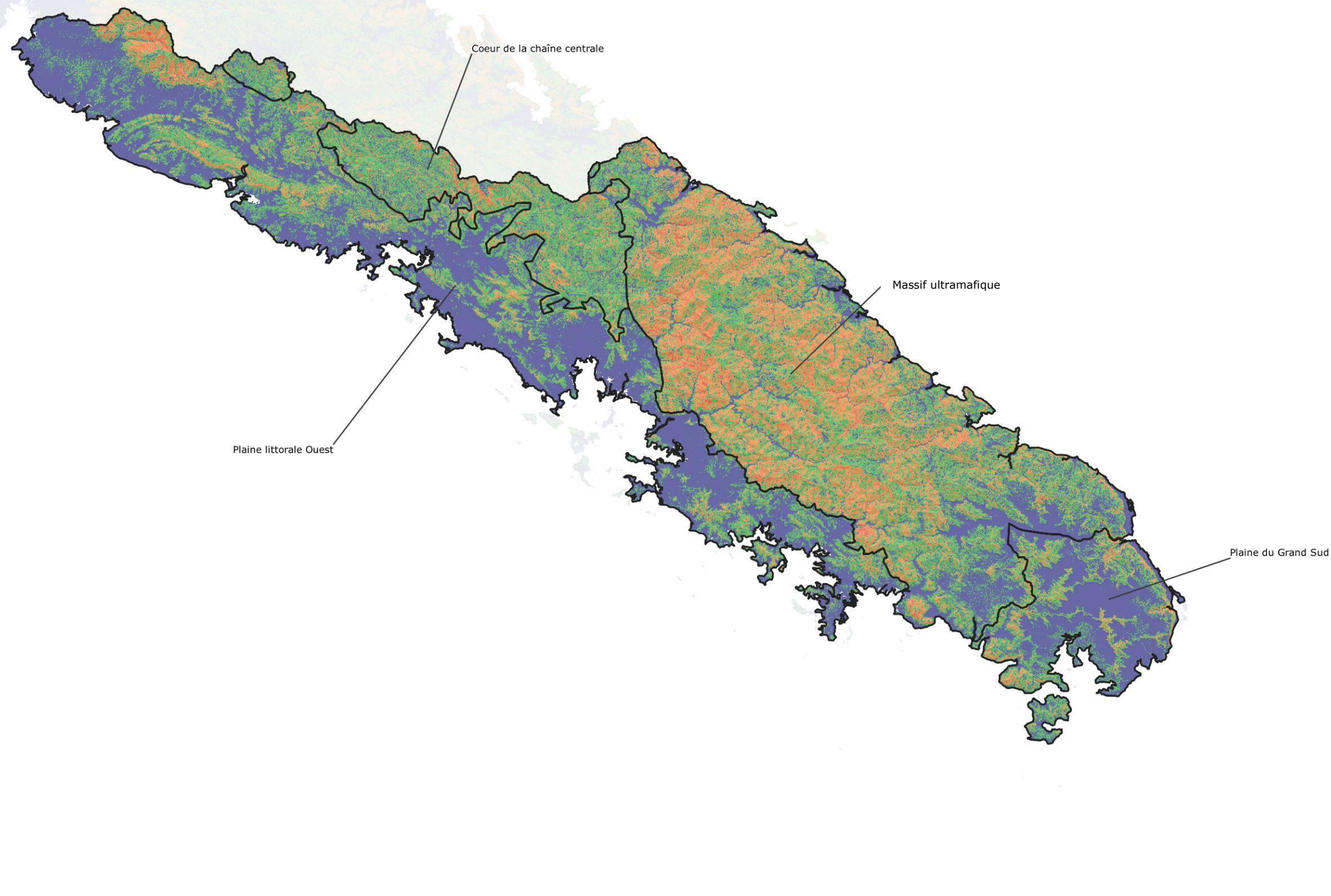
Classes de pentes

0-15°

15-30°

30-45°

> 45°



3.5.1.3. Géologie des HER

La répartition des unités géologiques par HER est présentée sur le graphique ci-dessous et localisées en Figure 16.

Une description succincte des différents ensembles géologiques rencontrés dans les quatre HER est présentée en Annexe 1.

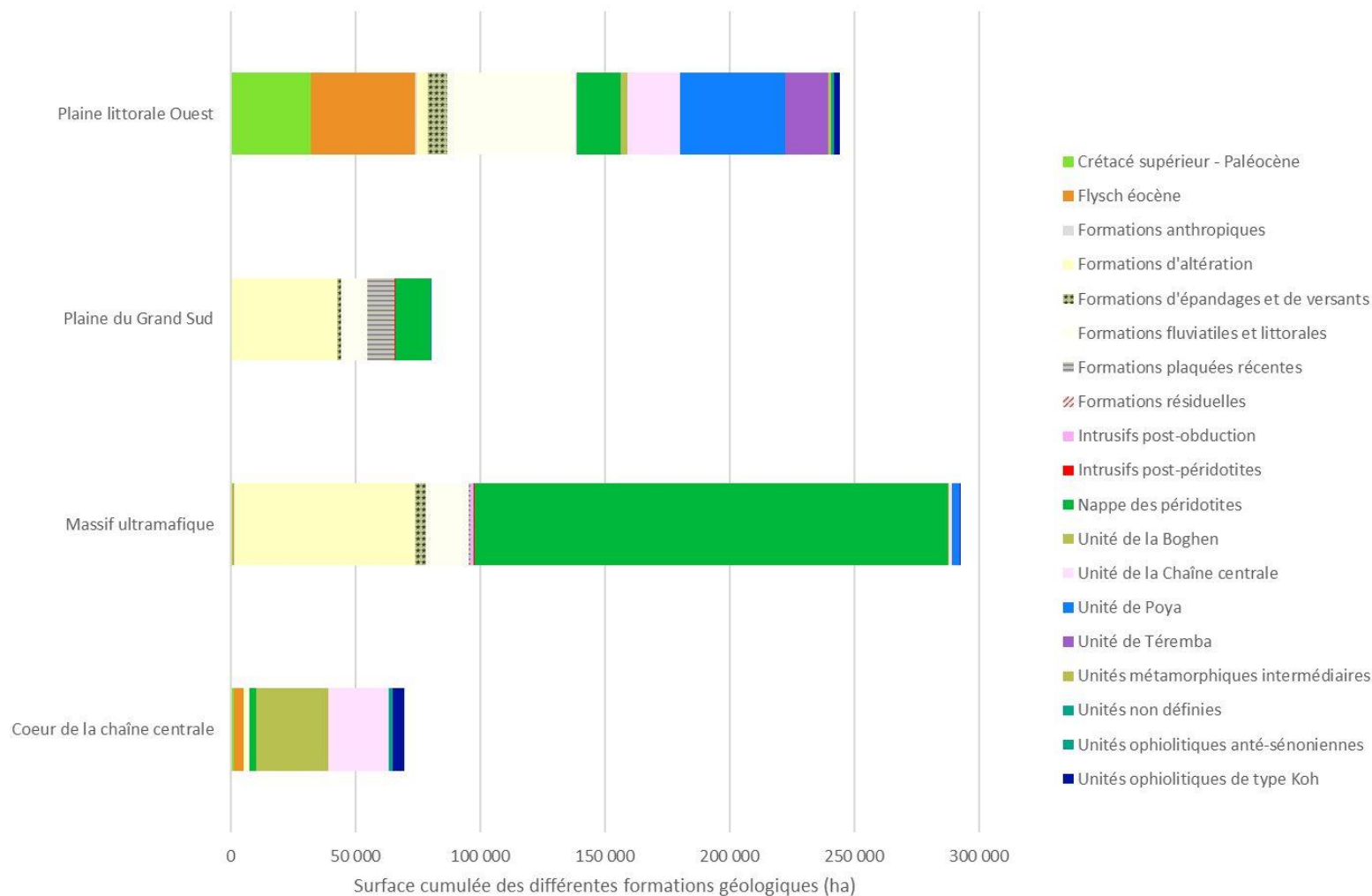


Figure 15: Géologie des HER

On retiendra les éléments suivants :

- Plaine littorale Ouest : Cette HER montre une géologie assez variée. Elle est principalement constituée par des terrains appartenant aux formations fluviatiles et littorales (21%), au flysch éocène (17%) et à l'unité de Poya (17%) et dans une moindre mesure à des formations du Crétacé supérieur (13%) et à l'unité de la Chaîne Centrale (9%) ;
- Massif ultrabasique : cette zone est principalement constituée par des terrains de la nappe des péridotites (65%) et des formations associées à savoir les formations d'altération (25%) et les formations d'épandages et de versants (2%). Les formations fluviatiles et littorales représentent 6% de la surface de cette HER ;
- Cœur de la Chaîne Centrale : Cette HER est principalement constituée de terrains rattachés à l'unité de la Boghen (42%) et à l'unité de la Chaîne Centrale (35%) ;
- Plaine du Grand Sud : Cette HER est principalement constituée de formations d'altération dérivant des péridotites (53%), des terrains associés à la nappe des péridotites (18%) et dans une moindre mesure aux formations plaquées récentes (14%) et aux formations fluviatiles et littorales (13%).

Figure 16: Répartition des unités géologiques par HER

1:750 000



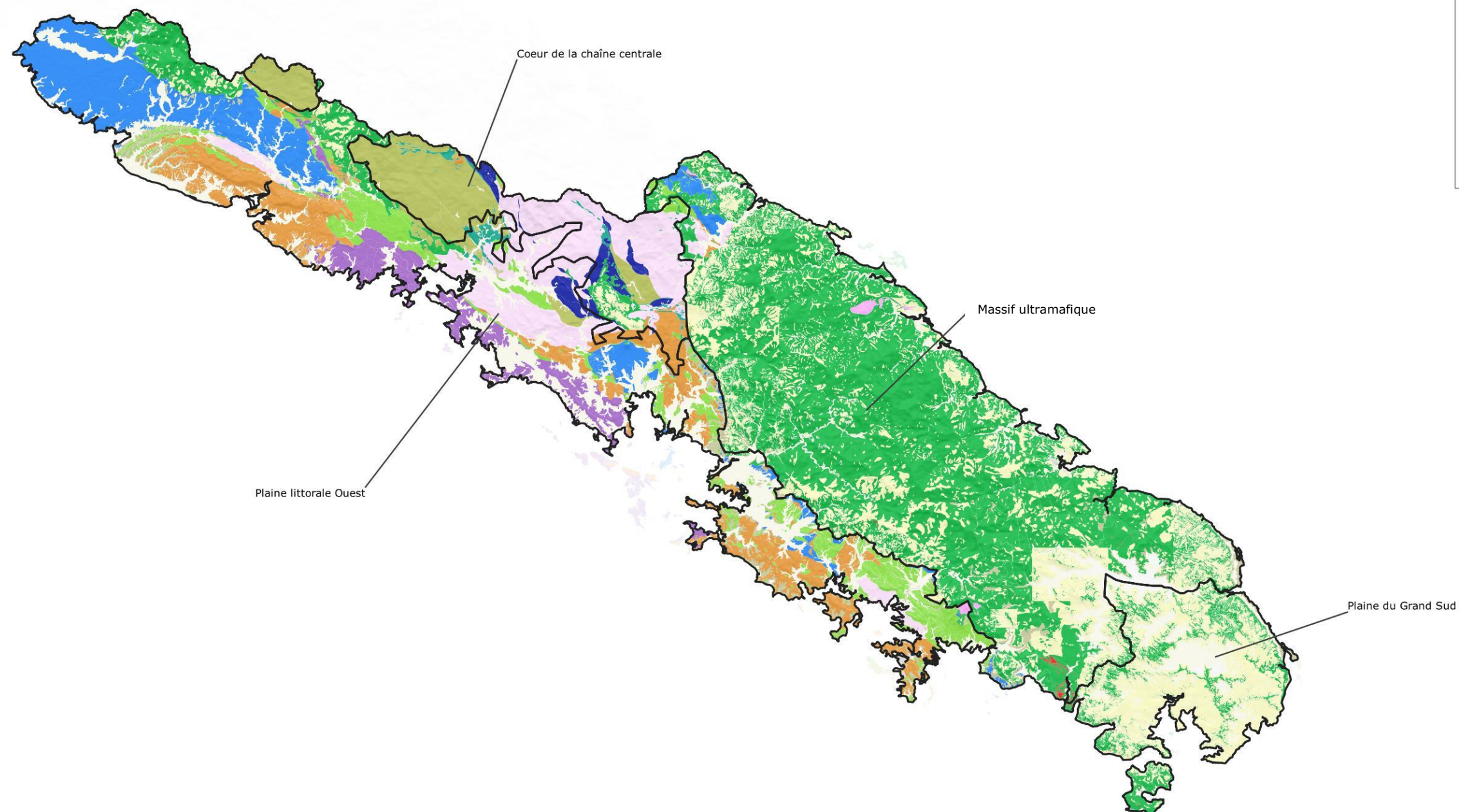
0 7 500 15 000 22 500 30 000 m

Légende :

— Limite des HER

Unités géologiques ProvinceSud par HER

- Formations anthropiques
- Formations fluviatiles et littorales
- Formations d'épandages et de versants
- Formations plaquées récentes
- Formations résiduelles
- Formations d'altération
- Flysch éocène
- Crétacé supérieur - Paléocène
- Unité de Poya
- Intrusifs post-obduction
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Téremba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes



3.5.1.4. Type d'objets N3 par HER

La surface totale des 14 types d'objets N3 par HER est présentée sur le graphique ci-dessous.

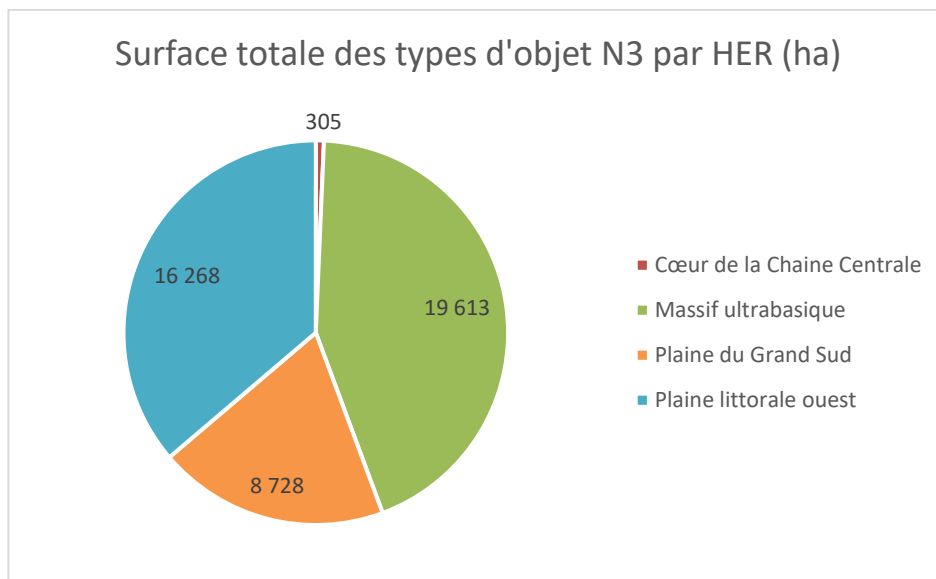


Figure 17 : Surface des types N3 par HER

On remarque que la majeure partie des objets N3 sont situés au niveau des massifs ultrabasiques et sur la plaine littorale Ouest. En revanche, le cœur de la Chaîne Centrale ne présente que très peu de surface de sols nus ou faiblement végétalisés. Cette répartition est également associée à la surface que représente chaque HER.

La comparaison entre la surface totale de la HER et la surface totale des types N3 est présentée sur le graphique ci-dessous.

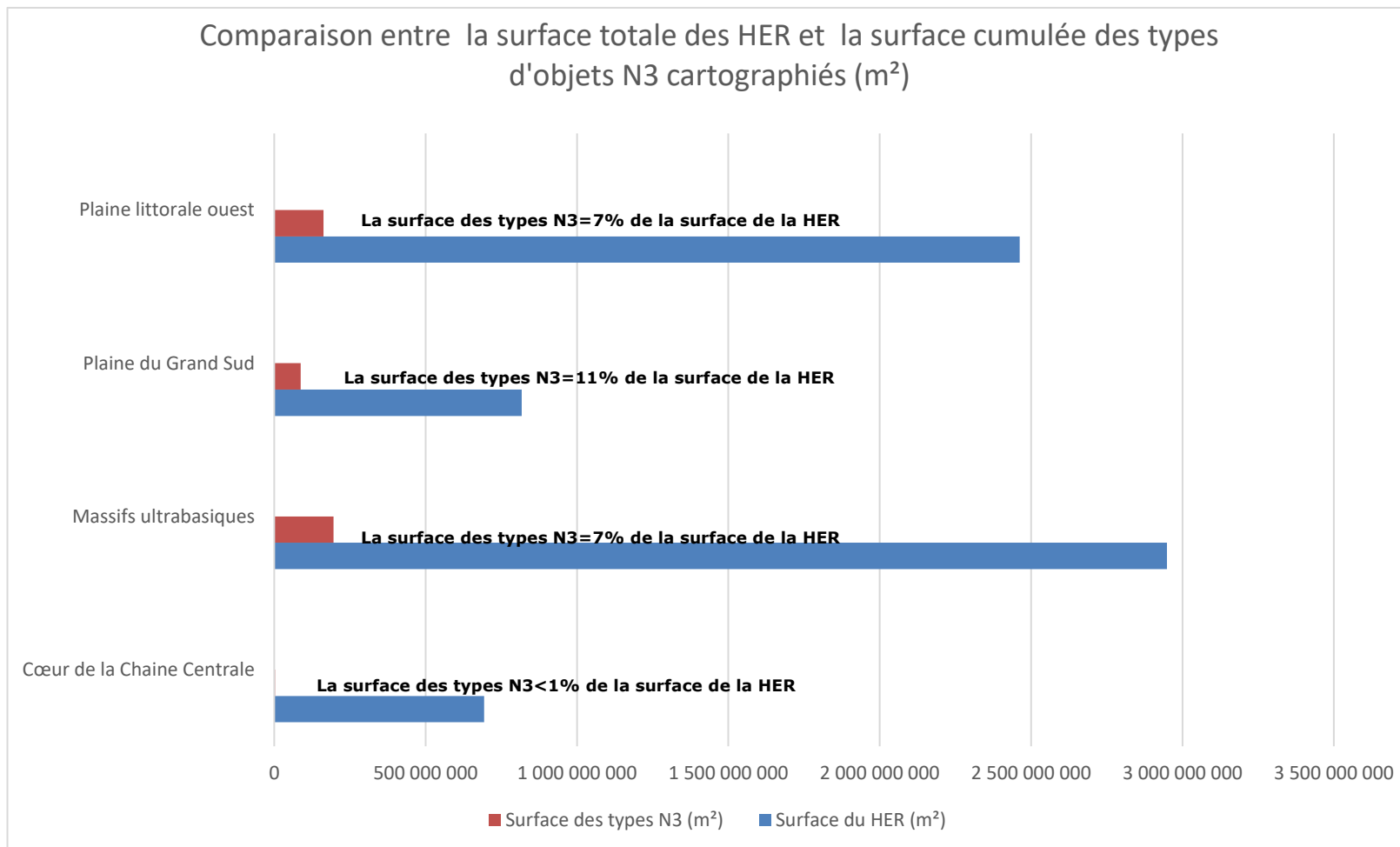


Figure 18 : Comparaison entre surface totale des HER et surface cumulée des types d'objet N3

On remarque que les surfaces des types d'objet N3 ne représentent qu'un faible pourcentage de la surface totale des HER, notamment pour la Chaîne Centrale où les types N3 représentent moins de 1% de la surface totale de la HER.

3.5.2. Démarche analytique

La démarche utilisée pour l'analyse des traitements réalisés et des différents croisements effectués entre les types d'objet N3, les indicateurs et les HER est présentée dans le schéma ci-dessous.

ETAPE 1 :

Réalisation des croisements SIG entre les différents paramètres (OEIL) :

- Type N3,
- Pente,
- Géologie.

L'ensemble de ces croisements a été réalisé par HER.

⇒ Les résultats obtenus correspondent à des données de surface par croisement (Fichier excel)



ETAPE 2 (Geo.Impact) :

Analyse des résultats des différents croisements de données :

- Type d'objet N3 par classe de pente par HER,
- Type d'objet N3 par Géologie par HER,
- Géologie par code N3 par HER,
- Géologie par Pente par HER,
- Pente par code N3 par HER,
- Pente par géologie par HER.



ETAPE 3 (Geo.Impact) :

Croisement des 4 types de données simultanément : ANALYSES IMBRIQUEES

⇒ Comparaison Type d'objet N3 par géologie, par pente et par HER

4. Présentation des résultats

4.1. *Résultat global des croisements entre les différents paramètres par HER*

4.1.1. Répartition des pentes des objets N3 par HER

La répartition globale des pentes des objets N3, tous types confondus, est présentée sur le graphique ci-dessous.

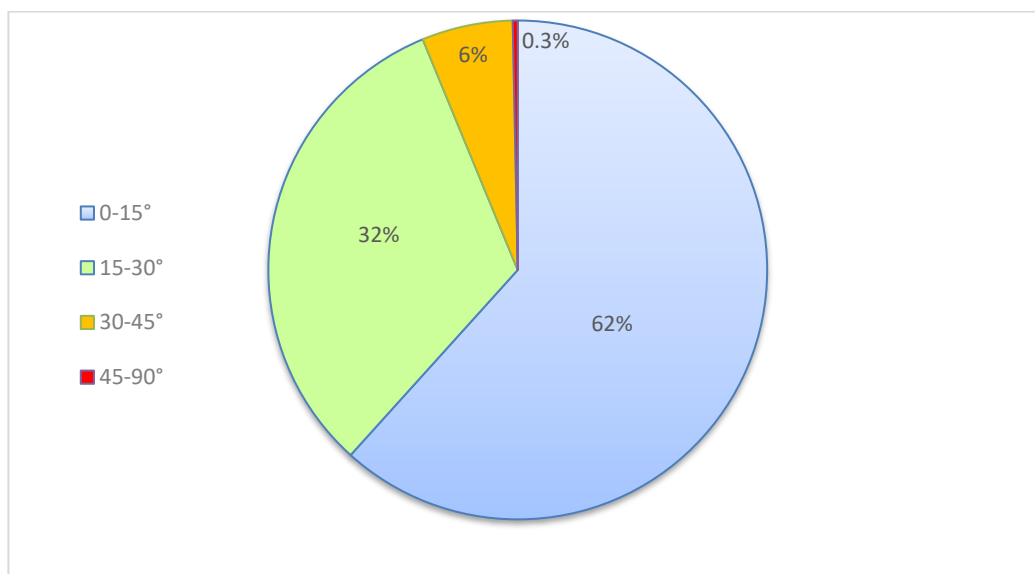


Figure 19 : Répartition des pentes des objets N3

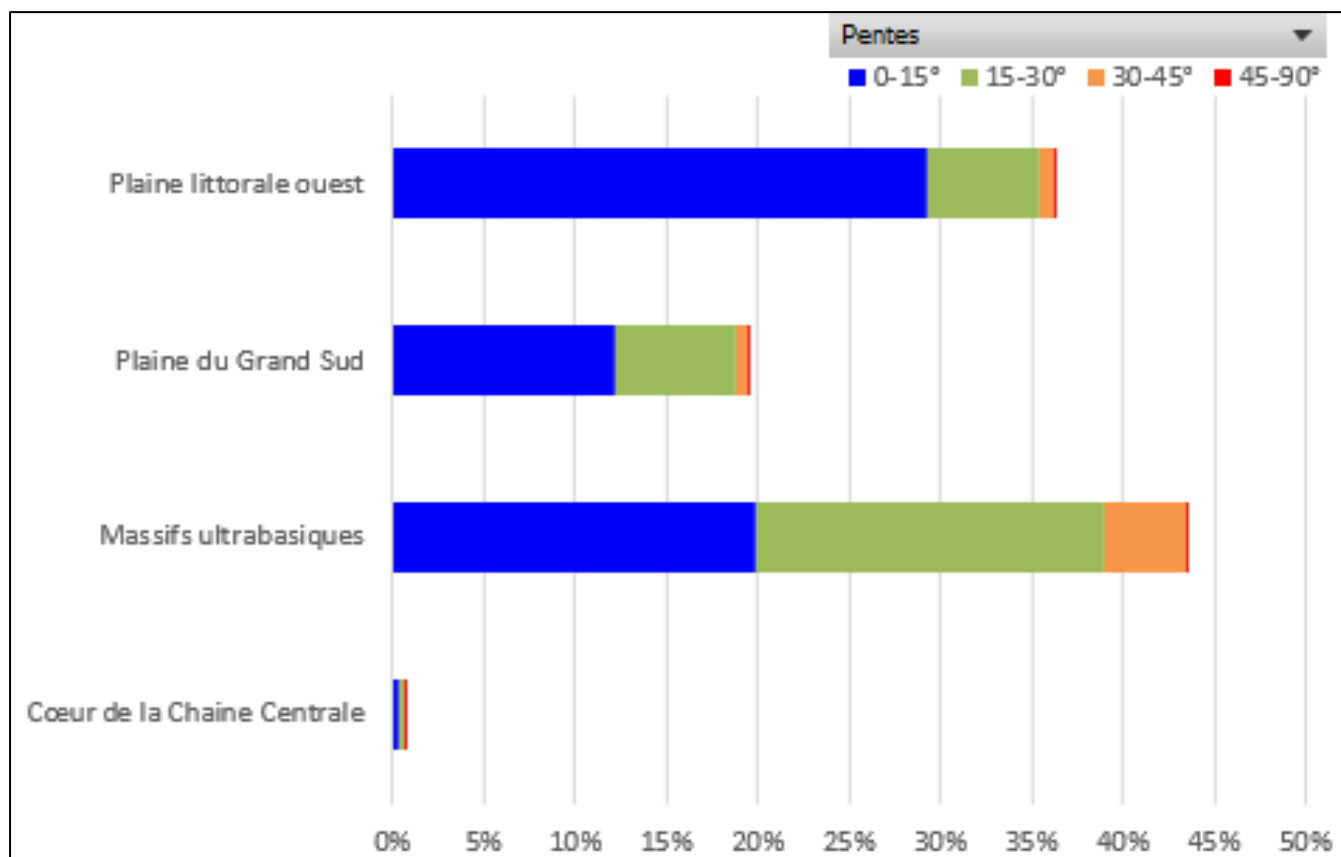
On remarque que la majeure partie des objets N3 se situent sur pente faible et moyenne, ce qui souligne la différence entre les objets N3 cartographiés et les érosions au sens naturaliste du terme. En effet, on rappelle que les objets N3 comprennent les aménagements (bâtis, pistes, ...) logiquement situés principalement sur zone plane ou relativement peu pentue.

La répartition des pentes au niveau des objets N3, par HER est présentée sur le graphique en Figure 20 et détaillée dans le tableau associé.

On constate les éléments suivants :

- Comme cela a été mentionné ci-dessus, les pentes faibles et moyennes représentent la majeure partie des objets N3 de chaque HER ;
- Ce sont les massifs ultrabasiques qui montrent la surface la plus importante d'objets N3 sur pente forte à très forte.

Figure 20 : Répartition surfacique des classes de pentes des objets N3 par HER en province Sud



HER et classes de pente	Superficie des objets N3 (m ²)	% du total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	3 052 318	0,68
0-15°	1 463 676	0,33
15-30°	1 294 549	0,29
30-45°	280 629	0,06
45-90°	13 463	0,0030
Massifs ultrabasiques	196 128 655	44
0-15°	89 060 460	20
15-30°	86 230 070	19
30-45°	19 598 134	4
45-90°	1 239 991	0,28
Plaine du Grand Sud	87 281 543	19
0-15°	54 971 642	12
15-30°	29 346 176	7
30-45°	2 888 540	0,64
45-90°	75 185	0,02
Plaine littorale ouest	162 678 573	36
0-15°	131 571 313	29
15-30°	27 273 312	6
30-45°	3 706 513	0,83
45-90°	127 434	0,03
Total général	449 141 088	100

4.1.2. Répartition de la géologie des objets N3 par HER

La répartition de la géologie des objets N3, par HER est présentée sur le graphique ci-dessous et le tableau associé en page suivante.

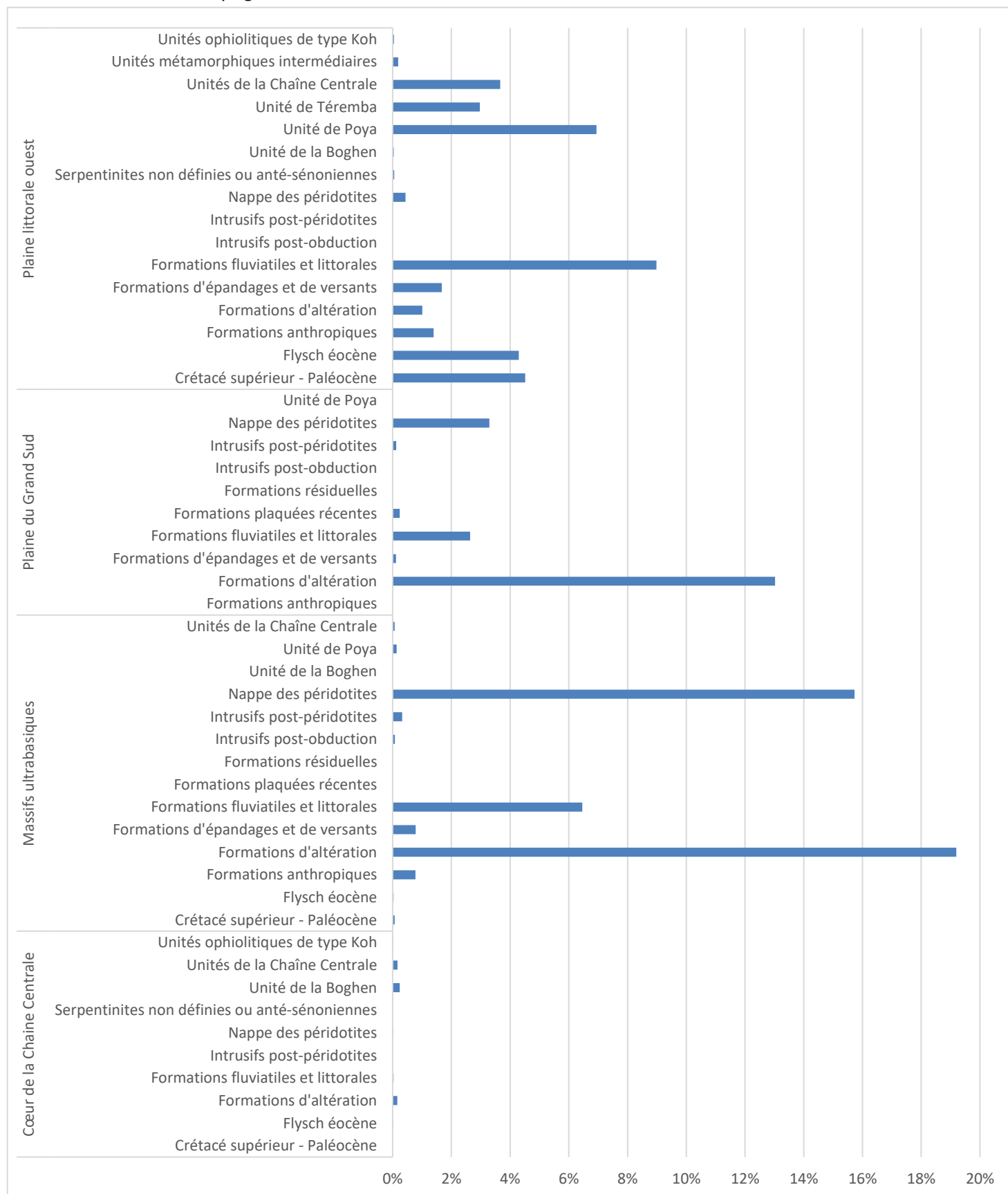


Figure 21 : répartition de la géologie des objets N3 par HER en province Sud

HER et géologie	Superficie des objets N3 (m ²)	% du total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	3 052 318	0,68
Crétacé supérieur - Paléocène	21 949	0,0049
Flysch éocène	104 727	0,02
Formations d'altération	709 335	0,16
Formations fluviatiles et littorales	153 644	0,03
Intrusifs post-péridotites	6 799	0,0015
Nappe des péridotites	103 544	0,02
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	36 492	0,01
Unité de la Boghen	1 086 417	0,24
Unités de la Chaîne Centrale	743 538	0,17
Unités ophiolitiques de type Koh	85 875	0,02
Massifs ultrabasiques	196 128 655	44
Crétacé supérieur - Paléocène	297 748	0,07
Flysch éocène	142 387	0,03
Formations anthropiques	3 483 463	0,78
Formations d'altération	86 210 715	19,19
Formations d'épandages et de versants	3 533 476	0,79
Formations fluviatiles et littorales	29 017 721	6,46
Formations plaquées récentes	23 751	0,01
Formations résiduelles	995	0,0002
Intrusifs post-obduction	349 023	0,08
Intrusifs post-péridotites	1 470 663	0,33
Nappe des péridotites	70 655 670	15,73
Unité de la Boghen	331	0,0001
Unité de Poya	622 412	0,14
Unités de la Chaîne Centrale	320 299	0,07
Plaine du Grand Sud	87 281 543	19
Formations anthropiques	1 585	0,0004
Formations d'altération	58 487 660	13,02
Formations d'épandages et de versants	523 381	0,12
Formations fluviatiles et littorales	11 835 051	2,64
Formations plaquées récentes	1 075 813	0,24
Formations résiduelles	944	0,0002
Intrusifs post-obduction	24 972	0,01
Intrusifs post-péridotites	527 970	0,12
Nappe des péridotites	14 791 134	3,29
Unité de Poya	13 034	0,0029
Plaine littorale ouest	162 678 573	36
Crétacé supérieur - Paléocène	20 278 989	4,52
Flysch éocène	19 293 902	4,30
Formations anthropiques	6 275 892	1,40
Formations d'altération	4 524 193	1,01
Formations d'épandages et de versants	7 526 060	1,68
Formations fluviatiles et littorales	40 358 084	8,99
Intrusifs post-obduction	11 657	0,0026
Intrusifs post-péridotites	3 557	0,0008
Nappe des péridotites	1 962 086	0,44
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	228 700	0,05
Unité de la Boghen	185 868	0,04
Unité de Poya	31 175 331	6,94
Unité de Téremba	13 352 652	2,97
Unités de la Chaîne Centrale	16 447 023	3,66
Unités métamorphiques intermédiaires	846 150	0,19
Unités ophiolitiques de type Koh	208 428	0,05
Total général	449 141 088	100

On constate les éléments suivants :

- Plaine littorale Ouest : La majeure partie des objets N3 sont situés au niveau des formations fluviatiles et littorales (9%, aménagements), mais également au niveau de l'unité de Poya (7%), du Flysch éocène et des formations du Crétacé supérieur. Pour rappel, la géologie de cette HER est très variée ;
- Plaine du Grand Sud : La grande majorité des surfaces des objets N3 sont situées au niveau des formations d'altération (13%) et des terrains associés à la nappe des péridotites, en effet, ce sont les unités qui constituent 70% de la HER ;
- Massifs ultrabasiques : Comme pour la plaine du Grand Sud, la grande majorité des objets N3 sont situés au niveau des formations d'altération (19%) et des terrains associés à la nappe des péridotites (16%), ces types de géologie représentant 90% de la surface de la HER ;
- Cœur de la Chaîne Centrale : Très peu d'objets N3 en termes de surface sont présents dans l'emprise de cette HER. Ils sont principalement localisés dans l'unité de la Boghen, l'unité de la Chaîne Centrale et les formations d'altération (moins de 1%).

4.2. **Nouvelle catégorisation des objets N3**

Afin d'améliorer la corrélation entre les types de sols nus (objets N3) et la notion d'érosion, dans le cadre des croisements et des analyses imbriquées réalisés, une nouvelle catégorisation des objets N3 est proposée :

- **Groupe A : Formes d'érosion**
 - Ravine isolée,
 - Zone de ravinement,
 - Décharge non contrôlée / Arasement,
 - Sédiment et colluvion,
 - Sol nu indifférencié.
- **Groupe B : Zones brûlées**
 - Surface significativement brûlée
- **Groupe C : Zones de carrières**
 - Carrière / Chantier / Verse contrôlée
- **Groupe D : Aménagements**
 - Bâti et surface imperméabilisée,
 - Piste,
 - Aménagement indifférencié.
- **Groupe E : Autres**
 - Cuirasse : cette classe présente un intérêt principalement en cartographie géologique. En effet, ce type de surface a peu d'incidence sur les érosions et leur développement car elles sont faiblement sensibles à l'érosion,
 - Falaise / Escarpement rocheux : Ce type de surface correspond principalement aux falaises en bord de mer entre Yaté et Prony. Ces surfaces ont également peu d'incidence sur le développement des érosions et sont également faiblement sensibles,
 - Fond de vallée indifférencié : Ce type de surface correspond principalement aux fonds de cours d'eau rocheux,
 - Sol peu végétalisé : Cette classe correspond à des sols dénudés mais qui présentent une couverture végétale légèrement active, leur corrélation avec un éventuel type d'érosion reste donc difficilement interprétable.

4.3. Présentation des résultats des analyses imbriquées

Suite à l'analyse des croisements entre les différents indicateurs et les objets N3 par HER, des analyses imbriquées ont été réalisées en croisant l'ensemble des paramètres considérés à savoir les types d'objets N3, la pente et la géologie par HER.

Les résultats sont présentés dans les paragraphes ci-dessous, selon la nouvelle catégorisation.

Pour chaque type d'objet N3, les principaux éléments à retenir sont détaillés et illustrés sous la forme de cartes et de graphiques. Les cartes présentent par HER, la cartographie des objets N3 selon la pente et la géologie.

A noter que les résultats des analyses imbriquées seront d'avantage pertinents pour le groupe érosion car les croisements ont été réalisés avec les indicateurs prépondérants dans le développement des érosions à proprement parler.

4.4. Groupe A : Formes d'érosions

4.4.1. Ravine isolée

Cartes en Figure 23 à Figure 26.

Pour l'ensemble des HER, la grande majorité des ravines isolées se situe au niveau des terrains rattachés à la nappe des péridotites et des formations d'altération qui en dérivent. Dans une moindre mesure, des ravines isolées se retrouvent également au niveau des formations d'épandages et de versants et des formations anthropiques.

Ces observations concordent avec les données bibliographiques sur les érosions en domaine ultramafique présentées au § 2.3.1 Types d'érosion en domaine péridotitique.

De même, la majeure partie des ravines isolées sont identifiées au niveau de zones de forte à très forte pente. En effet, la pente est un facteur prépondérant pour le développement de ce type d'érosion.

Les ravines isolées se rencontrent également au niveau des pentes faibles à moyennes car il s'agit d'objets linéaires qui recoupent la plupart du temps l'ensemble d'un versant et donc différentes classes de pente.

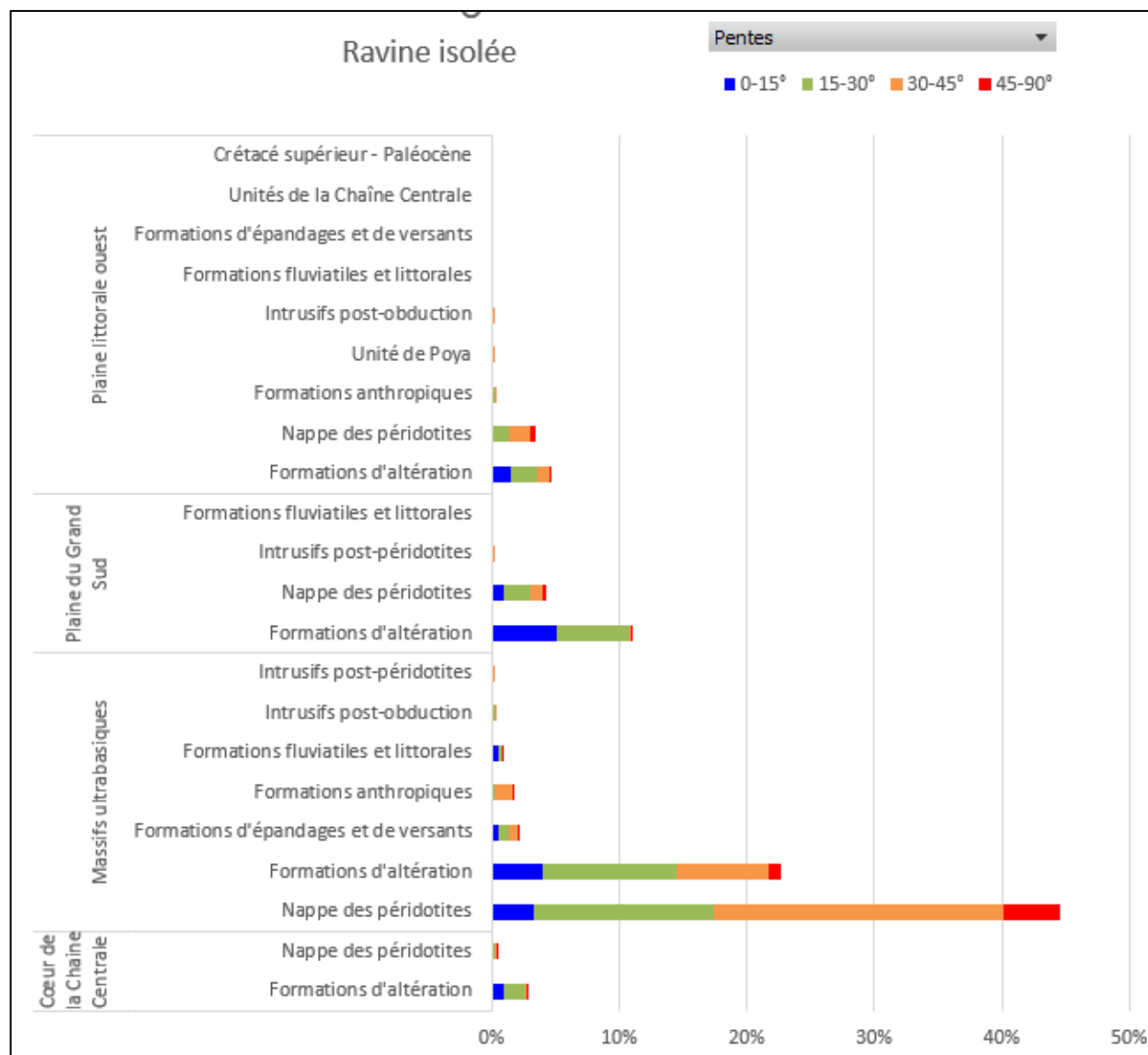


Figure 22 : Analyse imbriquée pour les ravines isolées en province Sud : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 23 : Analyse imbriquée pour les ravines isolées –
Plaine littorale ouest

1:800 000



0 8 000 16 000 24 000 32 000 m

HER et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	17,3529	0,038638
Crétacé supérieur - Paléocène	0,0085	0,000019
15-30°	0,0070	0,000015
30-45°	0,0016	0,000004
Formations anthropiques	0,6558	0,00146
0-15°	0,1174	0,000261
15-30°	0,3430	0,000764
30-45°	0,1954	0,000435
Formations d'altération	9,1194	0,020306
0-15°	2,9497	0,006567
15-30°	4,2990	0,009573
30-45°	1,6963	0,003778
45-90°	0,1745	0,000388
Formations d'épandages et de versants	0,0440	0,000097
15-30°	0,0020	0,000004
30-45°	0,0420	0,000093
Formations fluviatiles et littorales	0,1157	0,000258
0-15°	0,0235	0,000052
15-30°	0,0456	0,000102
30-45°	0,0466	0,000104
Intrusifs post-obduction	0,2941	0,000655
15-30°	0,1198	0,000267
30-45°	0,1743	0,000388
Nappe des péridotites	6,7882	0,015114
0-15°	0,2706	0,000603
15-30°	2,4086	0,005363
30-45°	3,2543	0,007245
45-90°	0,8547	0,001903
Unité de Poya	0,3100	0,000691
0-15°	0,1040	0,000232
15-30°	0,1374	0,000306
30-45°	0,0685	0,000153
Unités de la Chaîne Centrale	0,0171	0,000038
15-30°	0,0171	0,000038

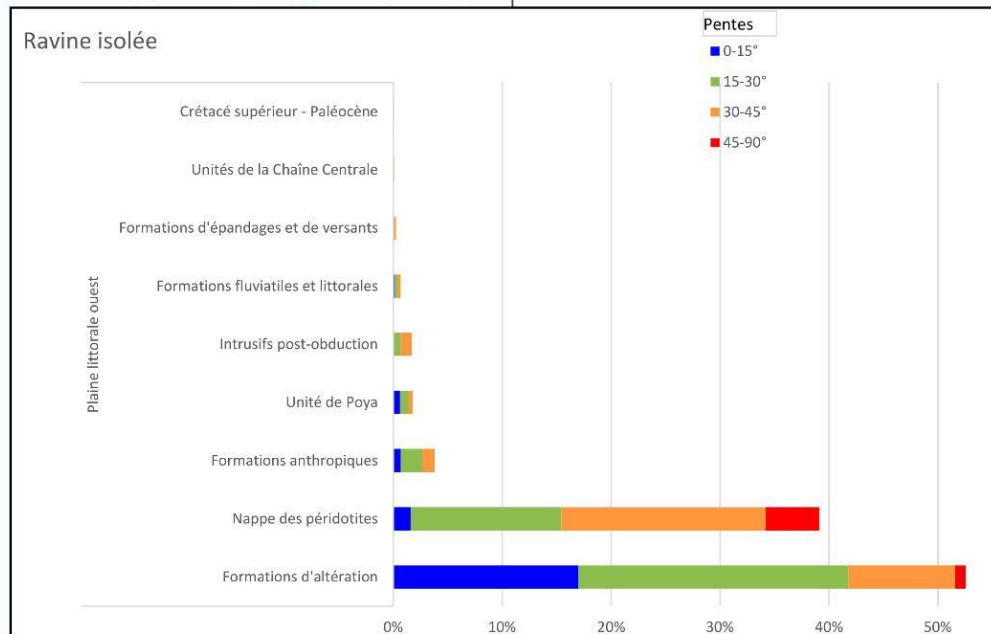
Légende :

Ravines isolées

Classes de pentes
(°)

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Ravine isolée



Légende :

Ravines isolées

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations fluviatiles et littorales
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Térémba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 24 : Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Plaine du Grand Sud

1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

HER et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	30,7826	0,068537
Formations d'altération	21,8184	0,048579
0-15°	10,0697	0,02242
15-30°	11,4622	0,025521
30-45°	0,2678	0,000596
45-90°	0,0188	0,000042
Formations fluviatiles et littorales	0,0712	0,000158
0-15°	0,0712	0,000158
Intrusifs post-péridotites	0,3614	0,000805
0-15°	0,1140	0,000254
15-30°	0,2345	0,000522
30-45°	0,0129	0,000029
Nappe des péridotites	8,5316	0,018995
0-15°	2,0055	0,004465
15-30°	4,0306	0,008974
30-45°	1,9636	0,004372
45-90°	0,5318	0,001184

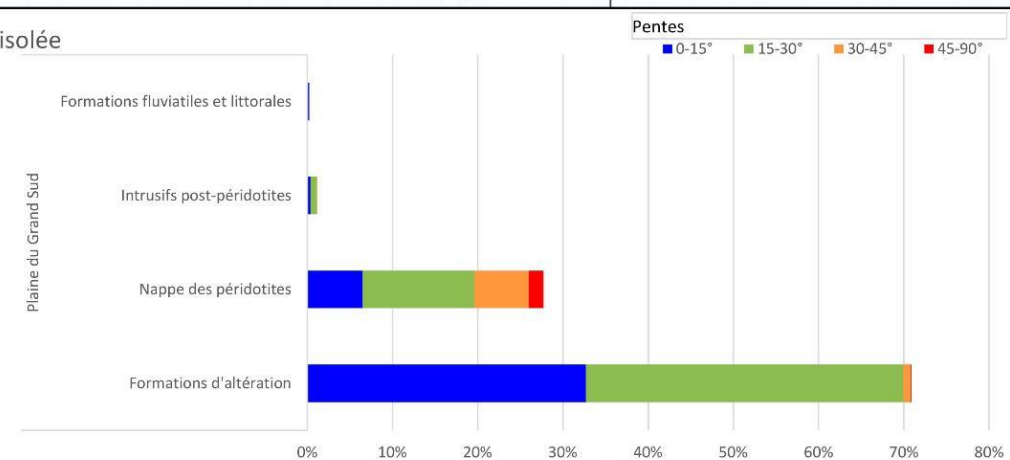
Légende :

Ravines isolées

Classes de pentes
(°)

0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Ravine isolée



Légende :

Ravines isolées

Unités géologiques

Formations fluviatiles et littorales
Intrusifs post-péridotites
Nappe des péridotites
Formations d'altération

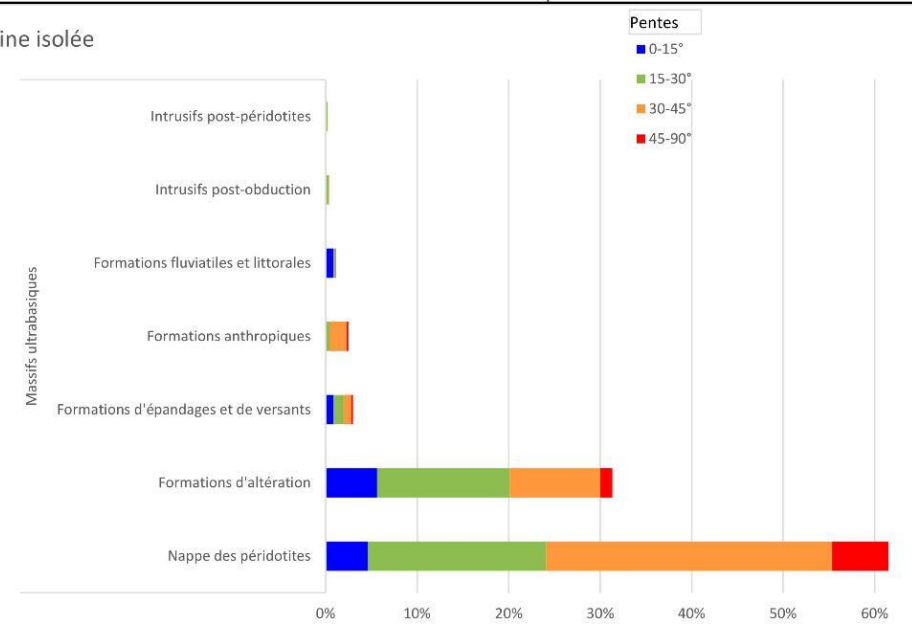
Figure 25 : Analyse imbriquée pour les ravines isolées – Massif ultrabasique

1:500 000



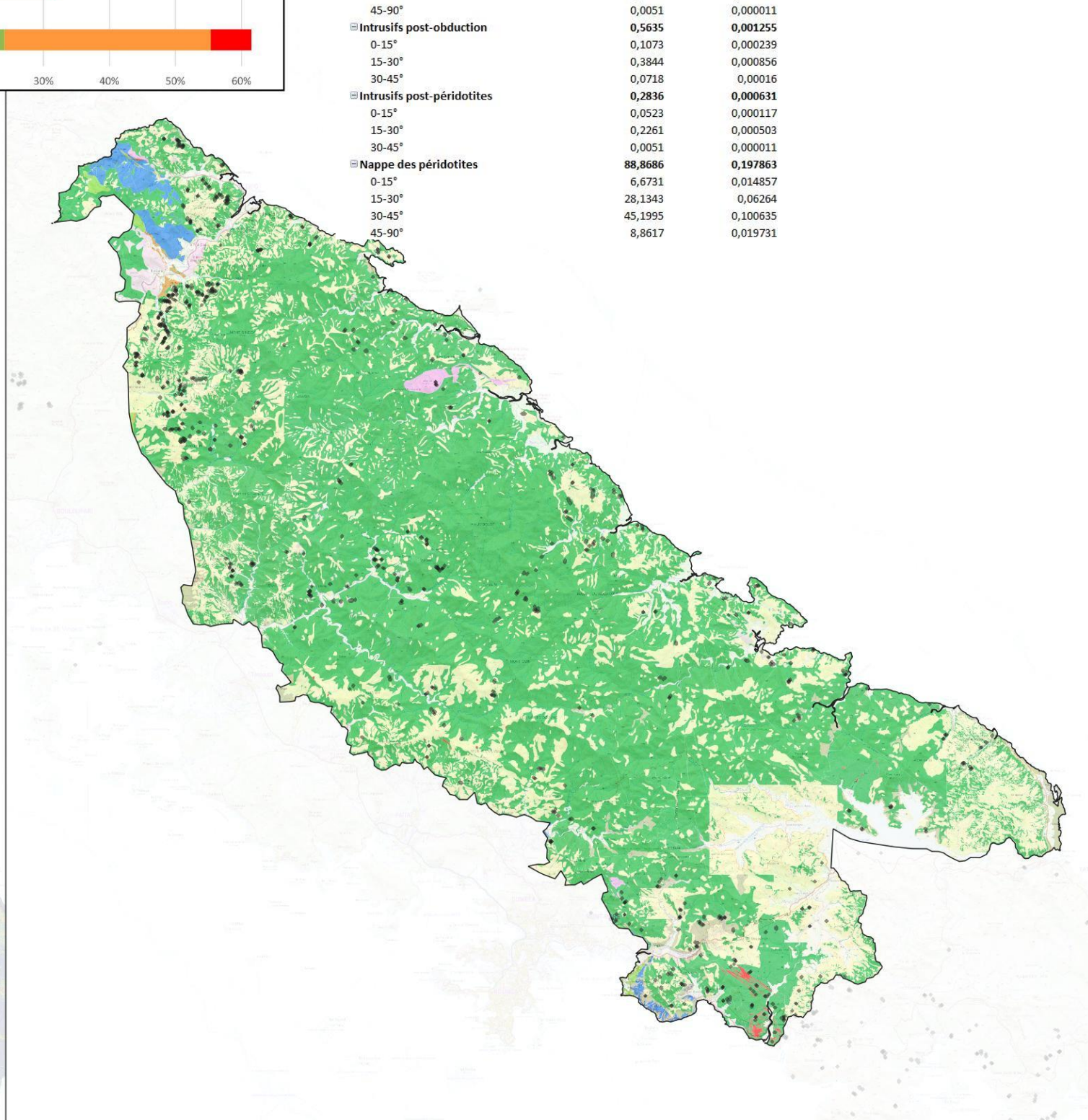
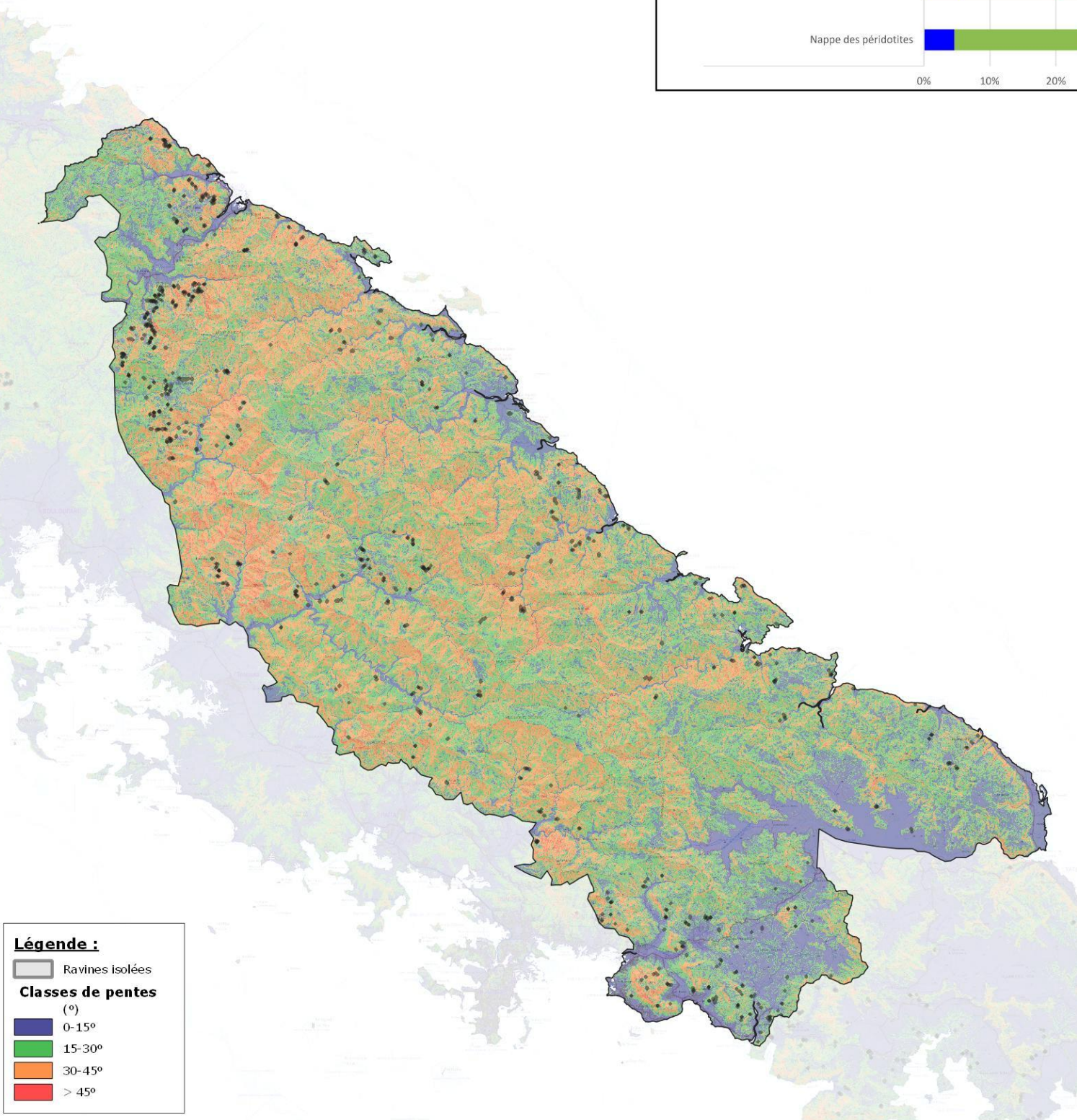
0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Ravine isolée

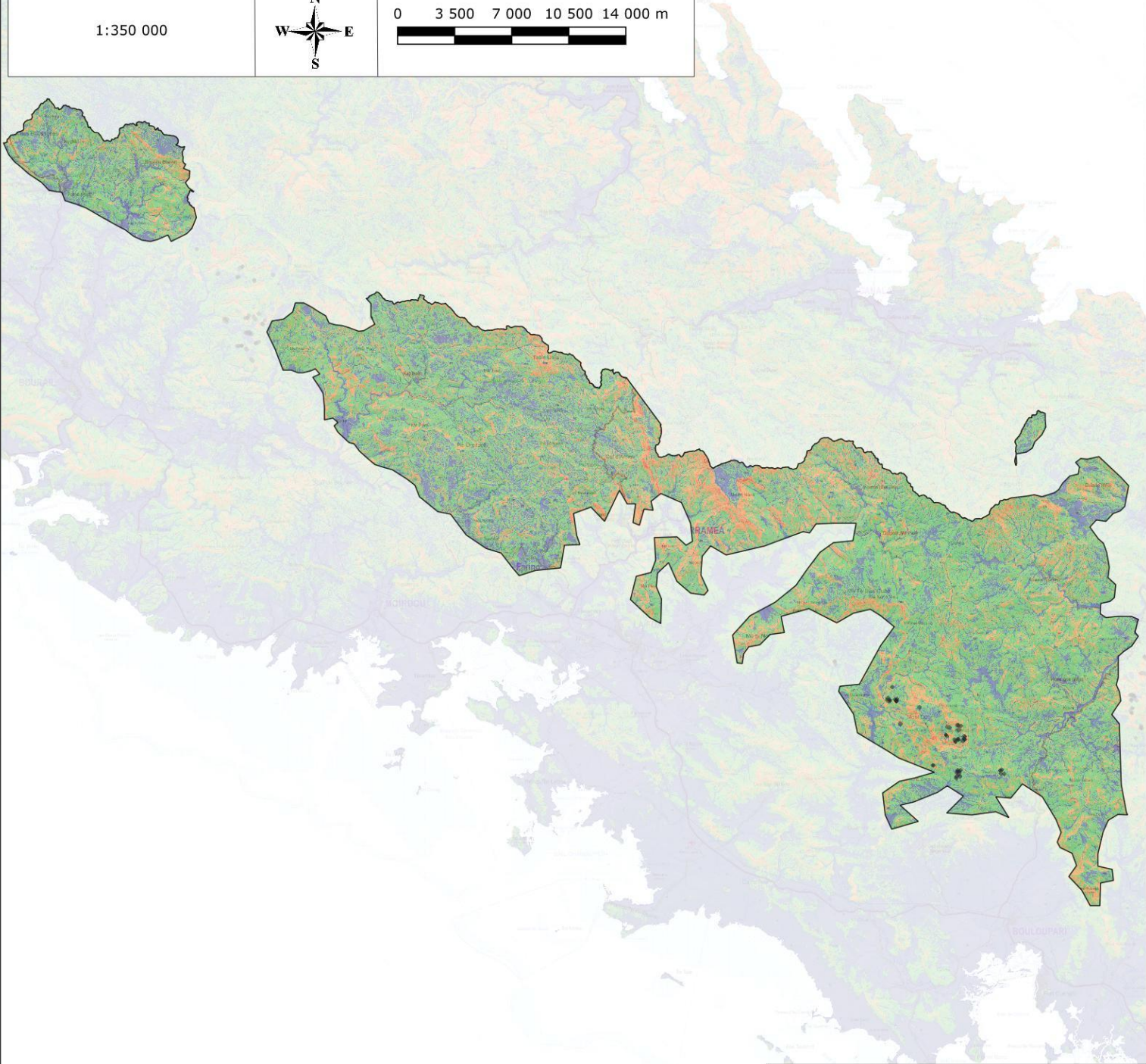


Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	144,5294	0,32179
Formations anthropiques	3,5873	0,007987
0-15°	0,1084	0,000241
15-30°	0,5487	0,001222
30-45°	2,6577	0,005917
45-90°	0,2725	0,000607
Formations d'altération	45,2705	0,100795
0-15°	8,0882	0,018008
15-30°	20,9616	0,046671
30-45°	14,3391	0,031926
45-90°	1,8816	0,00419
Formations d'épandages et de versants	4,3094	0,009594
0-15°	1,2128	0,0027
15-30°	1,6055	0,003574
30-45°	1,1840	0,002636
45-90°	0,3071	0,000684
Formations fluviatiles et littorales	1,6466	0,003665
0-15°	1,2132	0,002701
15-30°	0,4185	0,000931
30-45°	0,0097	0,000022
45-90°	0,0051	0,000011
Intrusifs post-obduction	0,5635	0,001255
0-15°	0,1073	0,000239
15-30°	0,3844	0,000856
30-45°	0,0718	0,00016
Intrusifs post-péridotites	0,2836	0,000631
0-15°	0,0523	0,000117
15-30°	0,2261	0,000503
30-45°	0,0051	0,000011
Nappe des péridotites	88,8686	0,197863
0-15°	6,6731	0,014857
15-30°	28,1343	0,06264
30-45°	45,1995	0,100635
45-90°	8,8617	0,019731

- Légende :**
- Ravines isolées
 - Unités géologiques**
 - Crétacé supérieur - Paléocène
 - Flysch éocène
 - Formations fluviatiles et littorales
 - Intrusifs post-péridotites
 - Nappe des péridotites
 - Formations d'altération
 - Unités de la chaîne centrale
 - Unité de la Boghen
 - Unités ophiolitiques de type Koh



- Légende :**
- Ravines isolées
 - Classes de pentes**
 - (°)
 - 0-15°
 - 15-30°
 - 30-45°
 - > 45°



Légende :

 Ravines isolées

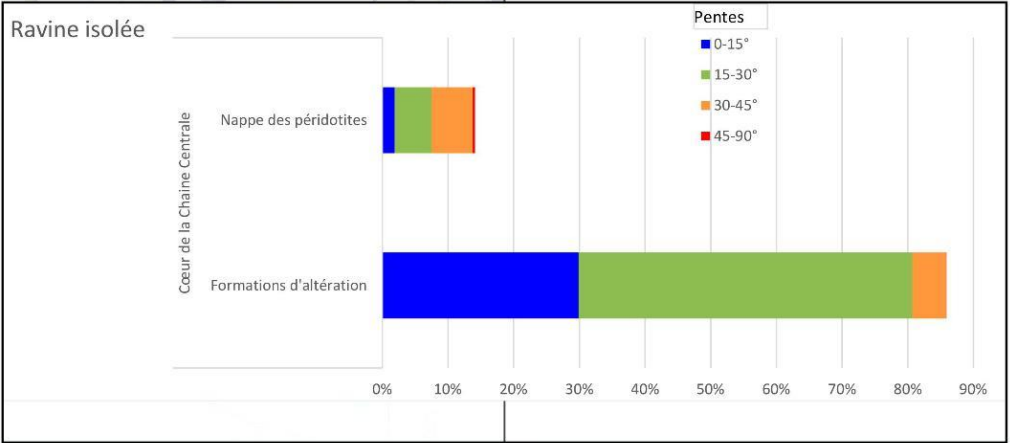
Classes de pentes
(°)

 0-15°

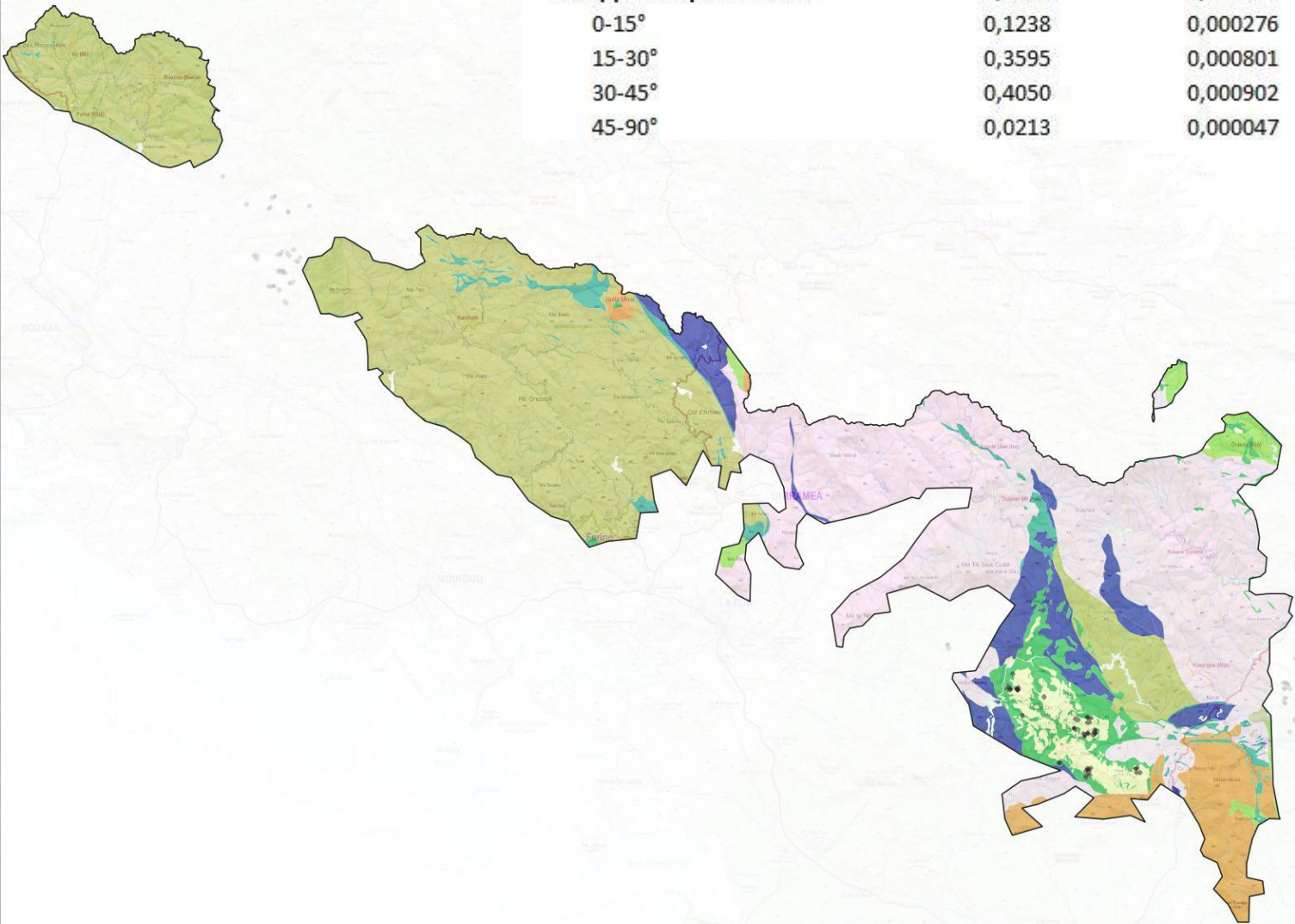
 15-30°

 30-45°

 > 45°



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	6,4486	0,014359
Formations d'altération	5,5389	0,012333
0-15°	1,9297	0,004297
15-30°	3,2719	0,007285
30-45°	0,3328	0,000741
45-90°	0,0046	0,00001
Nappe des péridotites	0,9096	0,002026
0-15°	0,1238	0,000276
15-30°	0,3595	0,000801
30-45°	0,4050	0,000902
45-90°	0,0213	0,000047



Légende :

 Ravines isolées

Unités géologiques

 Crétacé supérieur - Paléocène

 Flysch éocène

 Formations fluviatiles et littorales

 Intrusifs post-péridotites

 Nappe des péridotites

 Formations d'altération

 Unités de la chaîne centrale

 Unité de Téremba

 Unité de la Boghen

 Unités métamorphiques intermédiaires

 Unités ophiolitiques de type Koh

 Unités non définies

 Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.4.2. Zone de ravinement

Cartes en Figure 28 à Figure 31. Détails des chiffres en annexe 02.

De manière générale, les zones de ravinement sont essentiellement présentes au niveau du régolite (42%) qui comprend notamment les péridotites et les formations d'altération au niveau des massifs ultrabasiques, de la plaine du Grand Sud et de la Chaîne Centrale.

Au niveau de la plaine littorale Ouest, les zones de ravinement sont principalement situées dans l'unité de Poya et correspondent aux zones de griffes ou aux zones de badland, serpentinites de la Chaîne Centrale ou aux mamelons rouges du Crétacé (cf description des formations géologiques en annexe 1).

Les classes de pente concernées sont légèrement inférieures à celles observées pour les ravines isolées à savoir 15 à 45° principalement et >45° plus ponctuellement.

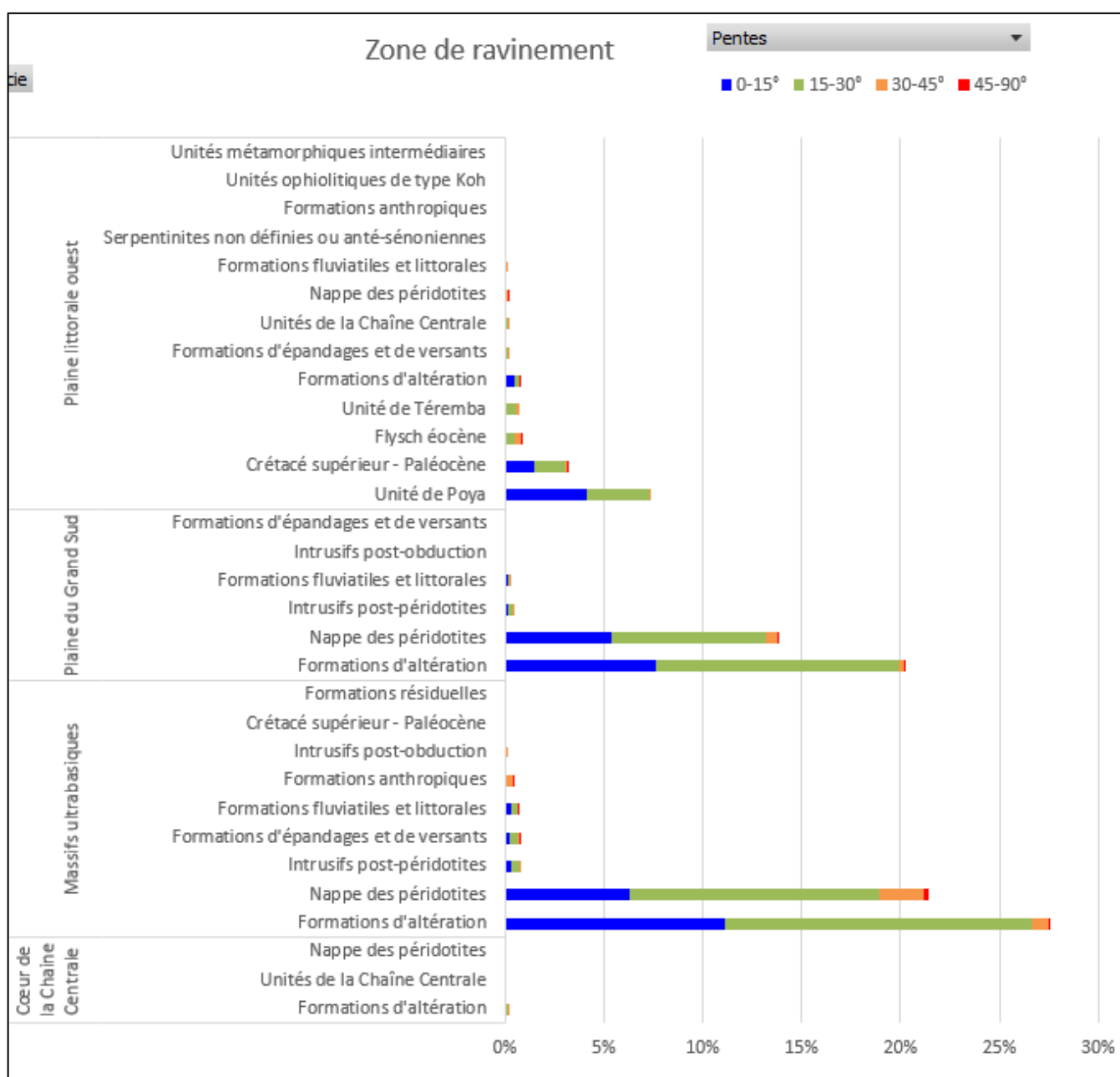


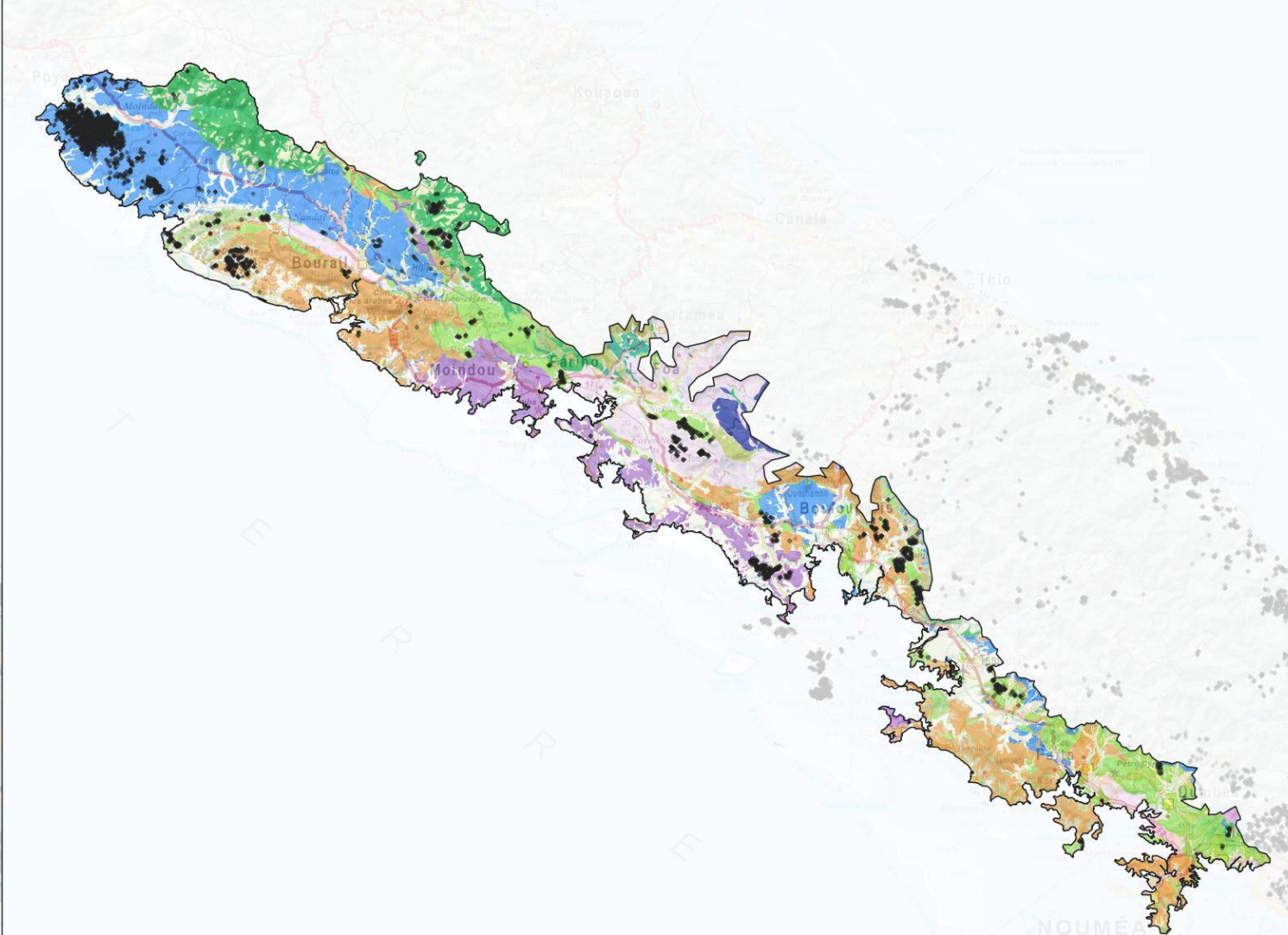
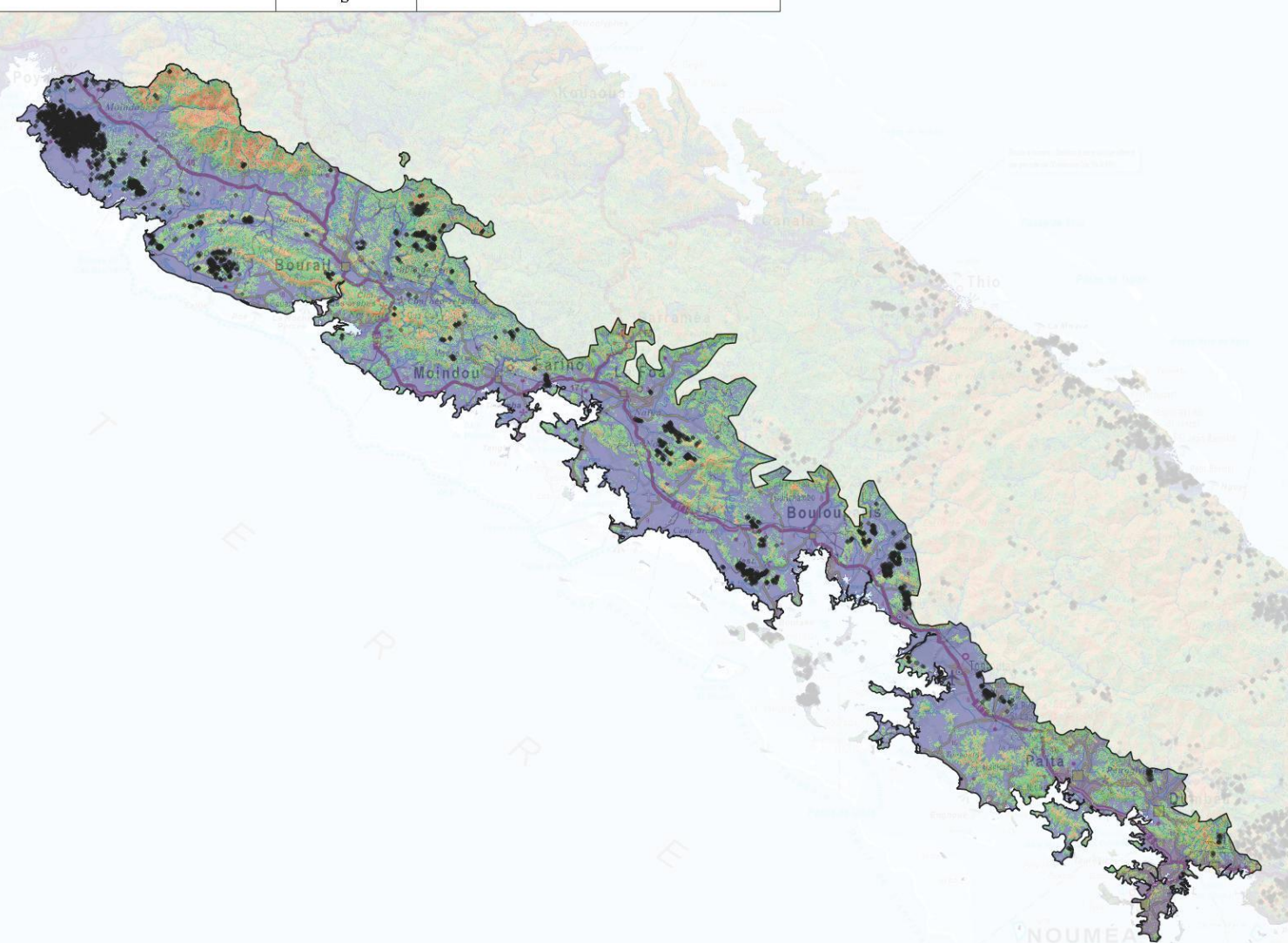
Figure 27 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 28 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Plaine littorale ouest

1:800 000

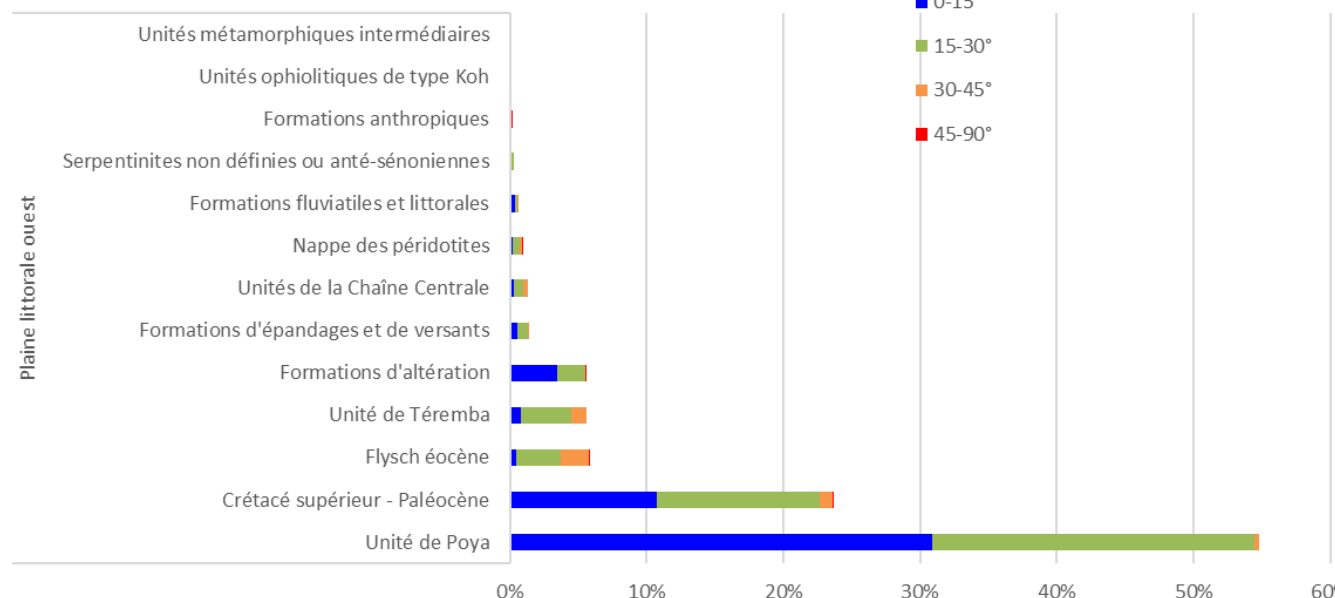


0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Zone de ravinement



Légende :

Zone de ravinement

Unités géologiques

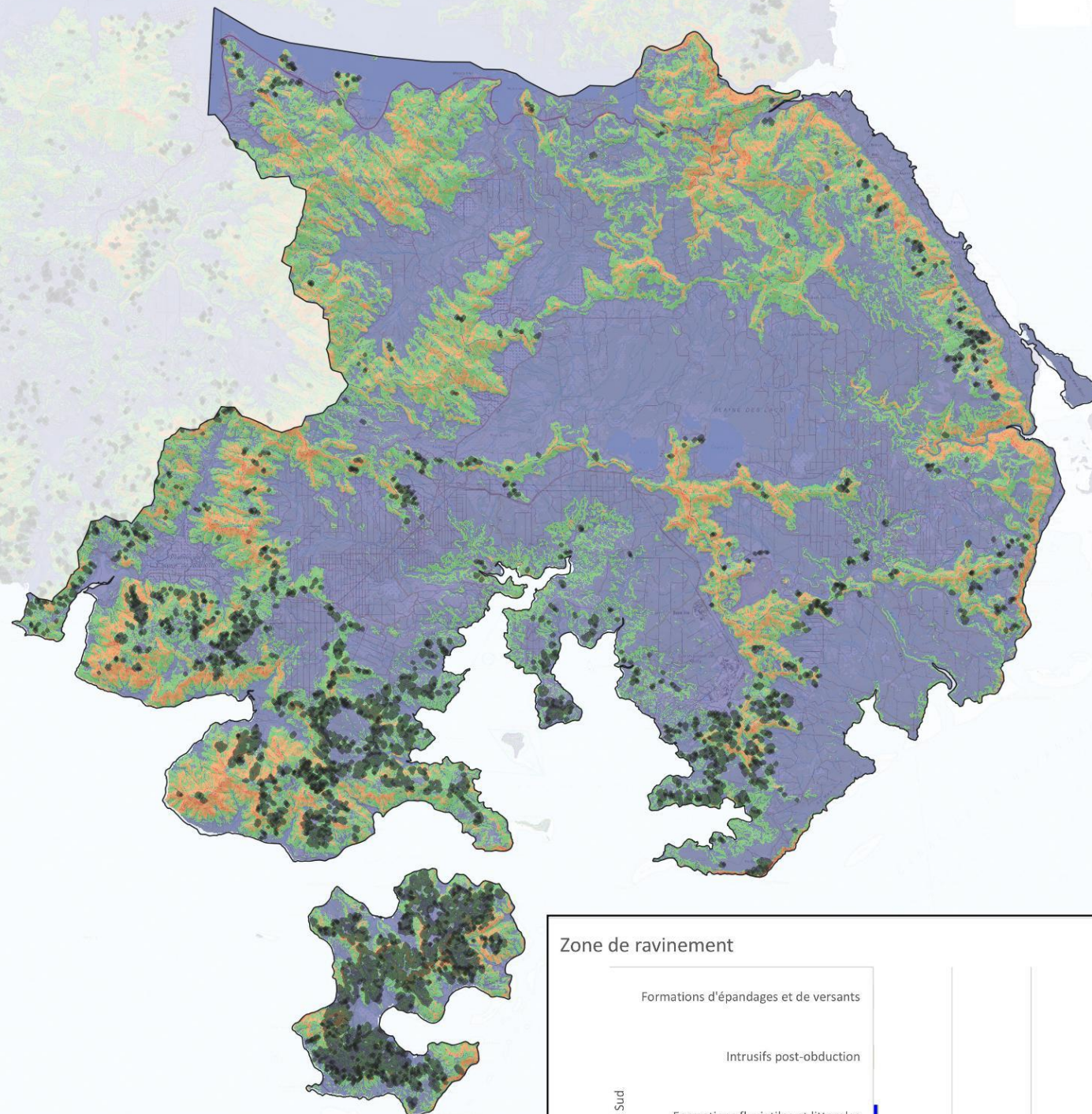
- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations d'épandages et de versants
- Intrusifs post-obduction
- Formations fluviatiles et littorales
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Téremba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 29 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Plaine du Grand Sud

1:200 000

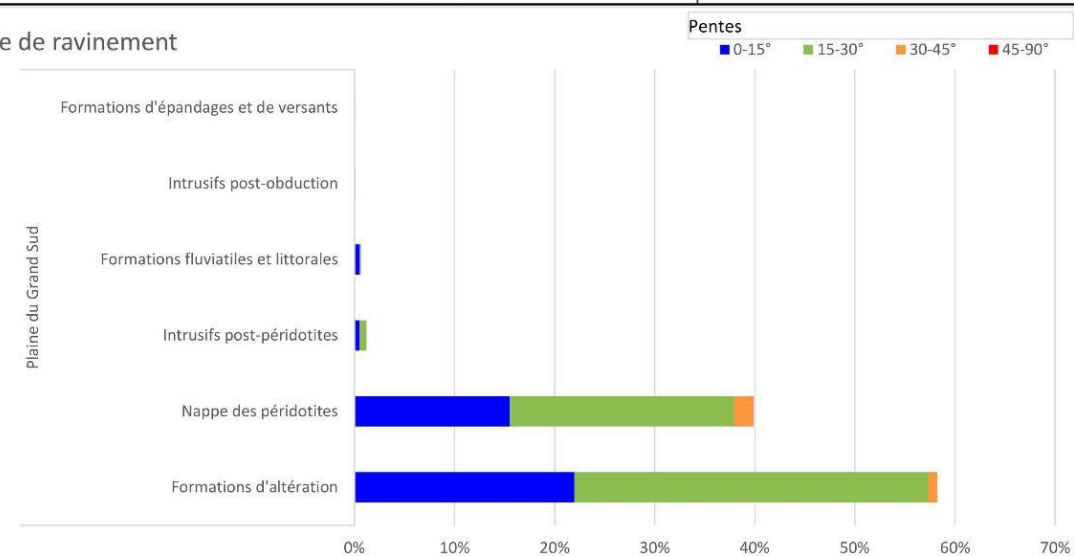


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Zone de ravinement



Légende :

■ Zone de ravinement

Unités géologiques

- Formations d'épandages et de versants
- Intrusifs post-obduction
- Formations fluviatiles et littorales
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération

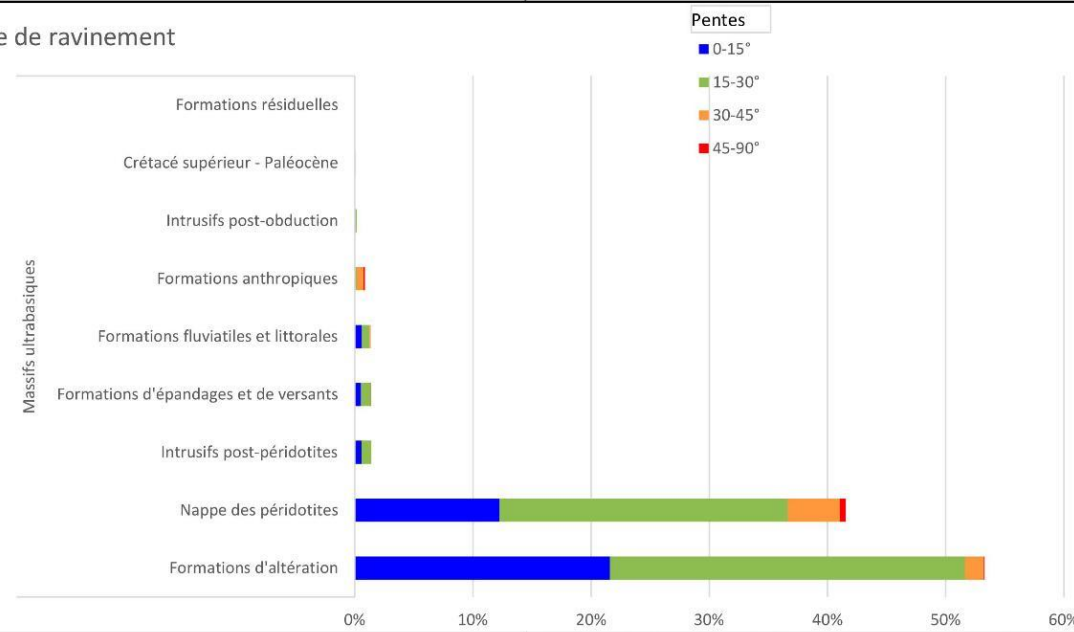
Figure 30 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Zone de ravinement



Légende :

- Zone de ravinement
- Unités géologiques**
 - Crétacé supérieur - Paléocène
 - Flysch éocène
 - Formations d'épandages et de versants
 - Intrusifs post-obduction
 - Formations fluviales et littorales
 - Intrusifs post-péridotites
 - Nappe des péridotites
 - Formations d'altération
 - Unités de la chaîne centrale
 - Unité de la Boghen
 - Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes
(°)

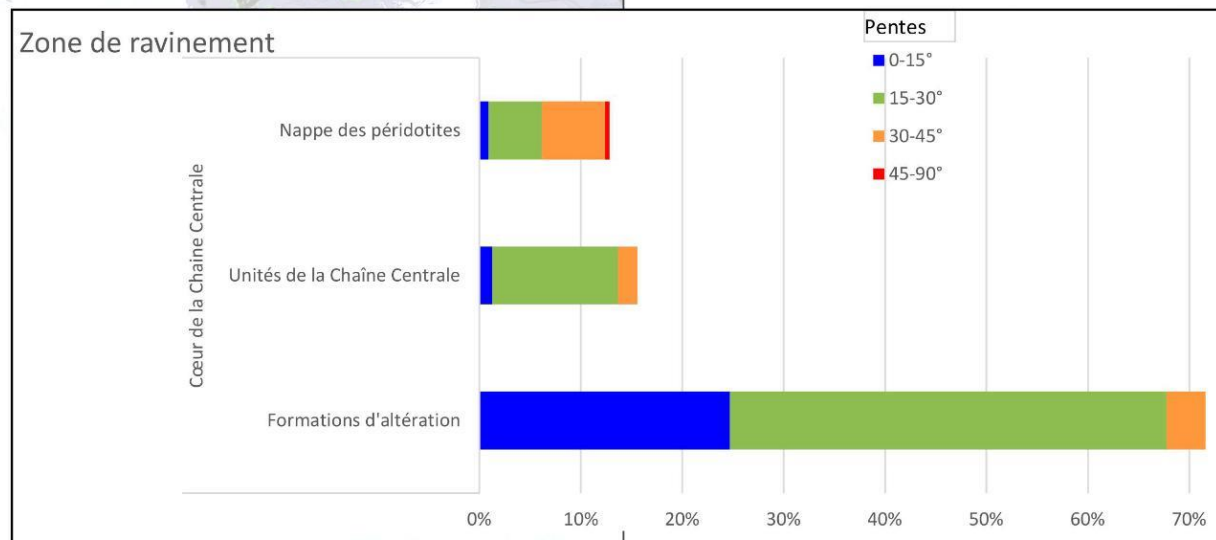
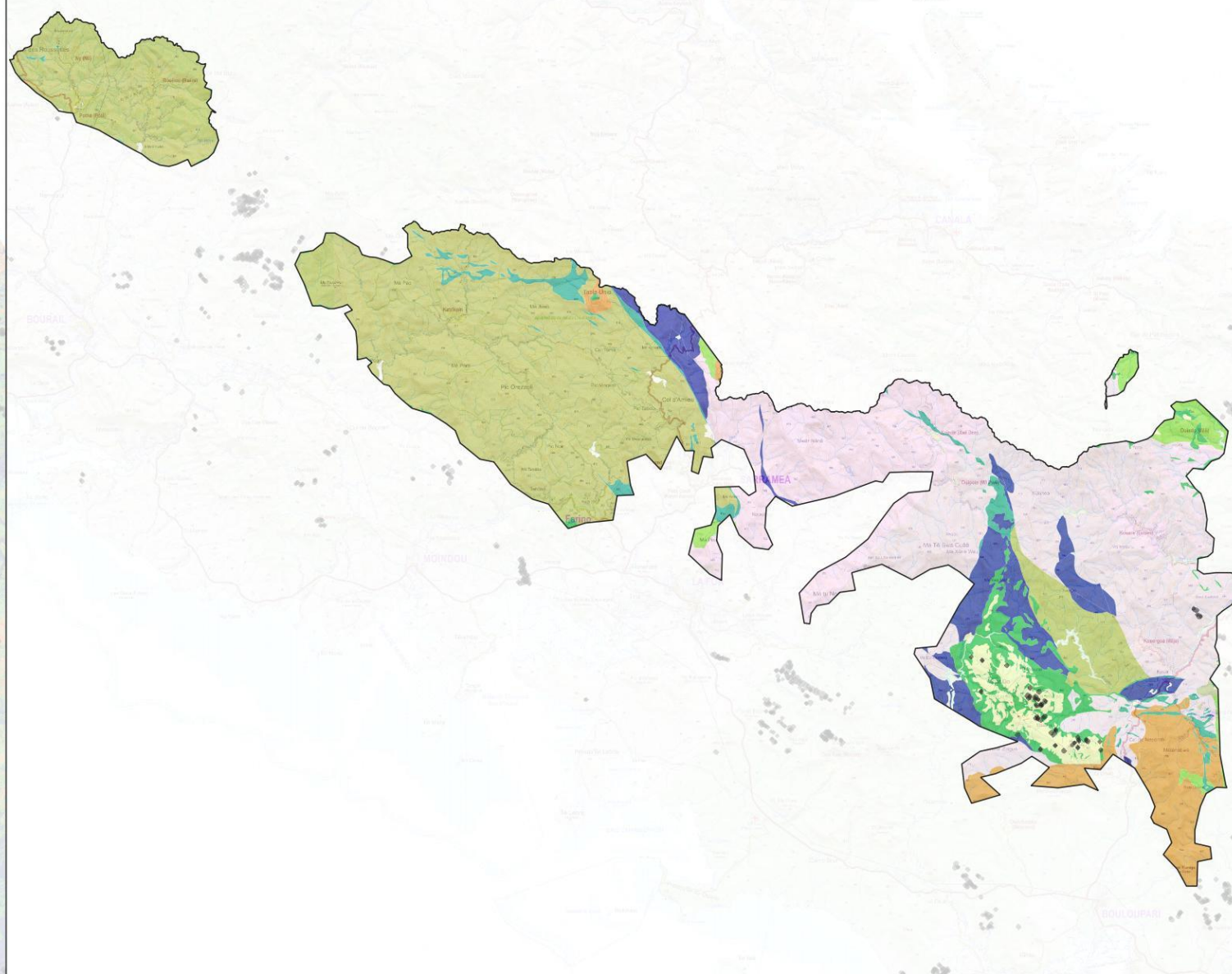
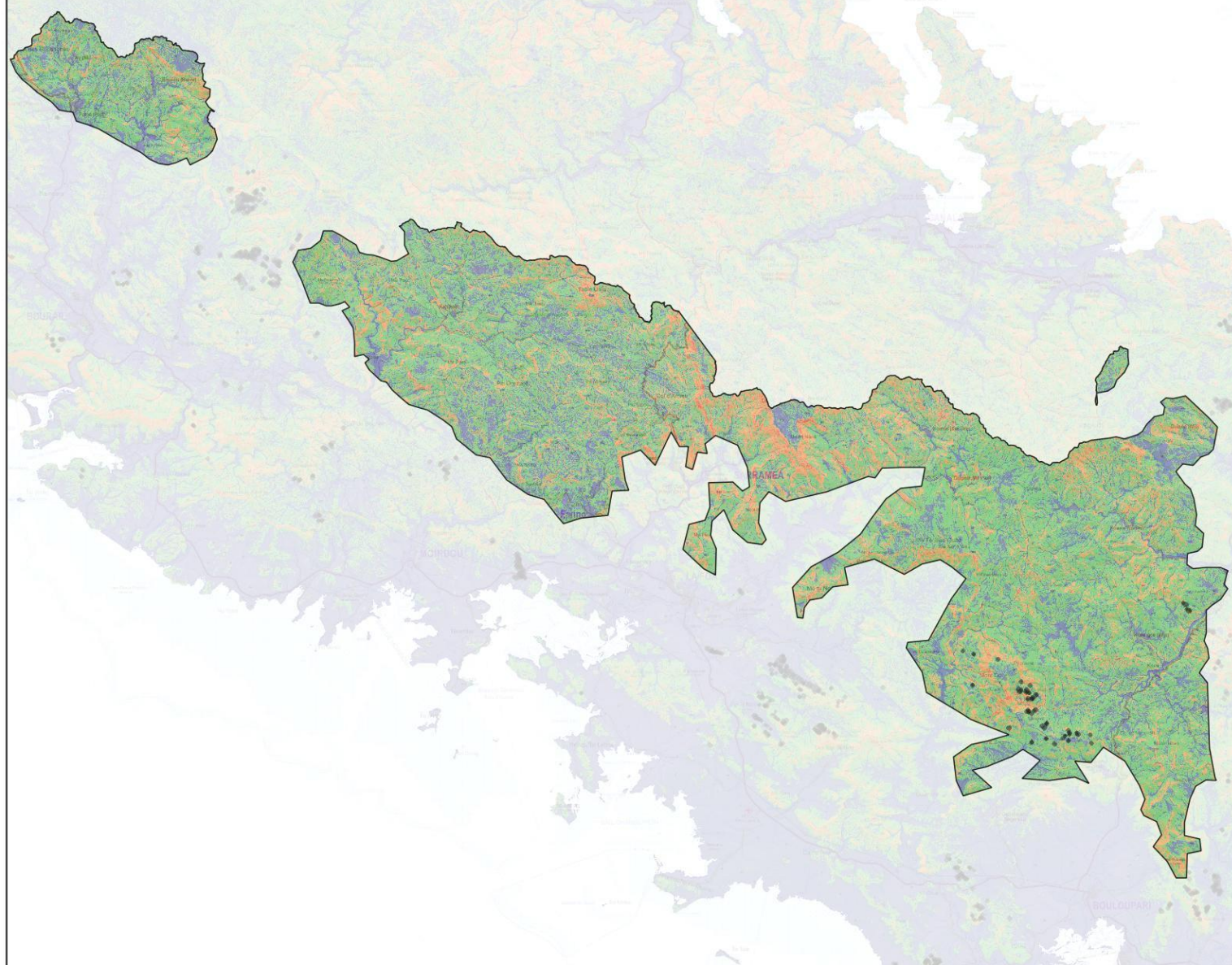
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Figure 31 : Analyse imbriquée pour les zones de ravinement - Chaîne centrale

1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m



Légende :

Classes de pentes

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Légende :

- Zone de ravinement
- Unités géologiques**
 - Crétacé supérieur - Paléocène
 - Flysch éocène
 - Formations d'épandages et de versants
 - Formations fluviales et littorales
 - Intrusifs post-péridotites
 - Nappe des péridotites
 - Formations d'altération
 - Unités de la chaîne centrale
 - Unité de la Boghen
 - Unités ophiolitiques de type Koh
 - Unités non définies
 - Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.4.3. Décharge non contrôlée/ Arasement

Cartes en Figure 33 à Figure 35.

90% de ce type d'objet est situé au niveau des massifs ultrabasiques. Ce type d'objet n'est pas rencontré dans la Chaîne Centrale.

Ce type de surface est presque exclusivement associé aux formations de la nappe des péridotites, aux formations d'altération et aux formations anthropiques.

Concernant les pentes, 50% des décharges et des arasements sont situés sur pente forte et 36% sur pente moyenne.

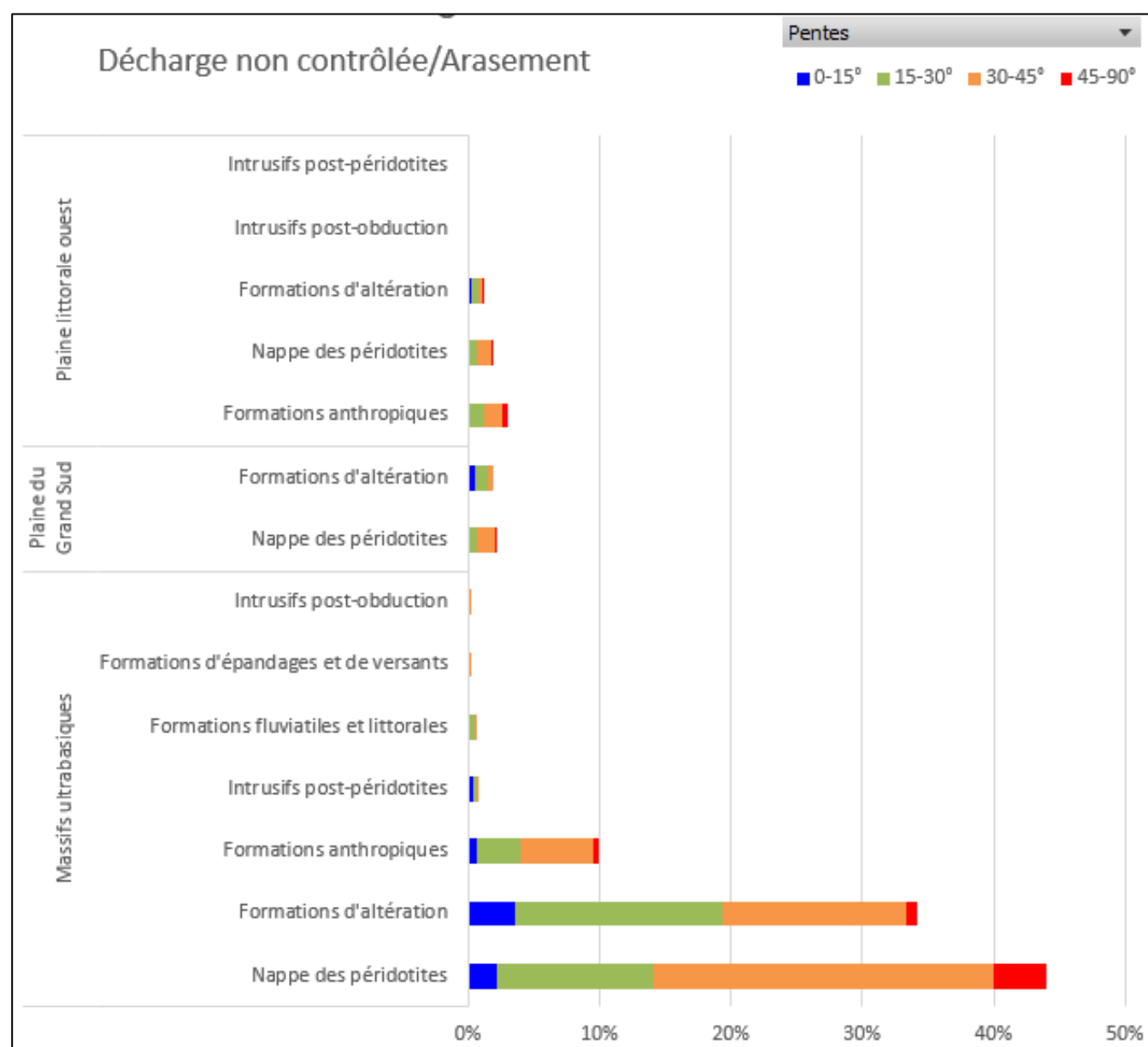


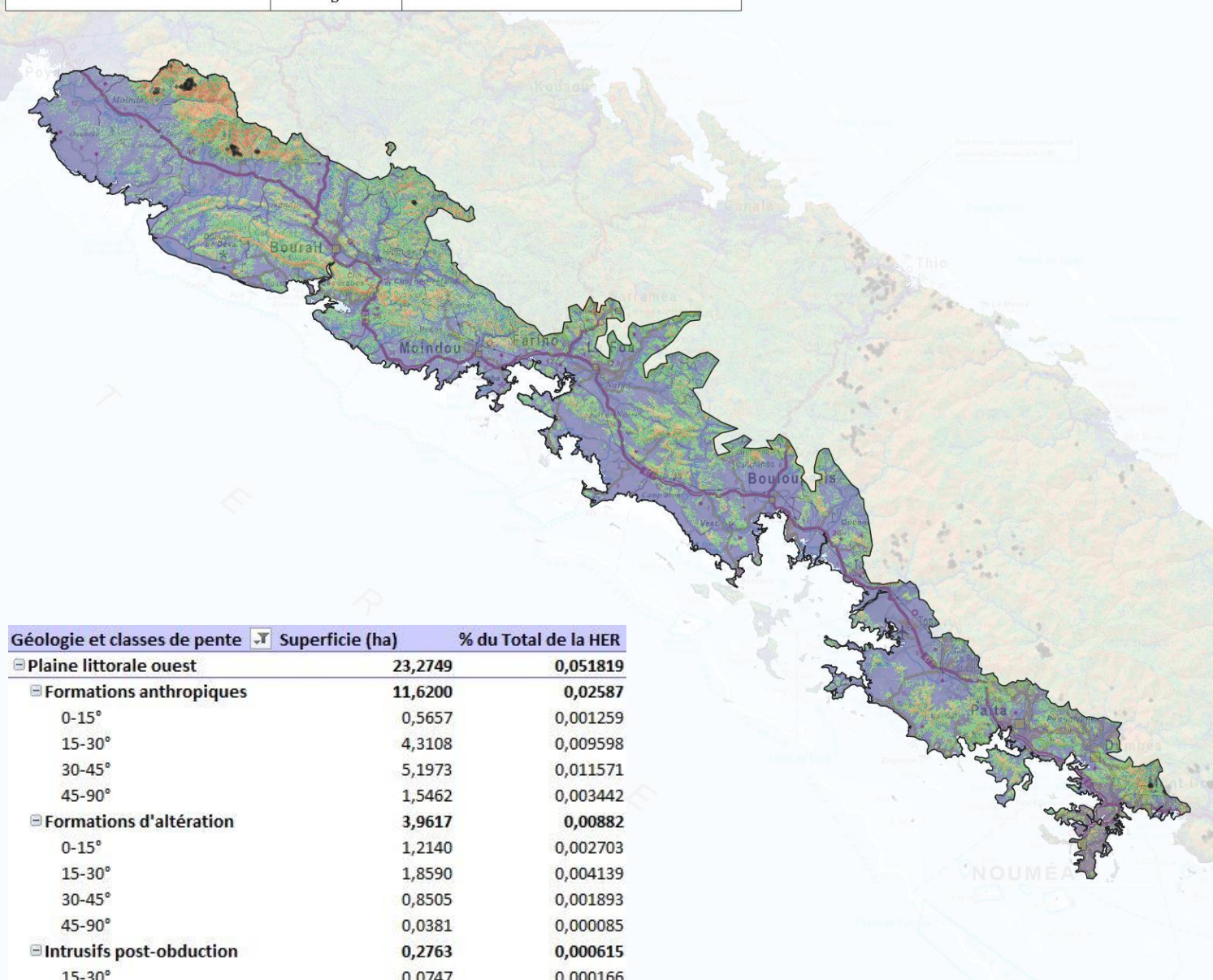
Figure 32 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées et arasements : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

**Figure 33 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées /
arasement - Plaine littorale ouest**

1:800 000

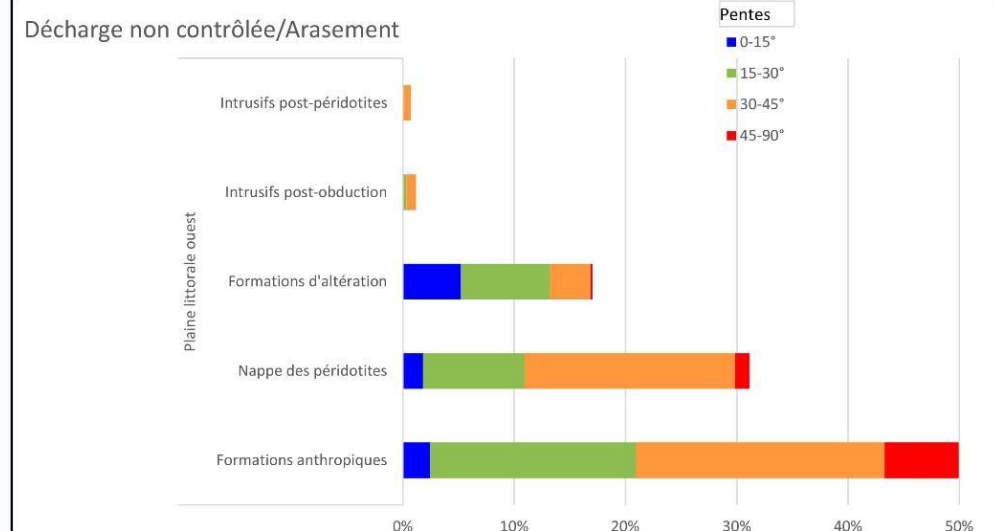


0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	23,2749	0,051819
Formations anthropiques	11,6200	0,02587
0-15°	0,5657	0,001259
15-30°	4,3108	0,009598
30-45°	5,1973	0,011571
45-90°	1,5462	0,003442
Formations d'altération	3,9617	0,00882
0-15°	1,2140	0,002703
15-30°	1,8590	0,004139
30-45°	0,8505	0,001893
45-90°	0,0381	0,000085
Intrusifs post-obduction	0,2763	0,000615
15-30°	0,0747	0,000166
30-45°	0,2016	0,000449
Intrusifs post-péridotites	0,1691	0,000377
30-45°	0,1691	0,000377
Nappe des péridotites	7,2478	0,016137
0-15°	0,4222	0,000094
15-30°	2,1227	0,004726
30-45°	4,4005	0,009798
45-90°	0,3022	0,000673

Légende :
Classes de pentes
(°)
■ 0-15°
■ 15-30°
■ 30-45°
■ > 45°



Légende :
■ Décharge non contrôlée/Arasement

Unités géologiques

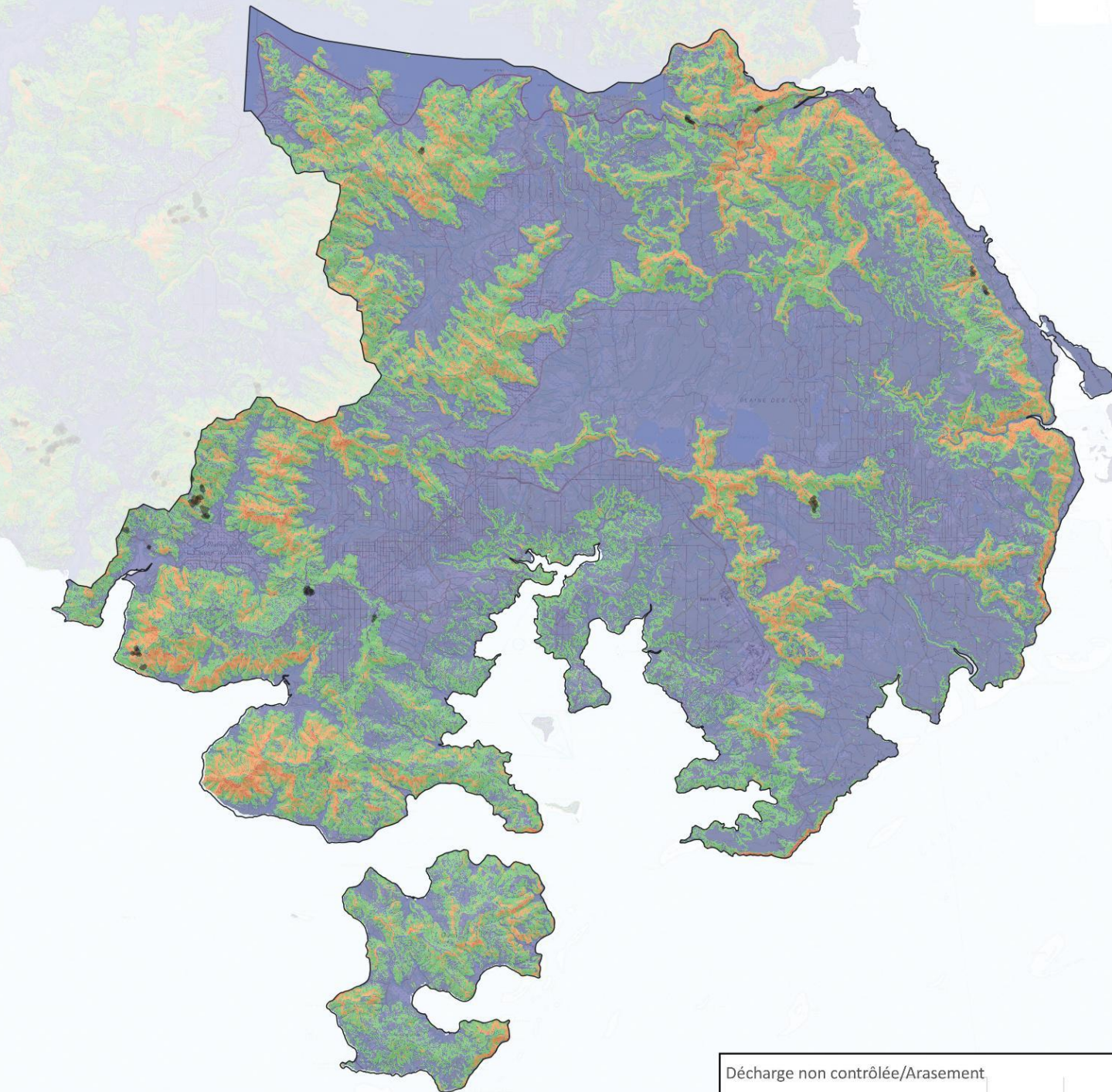
- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations d'altération
- Nappe des péridotites
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Térémba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

**Figure 34 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées /
arasement – Plaine du Grand Sud**

1:200 000

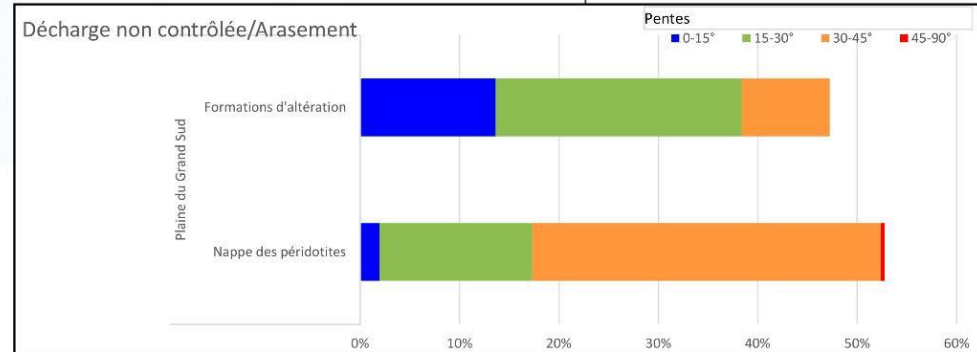


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

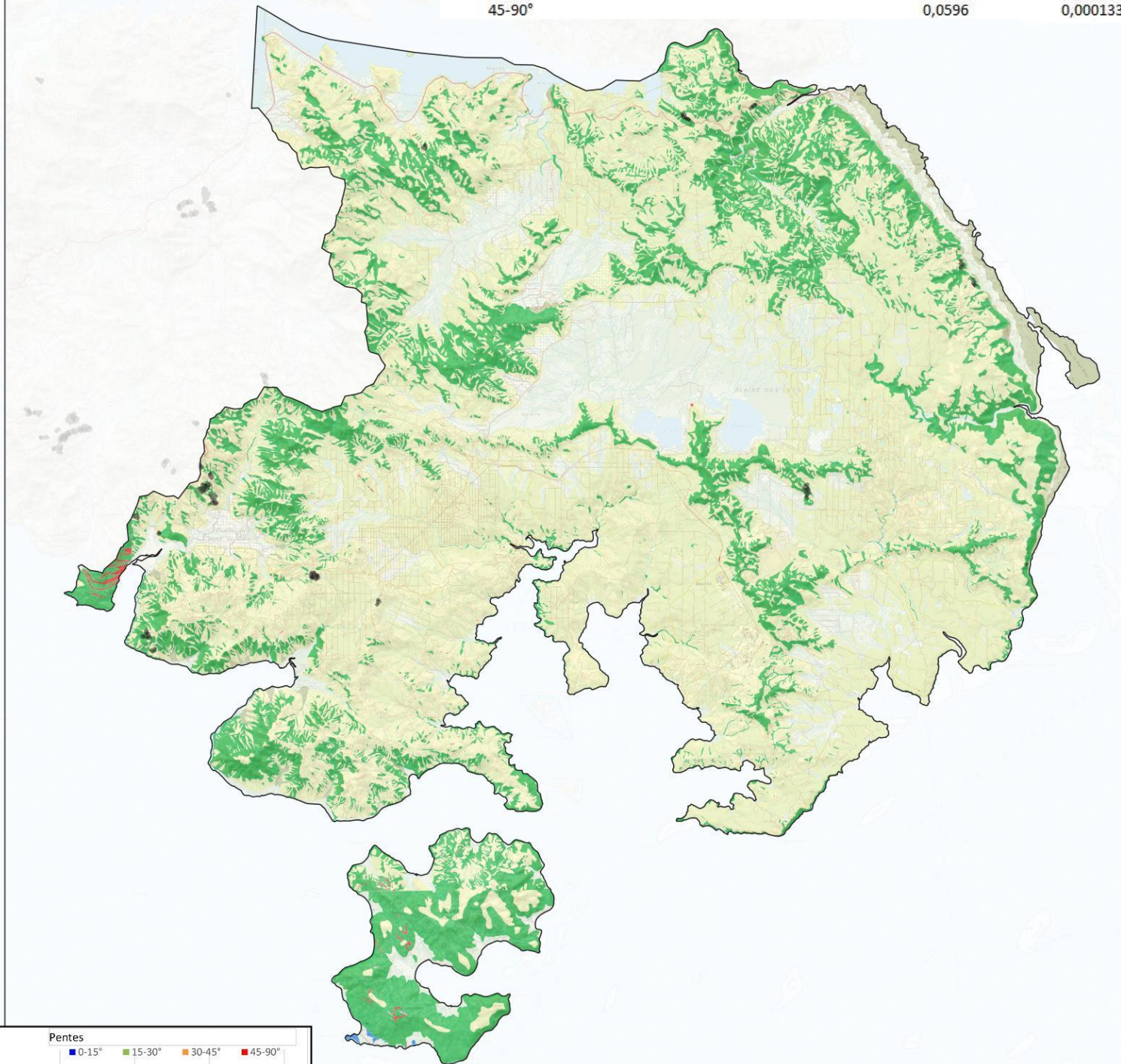


Légende :
Classes de pentes
(°)

0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	15,2846	0,034033
Formations d'altération	7,2205	0,016077
0-15°	2,0837	0,00464
15-30°	3,7787	0,008413
30-45°	1,3581	0,003024
Nappe des péridotites	8,0641	0,017956
0-15°	0,2967	0,000661
15-30°	2,3478	0,005227
30-45°	5,3601	0,011935
45-90°	0,0596	0,000133



Légende :
Décharge non contrôlée/Arasement
Unités géologiques
Formations d'altération
Nappe des péridotites

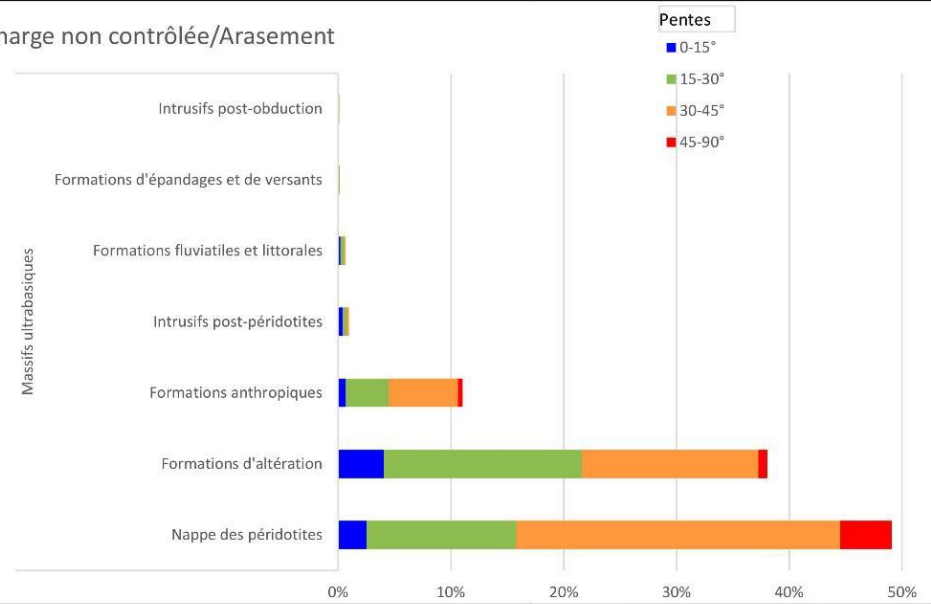
Figure 35 : Analyse imbriquée pour les décharges non contrôlées /
Arasement – Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Décharge non contrôlée/Arasement



Légende :

■ Décharge non contrôlée/Arasement

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations d'altération
- Nappe des péridotites
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	337,5559	0,751556
Formations anthropiques	37,2909	0,083027
0-15°	2,3067	0,005136
15-30°	12,7937	0,028484
30-45°	20,7056	0,046101
45-90°	1,4849	0,003306
Formations d'altération	128,4189	0,285919
0-15°	13,5755	0,030225
15-30°	59,3413	0,132121
30-45°	52,7600	0,117468
45-90°	2,7421	0,006105
Formations d'épandages et de versants	0,5192	0,001155
0-15°	0,0065	0,000014
15-30°	0,4193	0,000933
30-45°	0,0935	0,000208
Formations fluviatiles et littorales	2,1555	0,004801
0-15°	0,6386	0,001422
15-30°	1,2356	0,002752
30-45°	0,2813	0,000627
Intrusifs post-obduction	0,3356	0,000747
15-30°	0,3300	0,000735
30-45°	0,0056	0,000012
Intrusifs post-péridotites	3,1877	0,007097
0-15°	1,3493	0,003004
15-30°	1,2058	0,002685
30-45°	0,6326	0,001408
Nappe des péridotites	165,6480	0,36881
0-15°	8,4177	0,018742
15-30°	44,8352	0,099823
30-45°	97,0094	0,215989
45-90°	15,3857	0,034256

Légende :

Classes de pentes

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

4.4.4. Sédiment/Colluvion

Cartes en Figure 37 à Figure 40.

Ce type de surface se retrouve essentiellement au niveau des formations fluviales et littorales pour l'ensemble des HER.

97% des sédiments et colluvions sont situés sur des pentes faibles (0 à 15°).

Les sédiments et colluvions situés en domaine de pente forte à très forte correspondent principalement aux cônes de dépôt des décharges non contrôlées encore présents à flanc de versant.



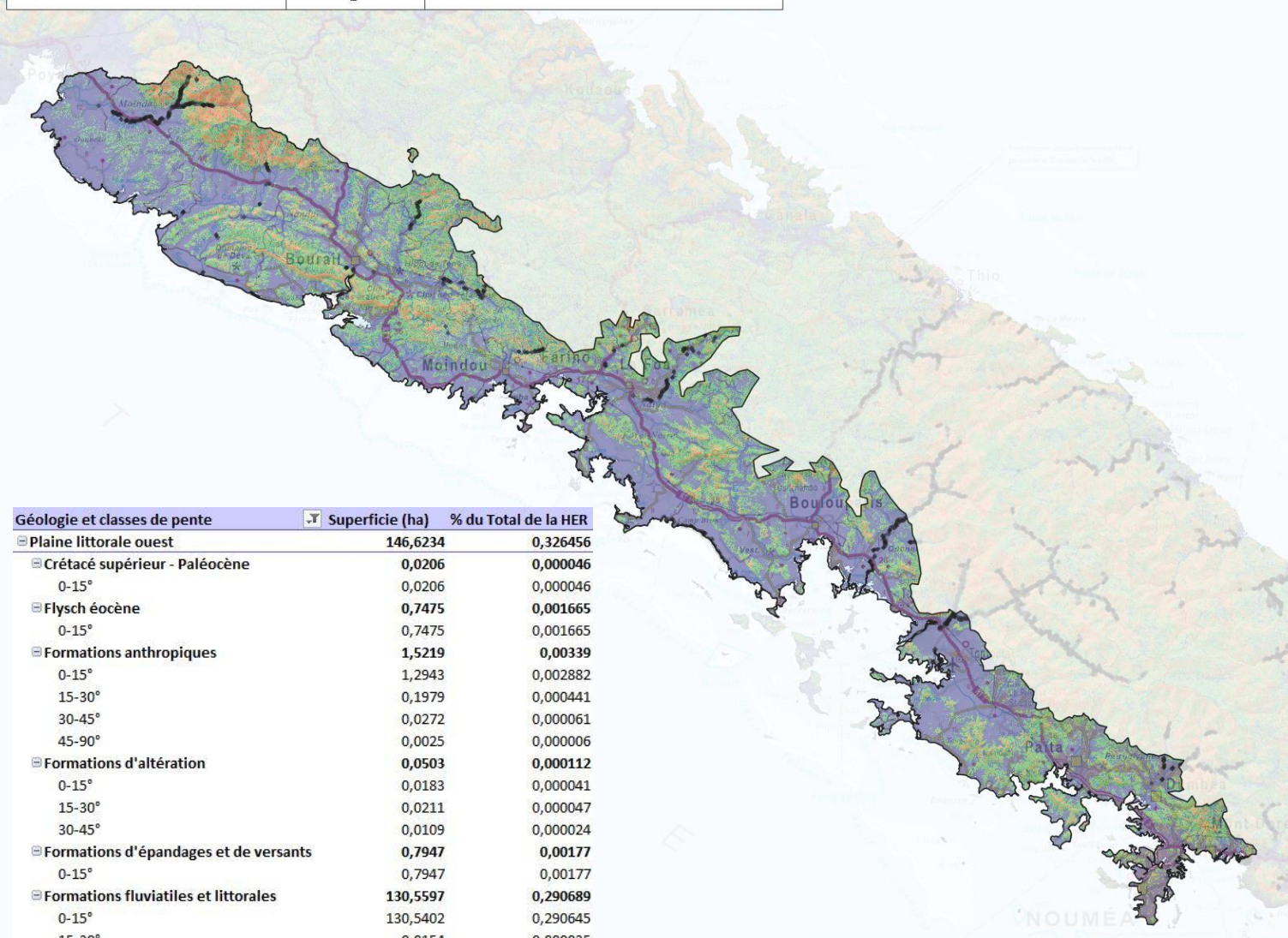
Figure 36 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 37 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Plaine littorale ouest

1:800 000



0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	146,6234	0,326456
Crétacé supérieur - Paléocène	0,0206	0,000046
0-15°	0,0206	0,000046
Flysch éocène	0,7475	0,001665
0-15°	0,7475	0,001665
Formations anthropiques	1,5219	0,00339
0-15°	1,2943	0,002882
15-30°	0,1979	0,000441
30-45°	0,0272	0,000061
45-90°	0,0025	0,000006
Formations d'altération	0,0503	0,000112
0-15°	0,0183	0,000041
15-30°	0,0211	0,000047
30-45°	0,0109	0,000024
Formations d'épandages et de versants	0,7947	0,00177
0-15°	0,7947	0,00177
Formations fluviatiles et littorales	130,5597	0,290689
0-15°	130,5402	0,290645
15-30°	0,0154	0,000035
30-45°	0,0042	0,000009
Nappe des péridotites	10,7601	0,023956
0-15°	9,4714	0,021088
15-30°	0,7464	0,001661
30-45°	0,3377	0,000751
45-90°	0,2046	0,000456
Unité de la Boghen	0,1500	0,000334
0-15°	0,1500	0,000334
Unité de Poya	1,3514	0,003009
0-15°	1,3514	0,003009
Unité de Térémba	0,5055	0,001125
0-15°	0,5055	0,001125
Unités de la Chaîne Centrale	0,1617	0,00036
0-15°	0,1617	0,00036

Légende :

Classes de pentes

0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Sédiment & colluvion



Pentes

0-15°
15-30°
30-45°
45-90°

Légende :

Sédiment & colluvion

Unités géologiques

Crétacé supérieur - Paléocène
Flysch éocène
Formations d'épandages et de versants
Formations d'altération
Nappe des péridotites
Formations fluviatiles et littorales
Unités de la chaîne centrale
Unité de Térémba
Unité de la Boghen
Unités métamorphiques intermédiaires
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités non définies
Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 38 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Plaine du Grand Sud

1:200 000

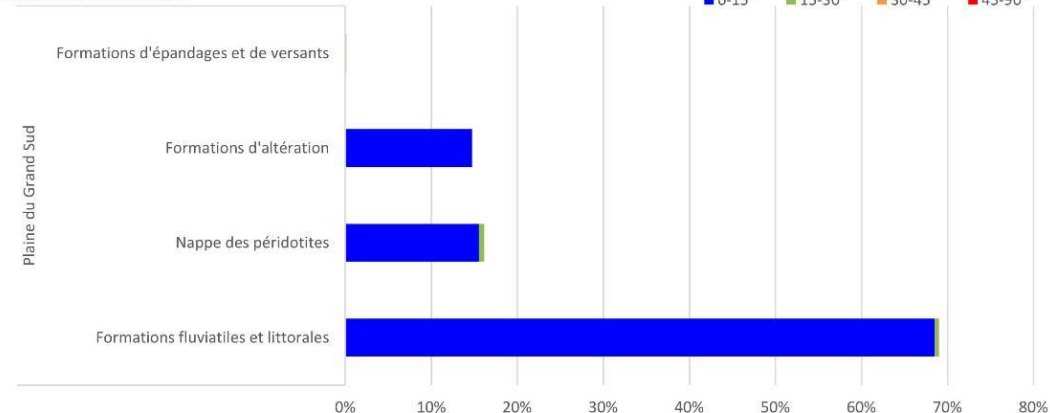


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

Géologie et classes de pente		Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud		50,5077	0,112454
Formations d'altération		7,4548	0,016597
0-15°		7,4418	0,016568
15-30°		0,0130	0,000029
Formations d'épandages et de versants		0,0546	0,000122
0-15°		0,0407	0,000091
15-30°		0,0139	0,000031
Formations fluviatiles et littorales		34,8373	0,077564
0-15°		34,5985	0,077032
15-30°		0,2066	0,00046
30-45°		0,0312	0,00007
45-90°		0,0010	0,000002
Nappe des péridotites		8,1610	0,018171
0-15°		7,8448	0,017467
15-30°		0,2971	0,000662
30-45°		0,0191	0,000042

Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Sédiment & colluvion



Légende :
Sédiment & colluvion
Unités géologiques
Formations d'épandages et de versants
Formations d'altération
Nappe des péridotites
Formations fluviatiles et littorales

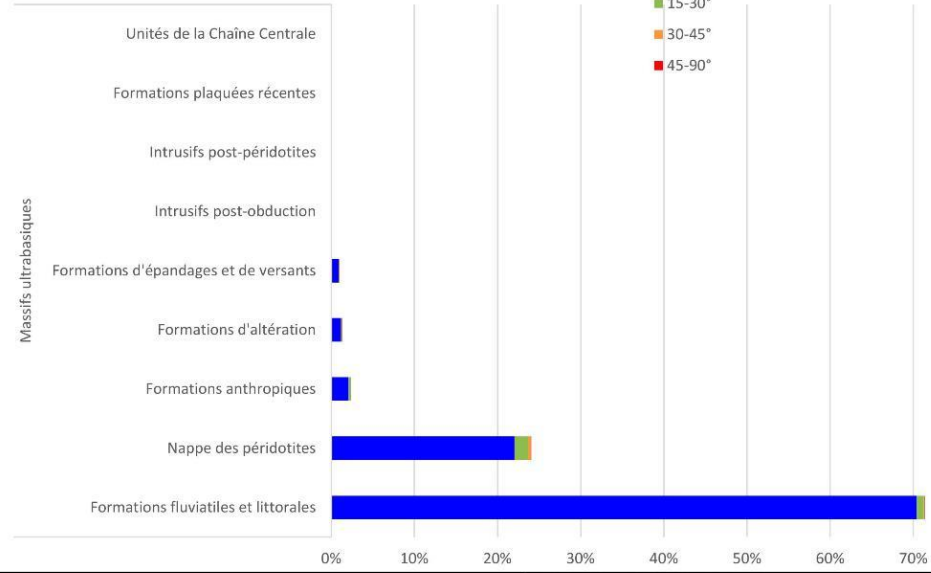
Figure 39 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Sédiment & colluvion

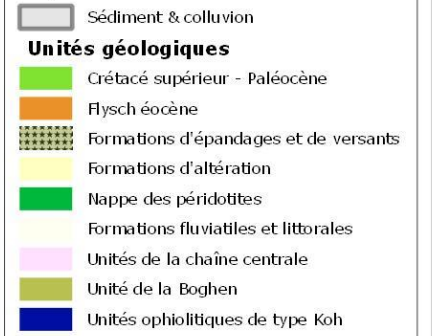


Pentes



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	954,3844	2,124905
Formations anthropiques	22,3400	0,049739
0-15°	19,9626	0,044446
15-30°	2,3453	0,005222
30-45°	0,0320	0,000071
Formations d'altération	12,0138	0,026748
0-15°	10,9071	0,024284
15-30°	1,0106	0,00225
30-45°	0,0952	0,000212
45-90°	0,0009	0,000002
Formations d'épandages et de versants	8,6678	0,019298
0-15°	8,3846	0,018669
15-30°	0,2731	0,000607
30-45°	0,0096	0,000021
45-90°	0,0005	0,000001
Formations fluviatiles et littorales	681,1624	1,516587
0-15°	672,1590	1,496542
15-30°	8,1172	0,018072
30-45°	0,8346	0,001858
45-90°	0,0516	0,000115
Formations plaquées récentes	0,0895	0,000199
0-15°	0,0895	0,000199
Intrusifs post-obduction	0,3053	0,000679
0-15°	0,0583	0,00013
15-30°	0,2441	0,000543
30-45°	0,0029	0,000006
Intrusifs post-péridotites	0,1875	0,000417
0-15°	0,1875	0,000417
Nappe des péridotites	229,5582	0,511105
0-15°	210,2549	0,468126
15-30°	15,6586	0,034865
30-45°	3,2741	0,007289
45-90°	0,3706	0,000825
Unités de la Chaîne Centrale	0,0599	0,000133
0-15°	0,0599	0,000133

Légende :



Légende :

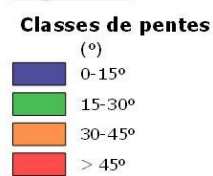
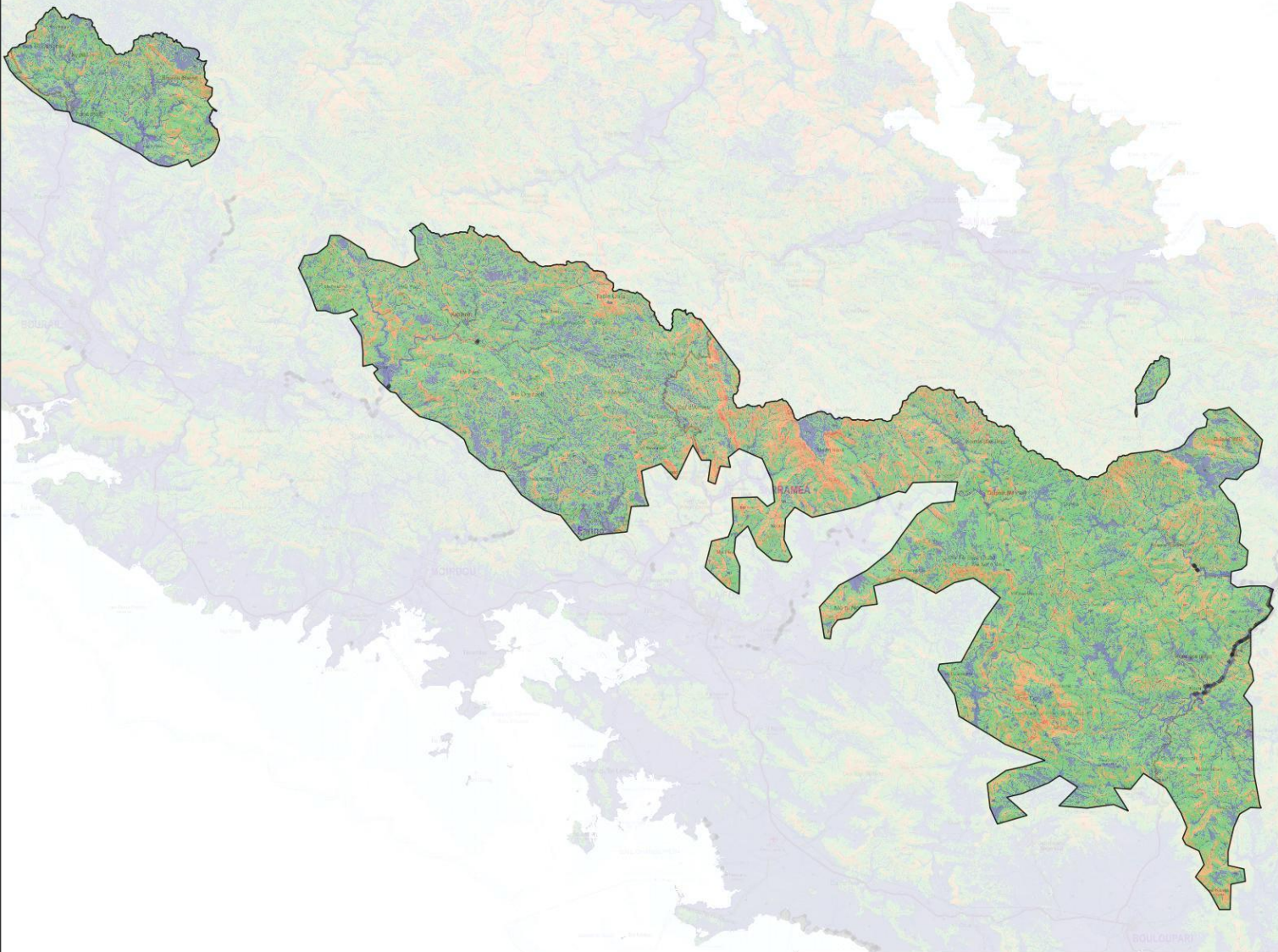


Figure 40 : Analyse imbriquée pour les sédiments et colluvions - Chaîne centrale

1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m

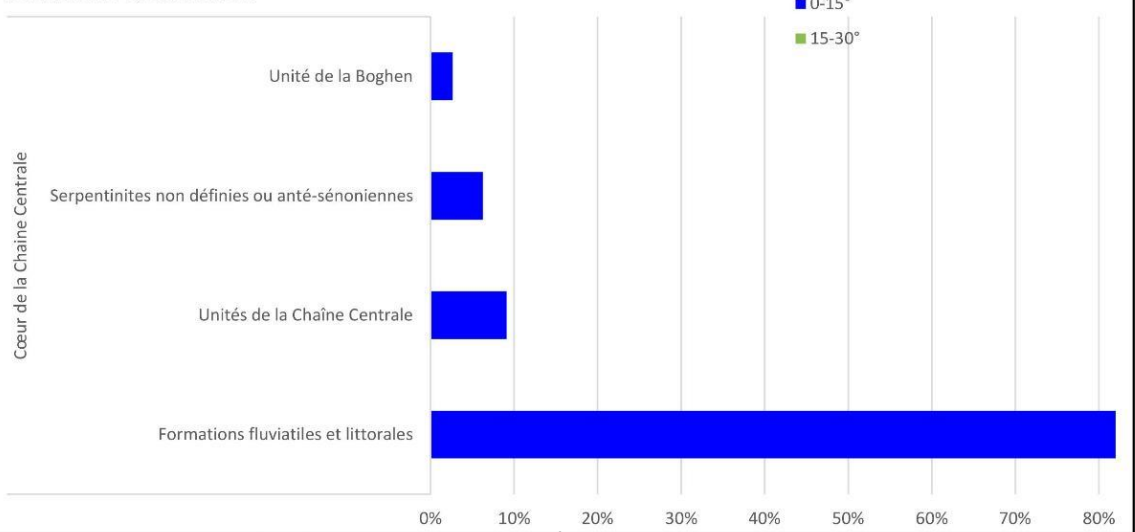


Légende :

Classes de pentes
(°)

0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Sédiment & colluvion



Géologie et classes de pente

	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	6,3939	0,014235
Formations fluviatiles et littorales	5,2431	0,011673
0-15°	5,2423	0,011671
15-30°	0,0008	0,000002
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	0,4004	0,000891
0-15°	0,4004	0,000891
Unité de la Boghen	0,1682	0,000374
0-15°	0,1681	0,000374
15-30°	0,0000	0
Unités de la Chaîne Centrale	0,5823	0,001297
0-15°	0,5823	0,001297

Légende :

Sédiment & colluvion

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations d'épandages et de versants
- Formations d'altération
- Nappe des péridotites
- Formations fluviatiles et littorales
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.4.5. Sol nu indifférencié

Cartes en Figure 42 à Figure 45. Détails des chiffres en Annexe 03.

90% de ce type de surface se situe sur des pentes faibles à moyennes (0 à 30°). On les rencontre principalement au niveau :

- Des formations fluviatiles et littorales et correspondent aux zones de plages, ou de fond de cours d'eau rocheux,
- Des péridotites et des formations d'altération associées et correspondent aux zones latéritiques,
- De l'unité de Poya, des formations de Teremba et du Crétacé où ces surfaces correspondent aux zones de griffes et aux badlands peu incisées ou périphériques par rapport aux zones de ravinement identifiées sur les mêmes unités géologiques (Cf. Description géologique en Annexe 1).

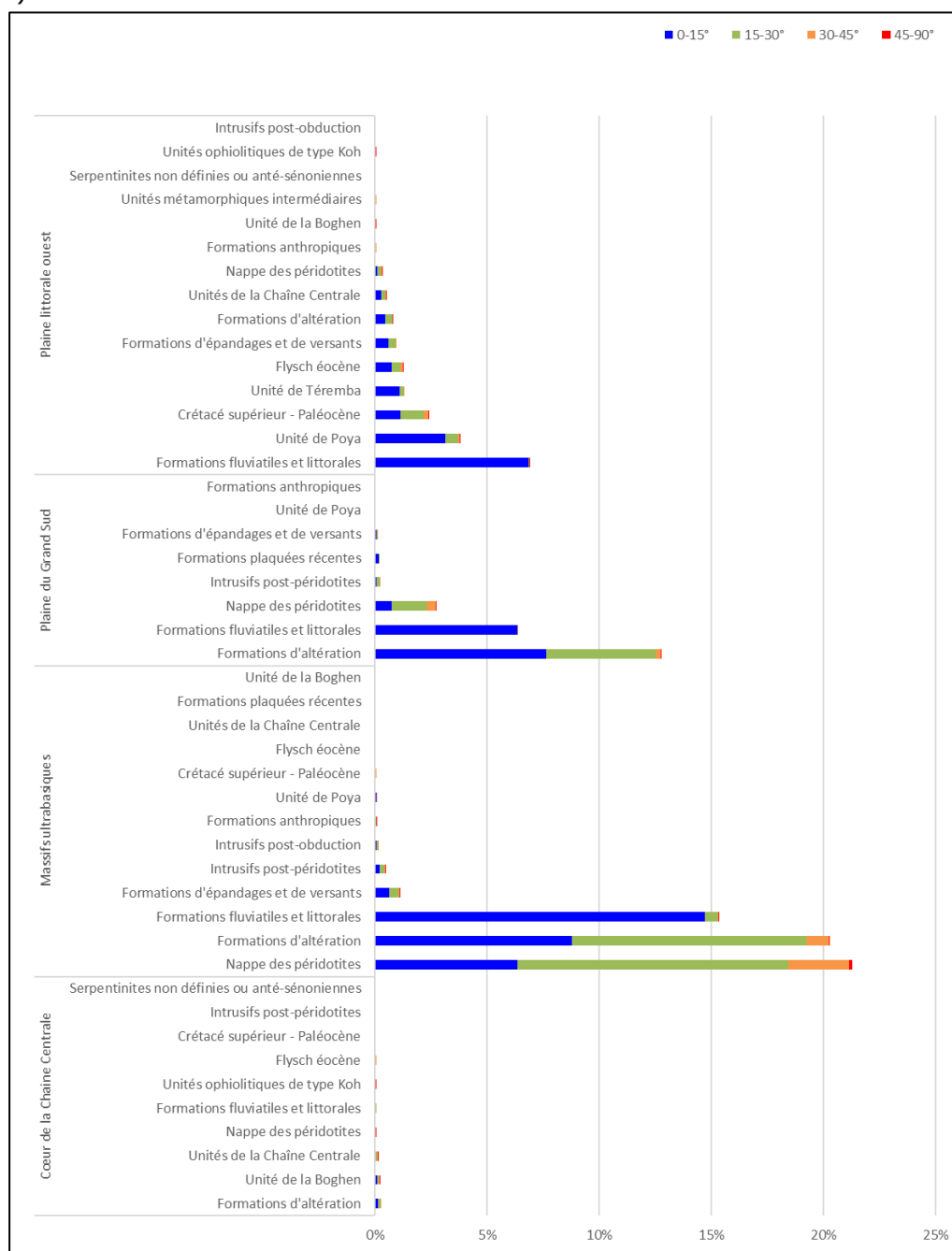


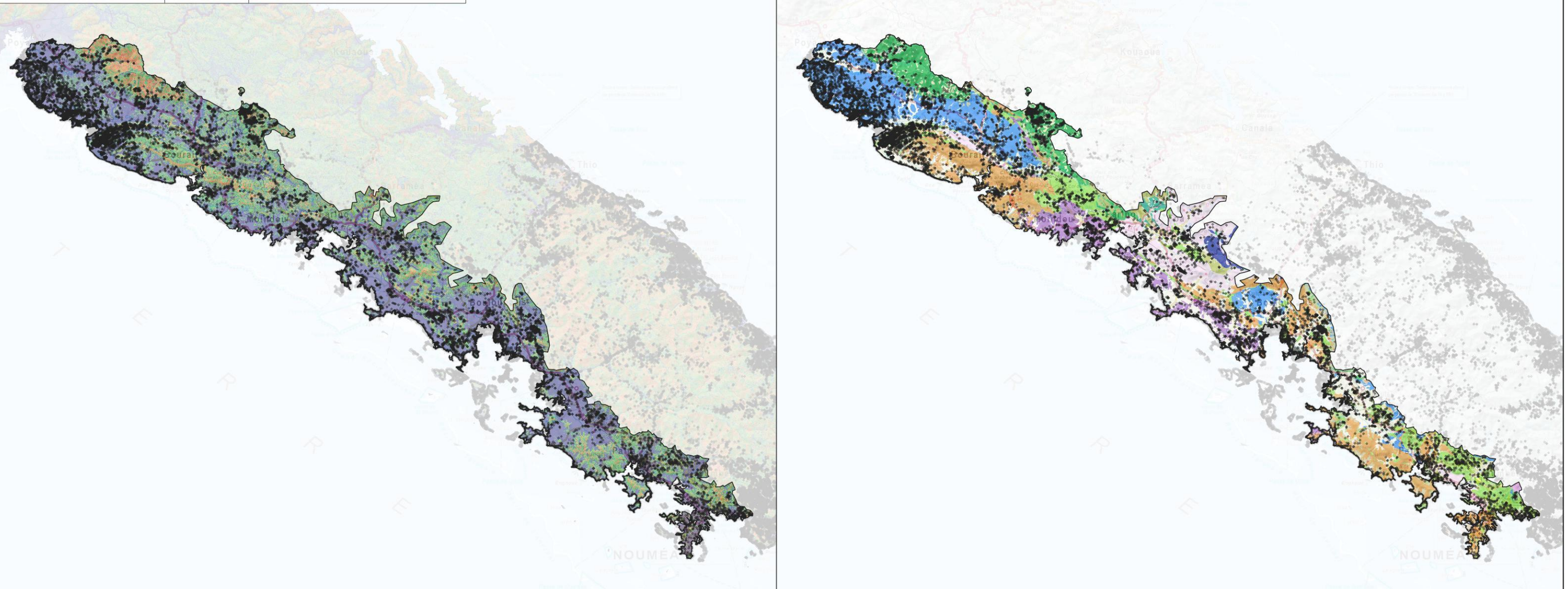
Figure 41 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 42 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Plaine littorale ouest

1:800 000

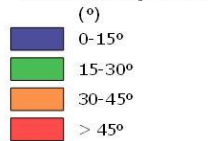


0 8 000 16 000 24 000 32 000 m

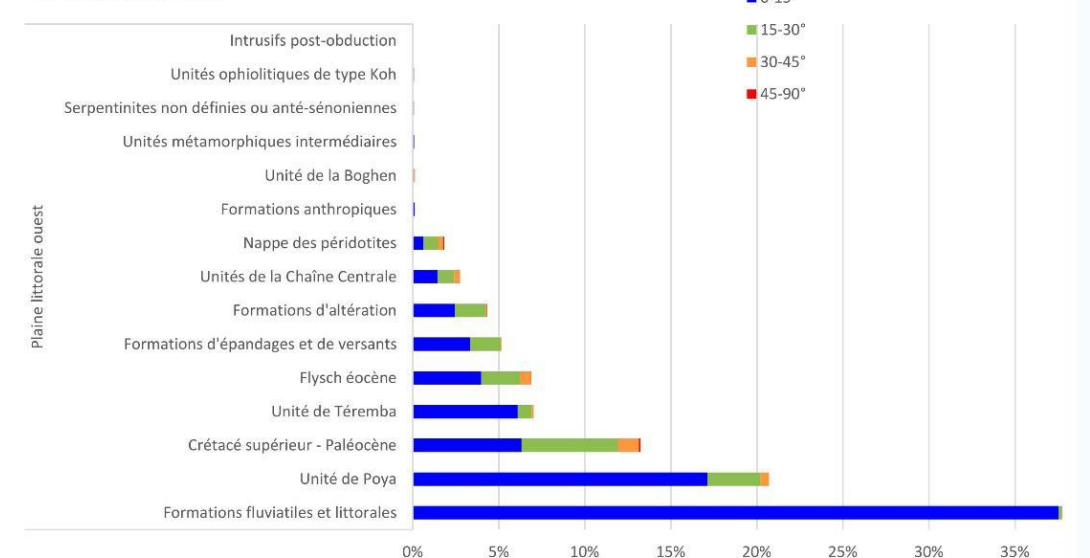


Légende :

Classes de pentes



Sol nu indifférencié



Légende :

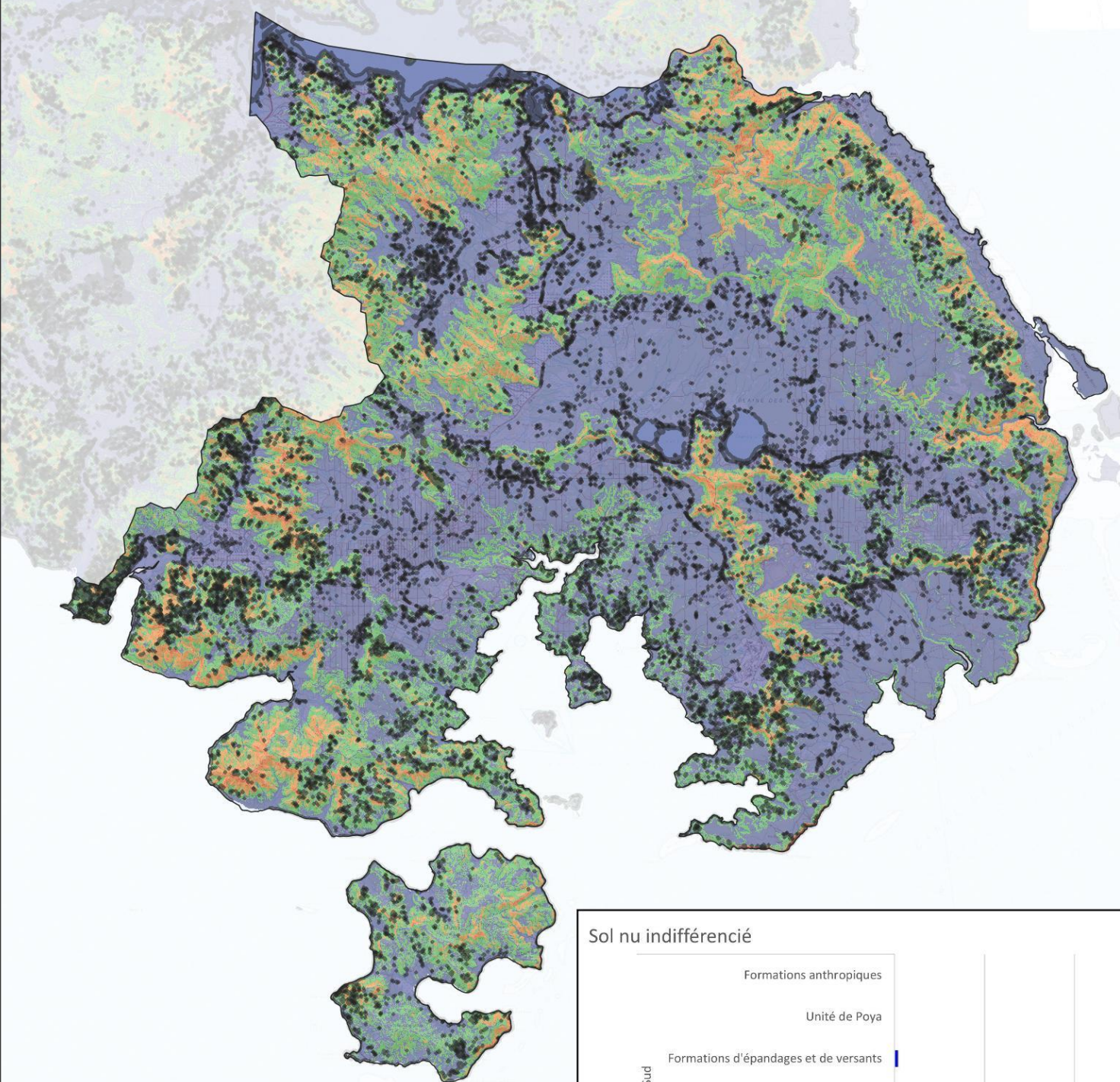


Figure 43 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Plaine du Grand Sud

1:200 000

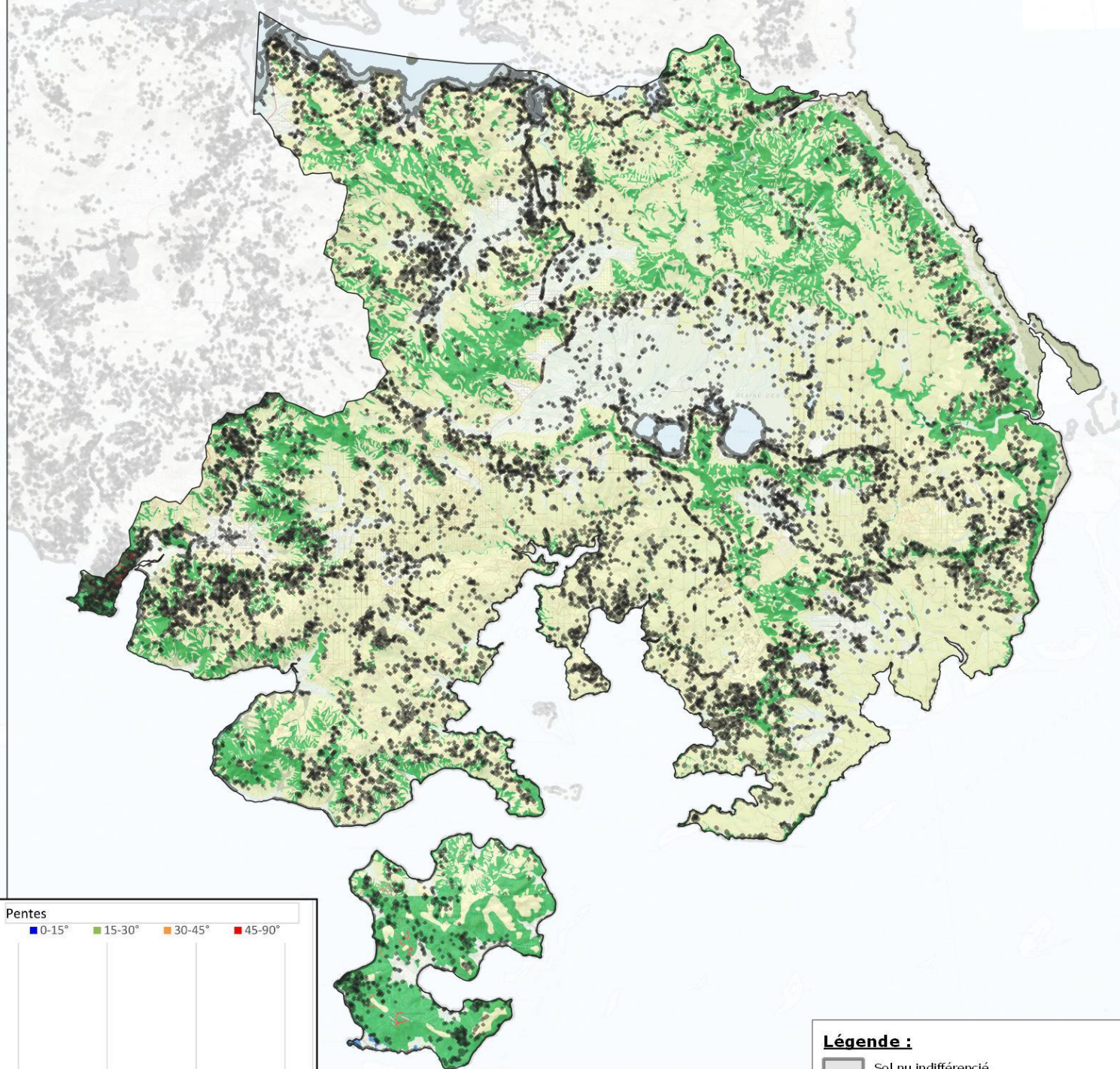
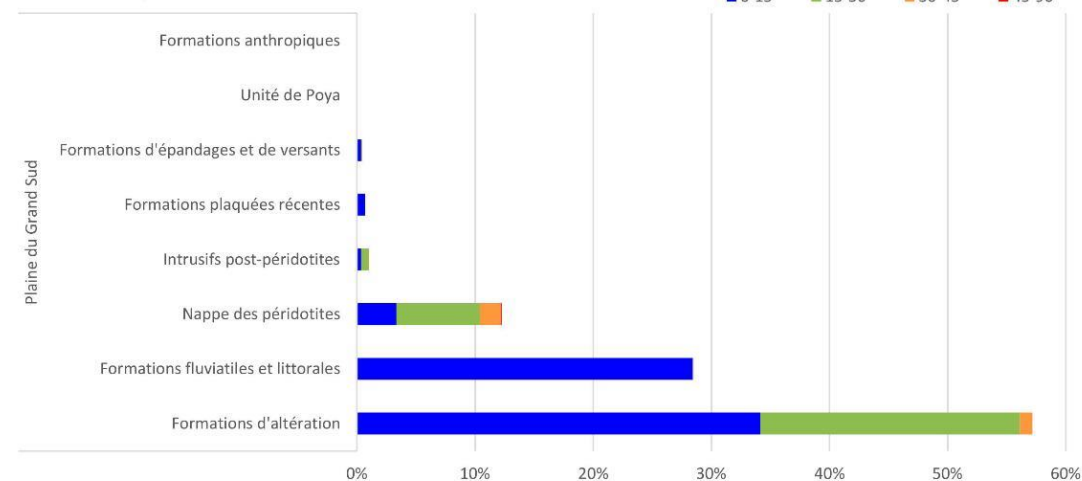


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Sol nu indifférencié



Légende :
Unités géologiques
Sol nu indifférencié
Formations anthropiques
Unité de Poya
Formations d'épandages et de versants
Formations plaquées récentes
Intrusifs post-péridotites
Nappe des péridotites
Formations fluviatiles et littorales
Formations d'altération

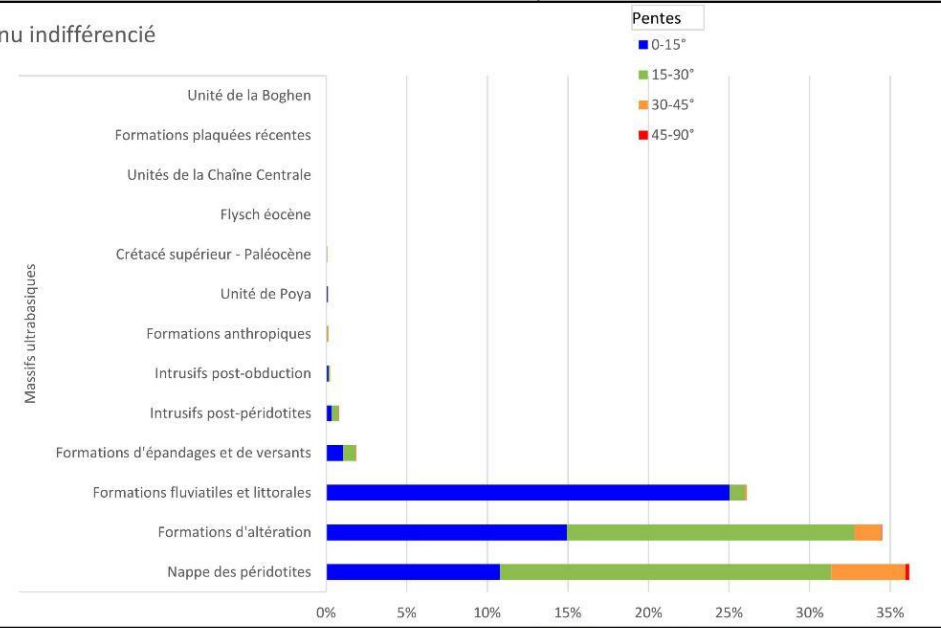
Figure 44 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Sol nu indifférencié



Légende :

- Sol nu indifférencié
- Unités géologiques**
 - Crétacé supérieur - Paléocène
 - Flysch éocène
 - Formations anthropiques
 - Unité de Poya
 - Formations d'épandages et de versants
 - Formations plaquées récentes
 - Intrusifs post-péridotites
 - Nappe des péridotites
 - Formations fluviatiles et littorales
 - Formations d'altération
 - Unités de la chaîne centrale
 - Unité de la Boghen
 - Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes
(°)

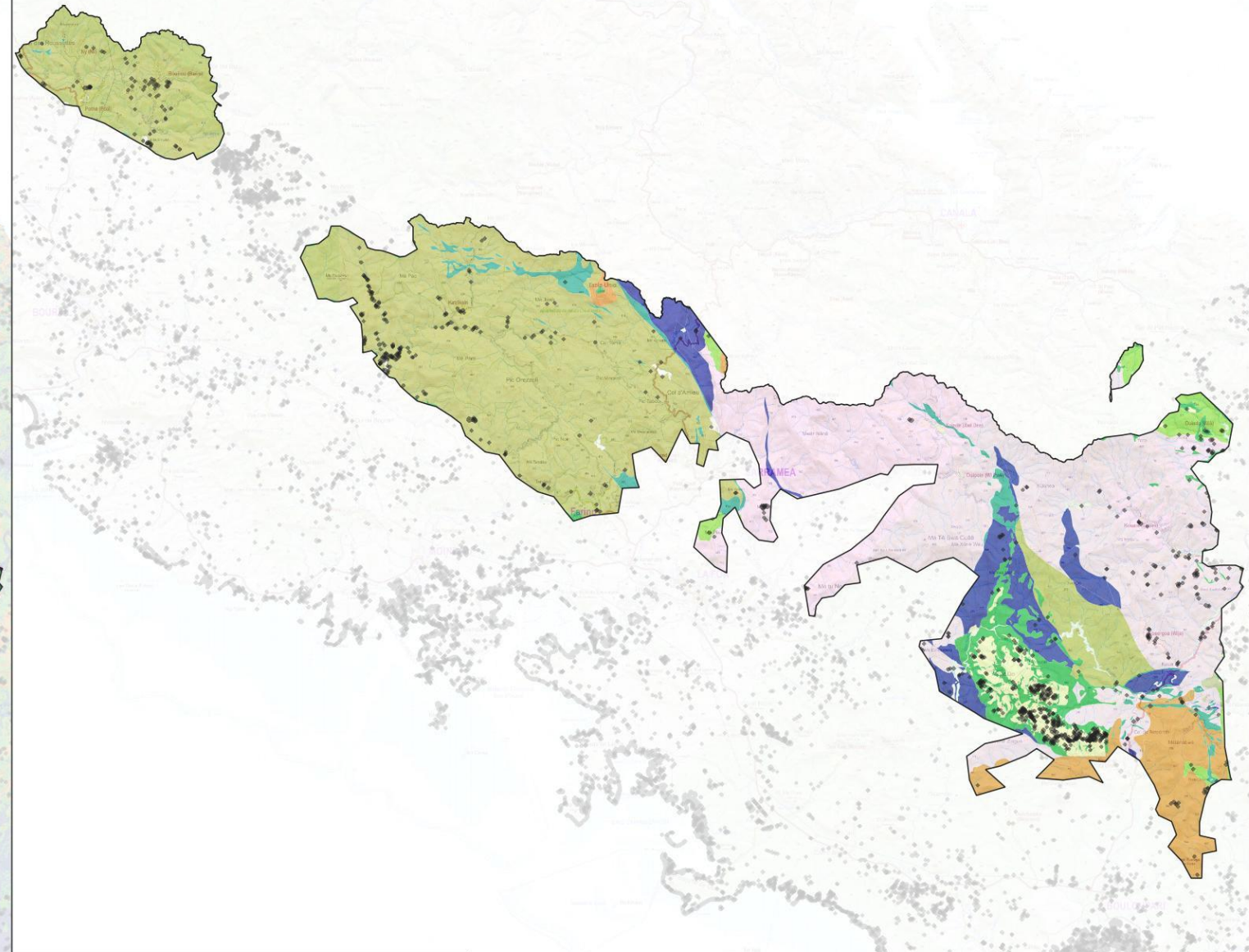
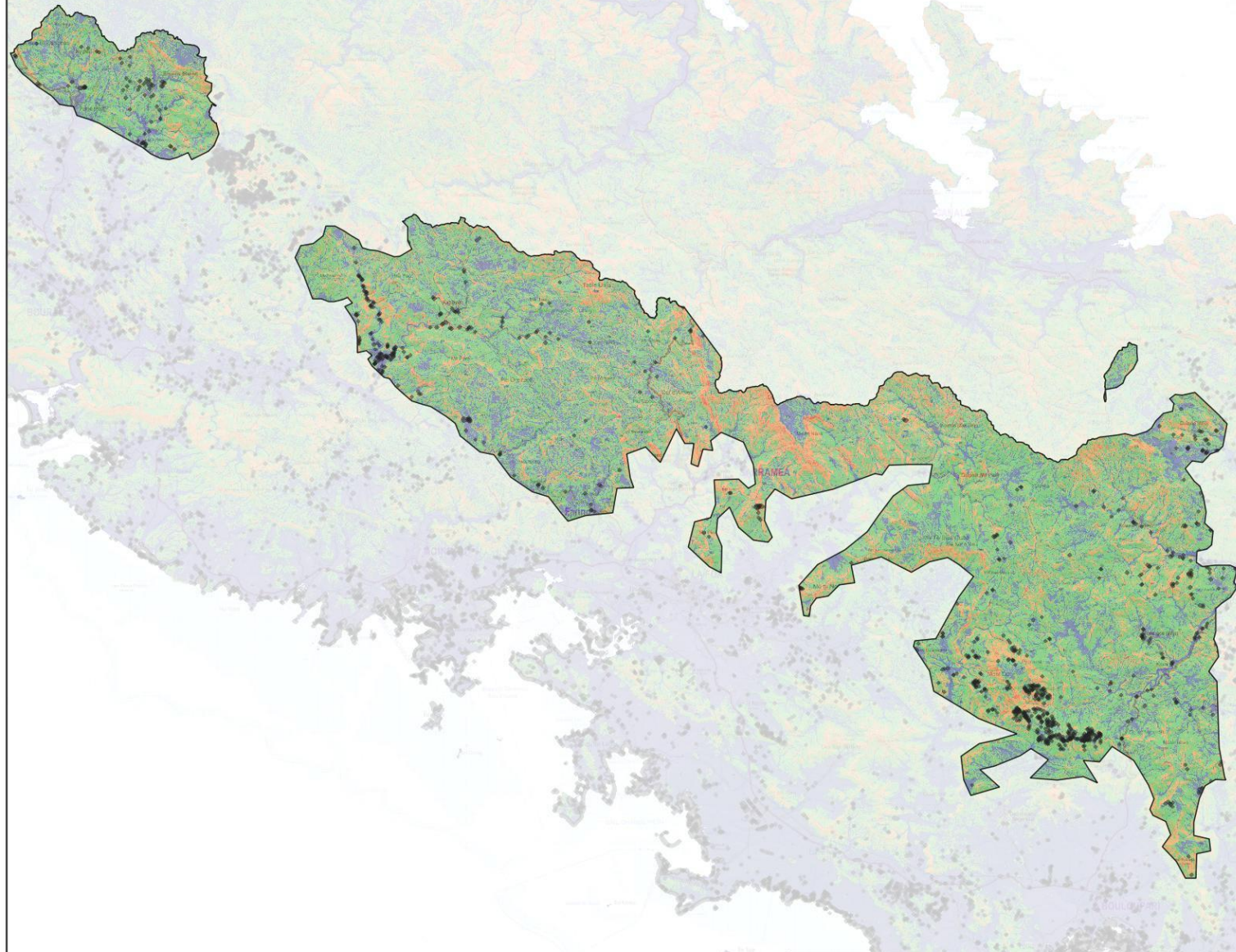
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

**Figure 45 : Analyse imbriquée pour les sols nus indifférenciés -
Chaîne centrale**

1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m

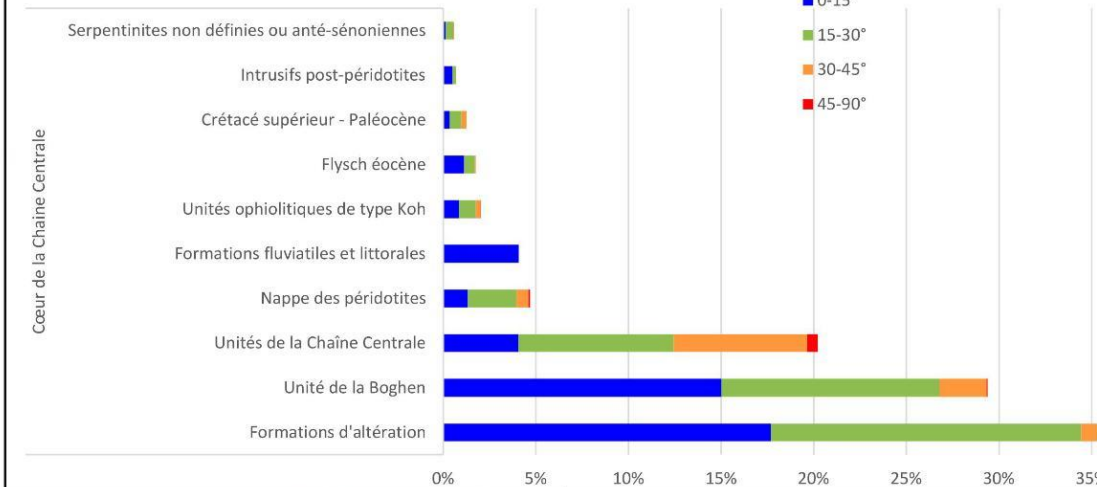


Légende :

Classes de pentes

(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Sol nu indifférencié



Légende :

Sol nu indifférencié
Unités géologiques
Crétacé supérieur - Paléocène
Flysch éocène
Formations d'épandages et de versants
Intrusifs post-péridotites
Nappe des péridotites
Formations fluviales et littorales
Formations d'altération
Unités de la chaîne centrale
Unité de la Boghen
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités non définies
Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.5. Zones de carrières

Cartes en Figure 47 à Figure 50. Détails des chiffres en annexe 04.

La majeure partie de ce type de surface est située en domaine de pente faible.

Les carrières, chantiers et verse contrôlée sont essentiellement situés sur les formations d'altération associées aux péridotites (latérites / cuirasse) pour l'ensemble des 4 HER et correspondent majoritairement aux exploitations de nickel.

Dans une moindre mesure, on rencontre également ce type de surface au niveau des formations littorales et fluviatiles qui correspondent aux carrières de granulats au niveau des creeks.

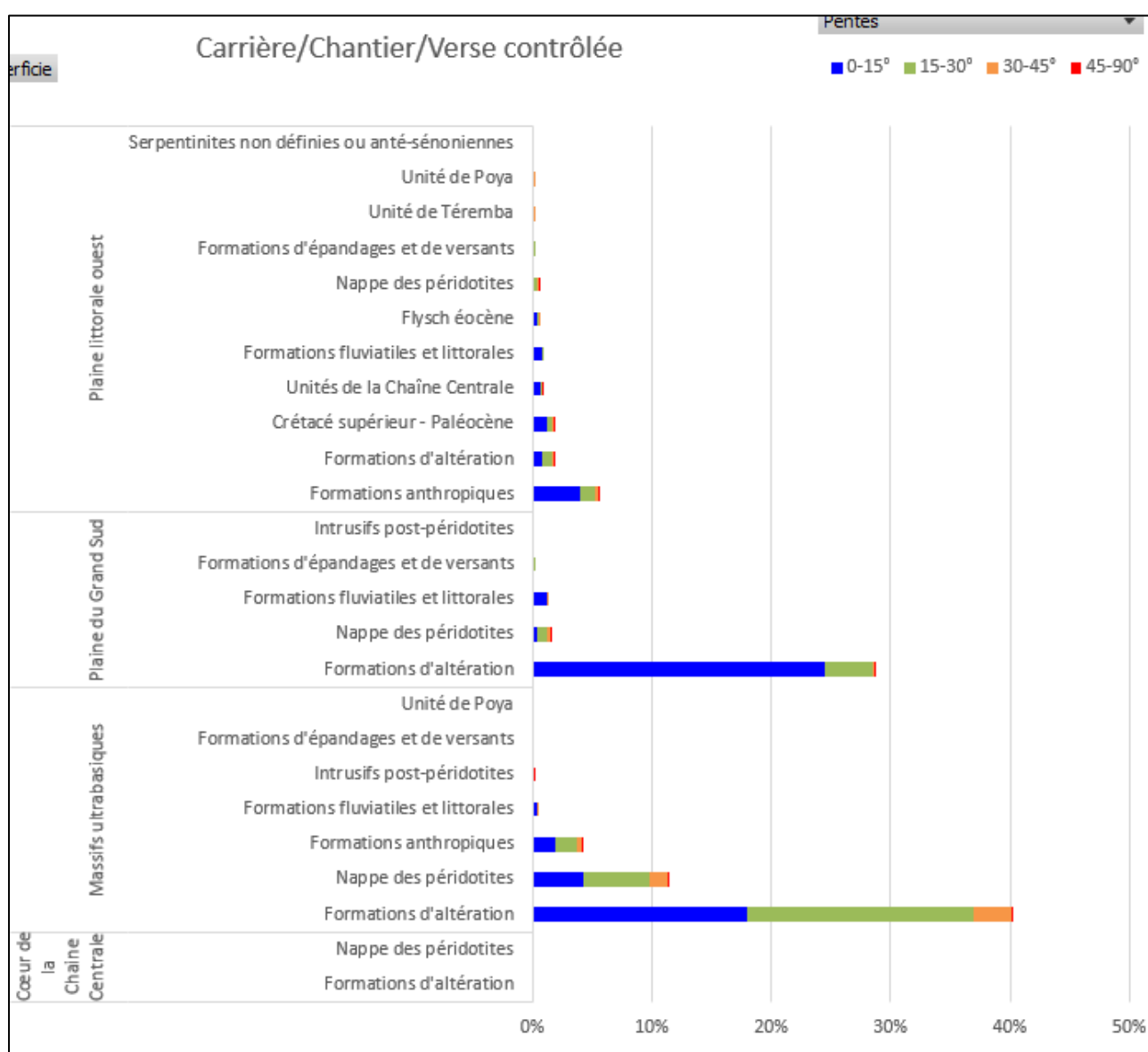


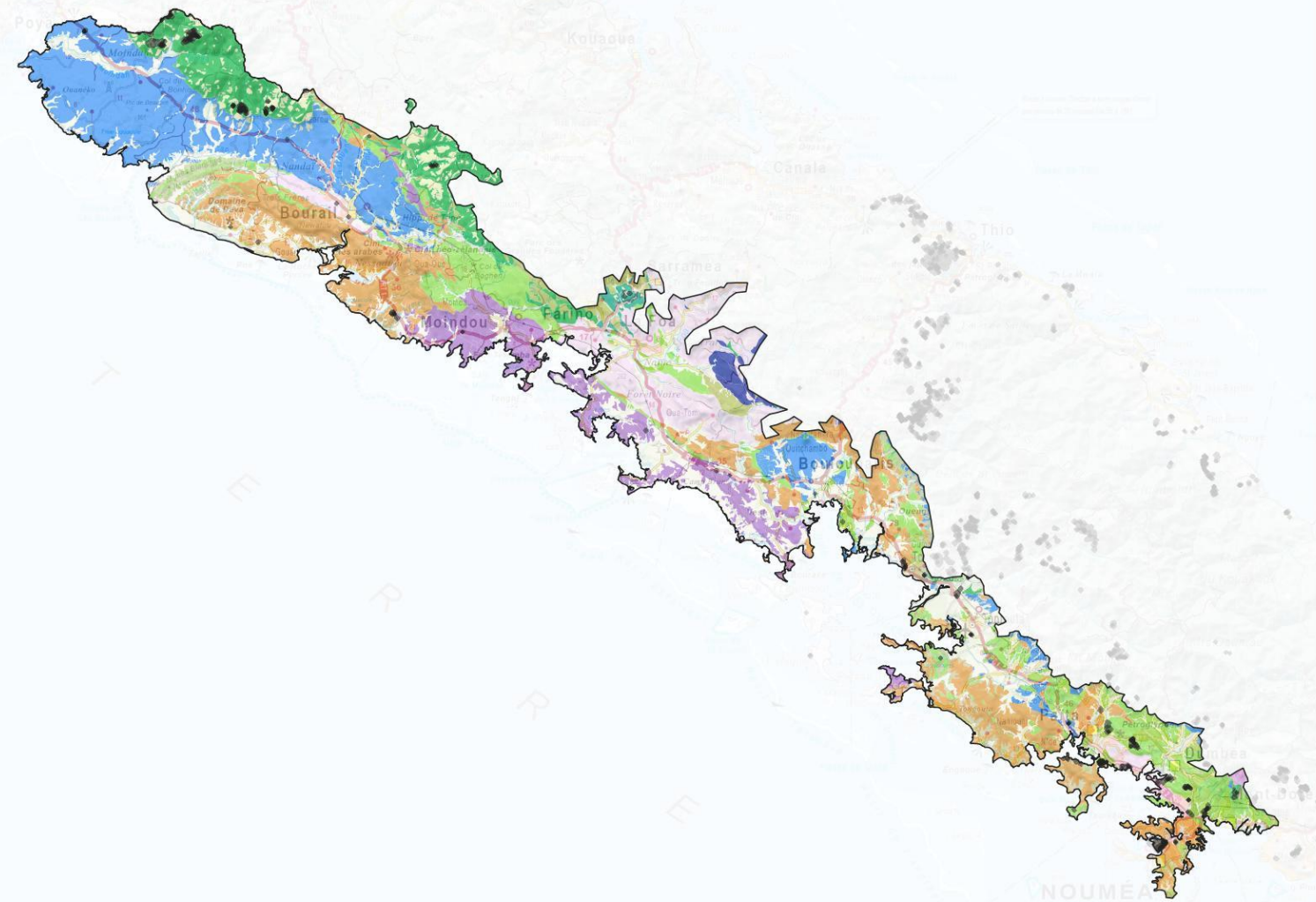
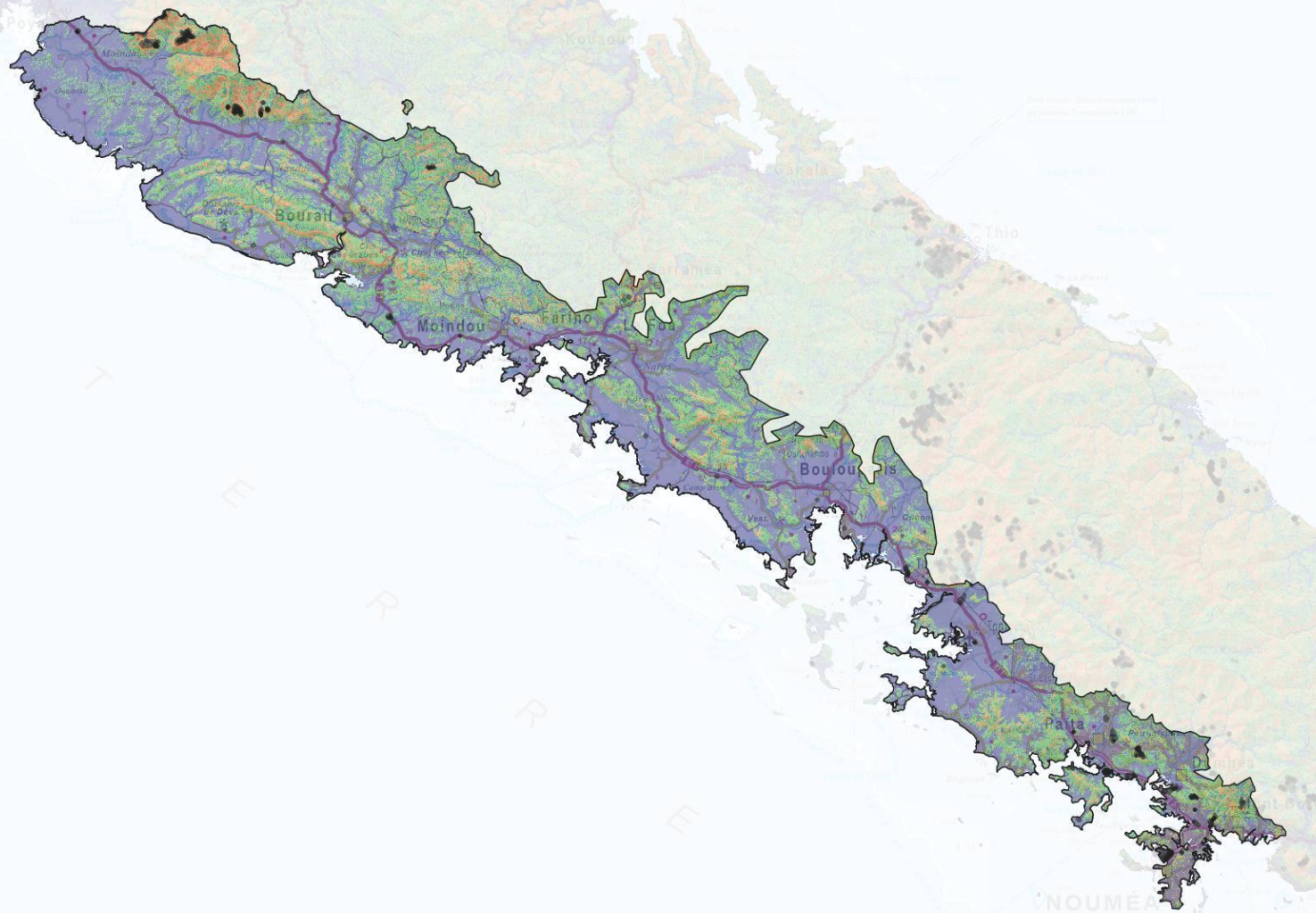
Figure 46 : Analyse imbriquée pour les carrières, chantiers et verse contrôlée : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

**Figure 47 : Analyse imbriquée pour les zones de carrières / Chantier /
Verse contrôlée - Plaine littorale ouest**

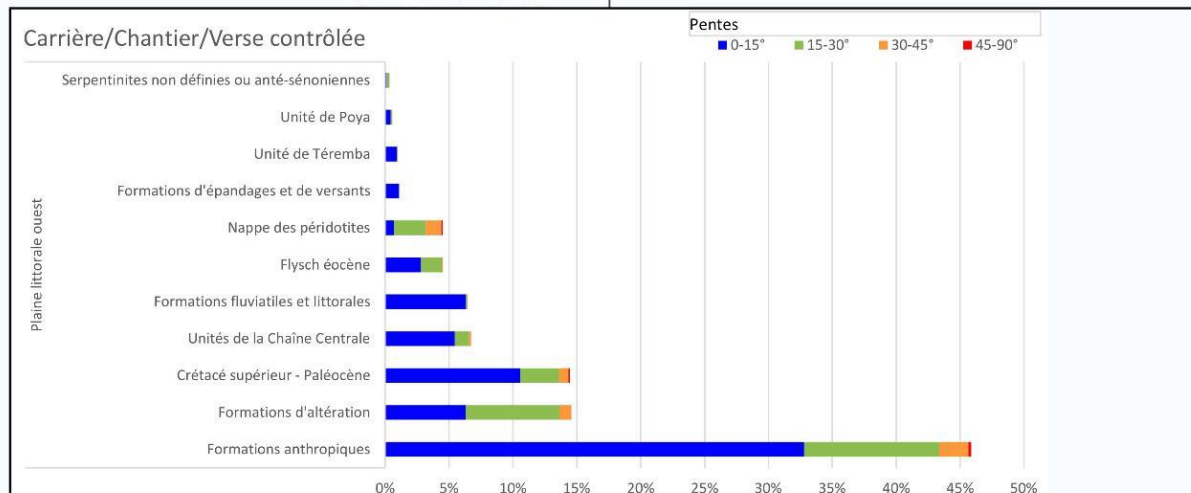
1:800 000



0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Légende :

■ Carrière/Chantier/Verse contrôlée

Unités géologiques

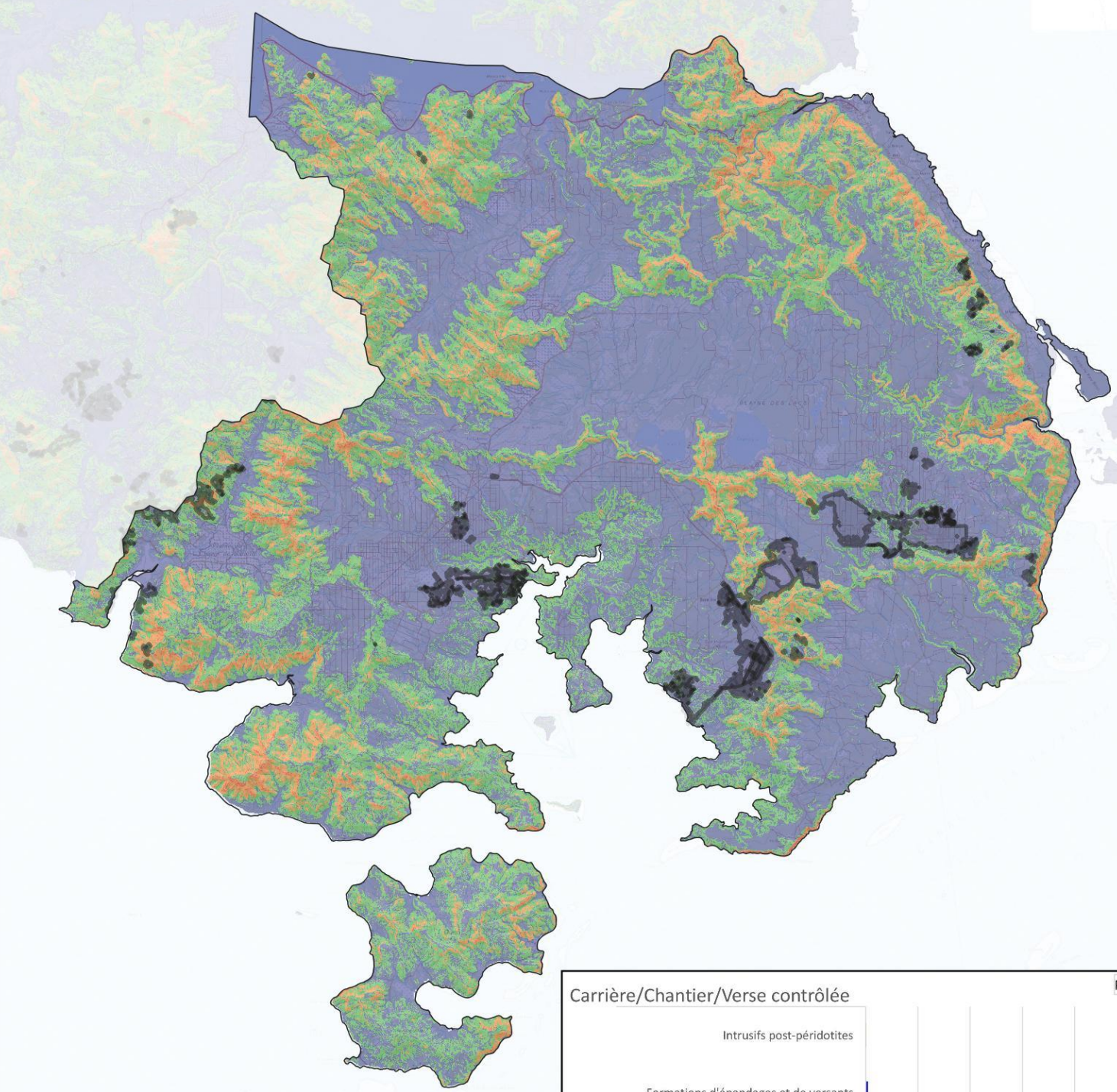
- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Téremba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

**Figure 48 : Analyse imbriquée pour les zones de carrière / Chantier /
Verse contrôlée - Plaine du Grand Sud**

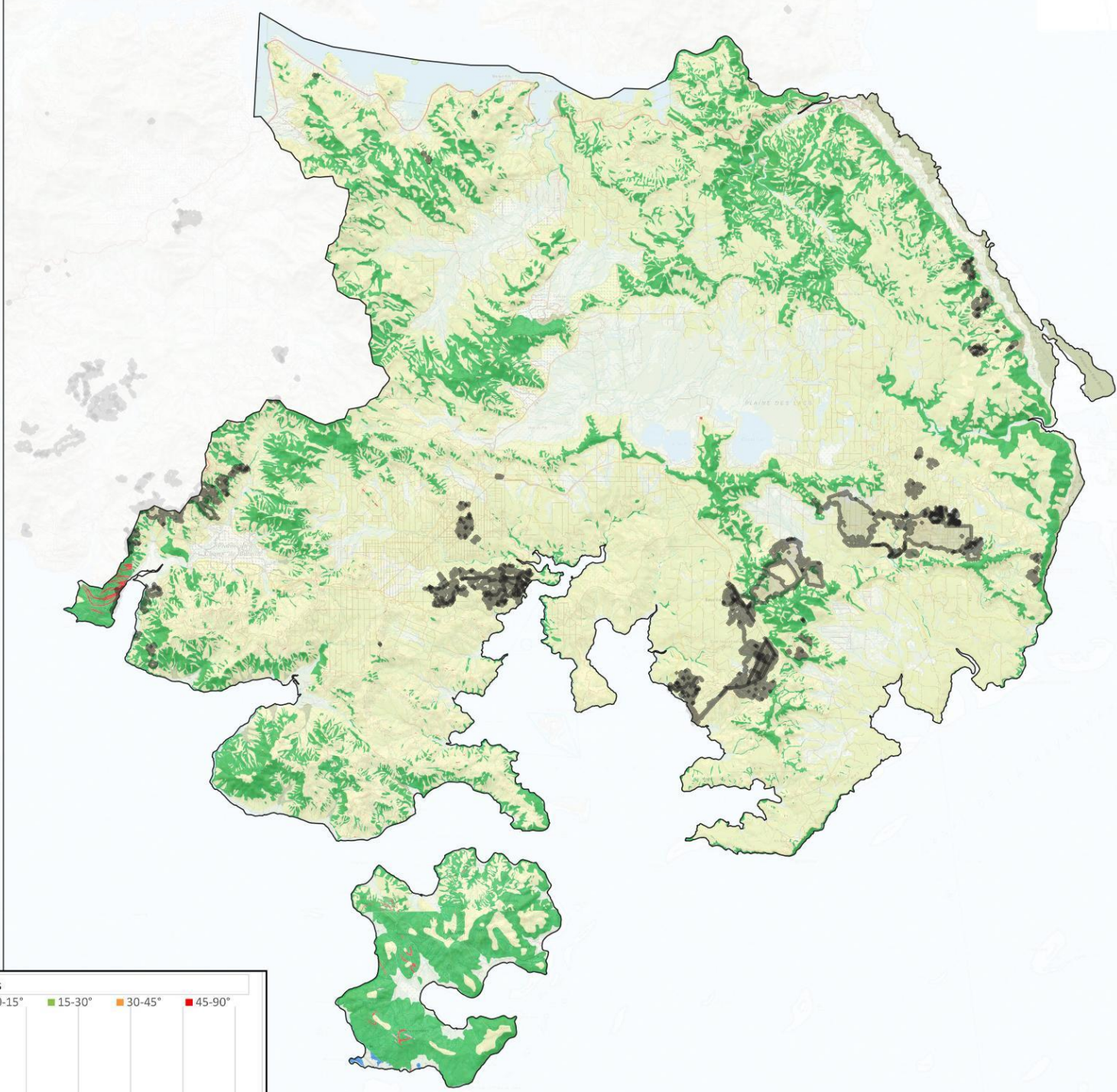
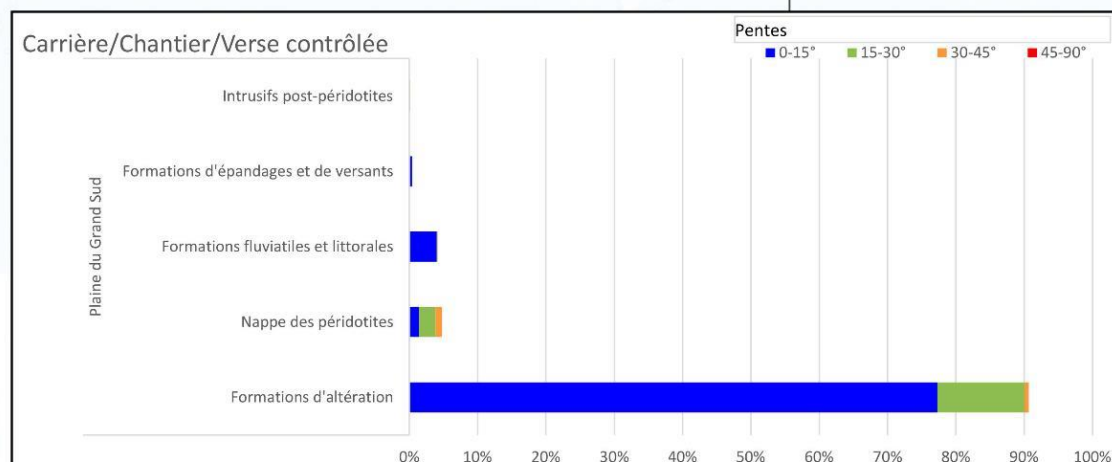
1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Légende :
Unités géologiques
Carrière/Chantier/Verse contrôlée
Intrusifs post-péridotites
Formations d'épandages et de versants
Formations fluviatiles et littorales
Nappe des péridotites
Formations d'altération

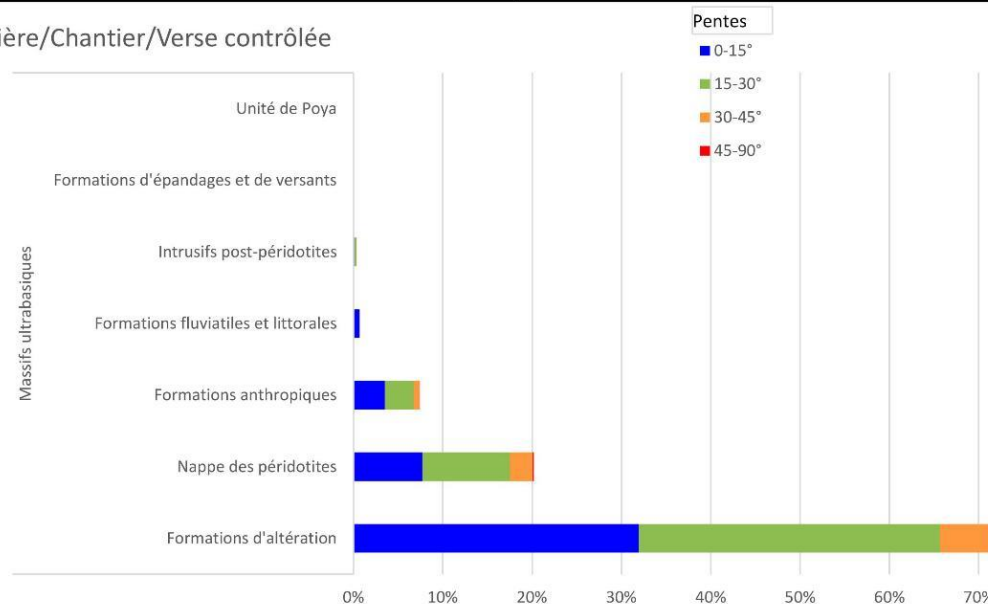
Figure 49 : les zones de carrière / Chantier / Verse contrôlée - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Carrière/Chantier/Verse contrôlée



Légende :

Carrière/Chantier/Verse contrôlée

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes

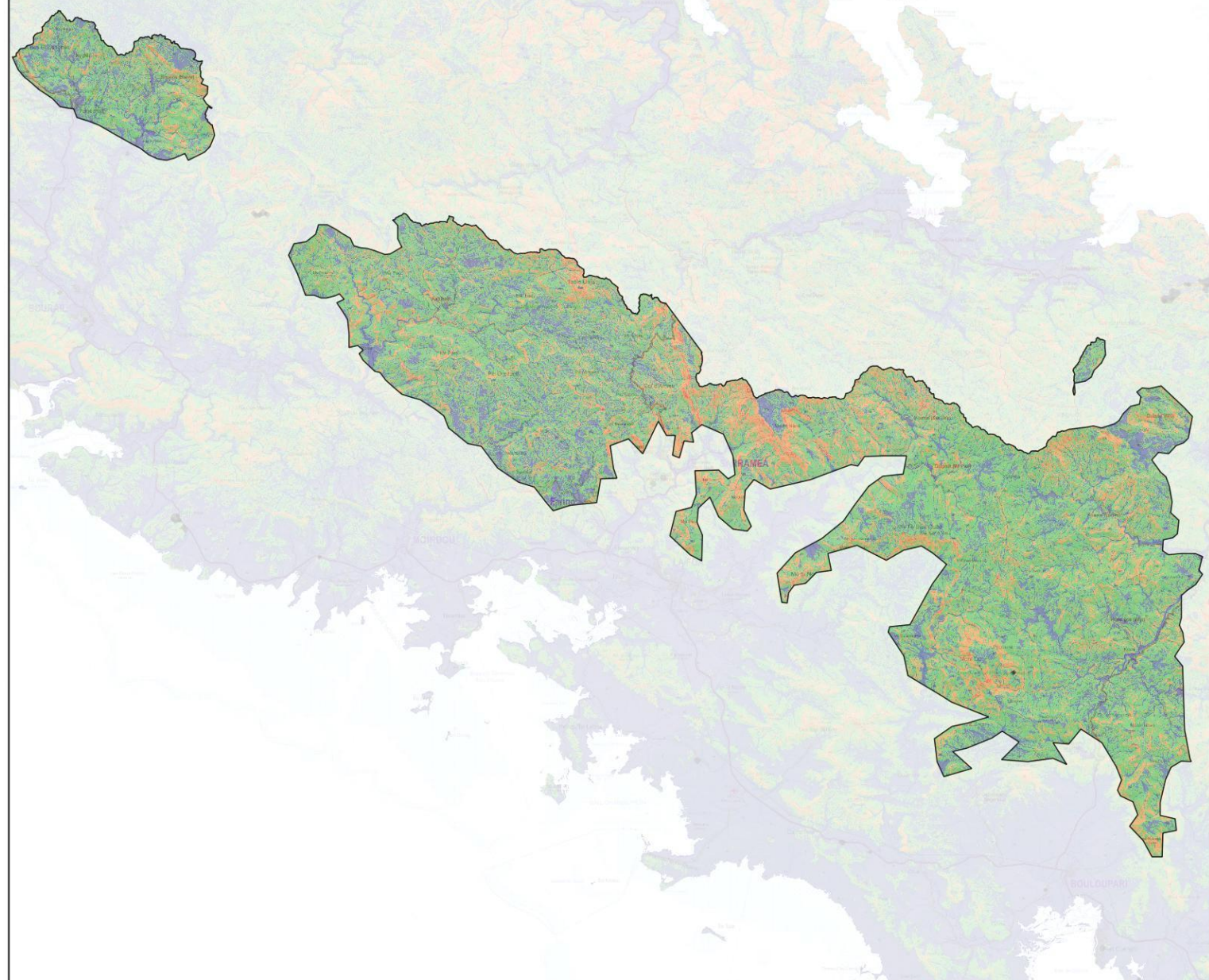
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Figure 50 : les zones de carrière / Chantier / Verse contrôlée - Chaîne centrale

1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m

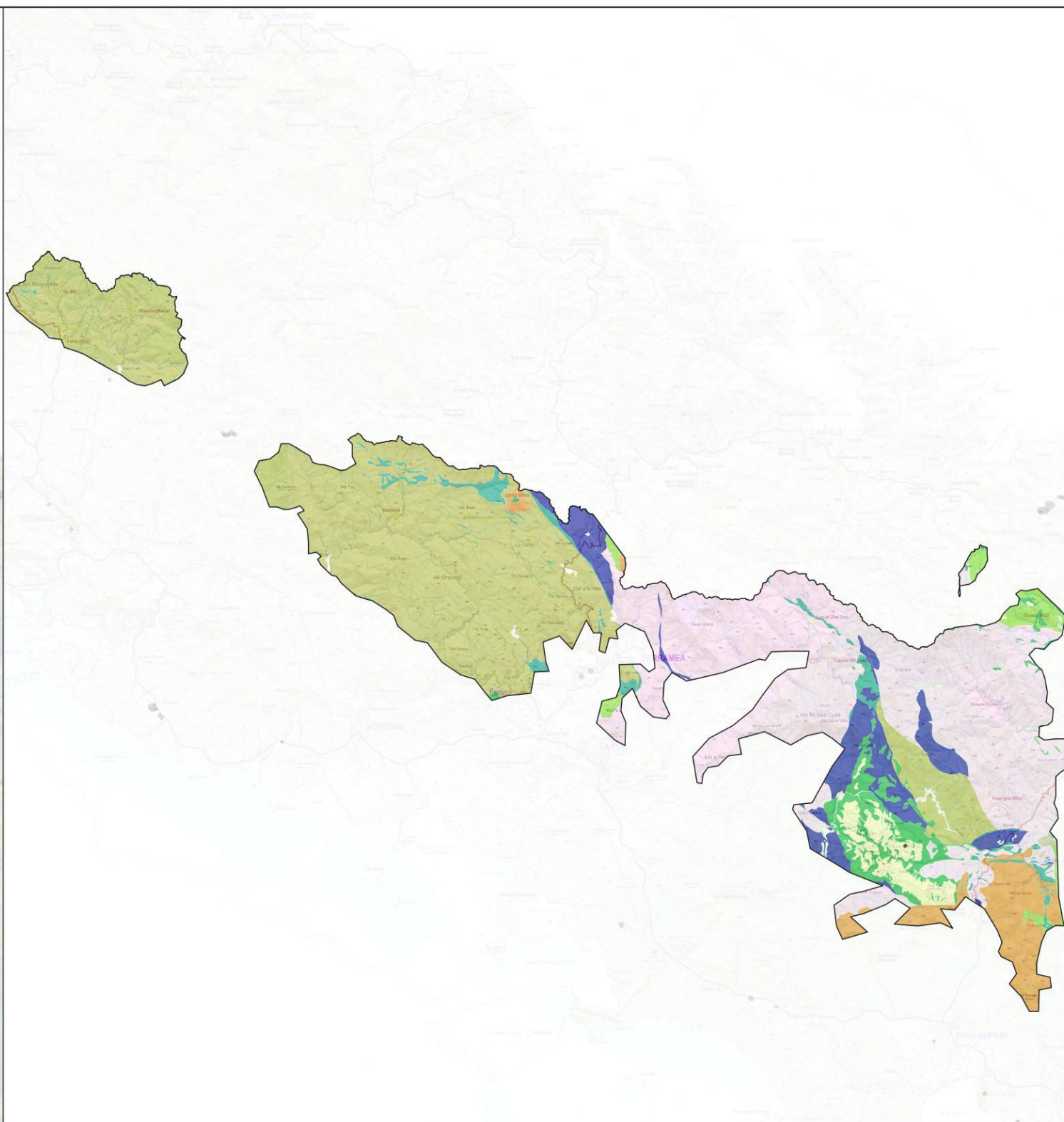
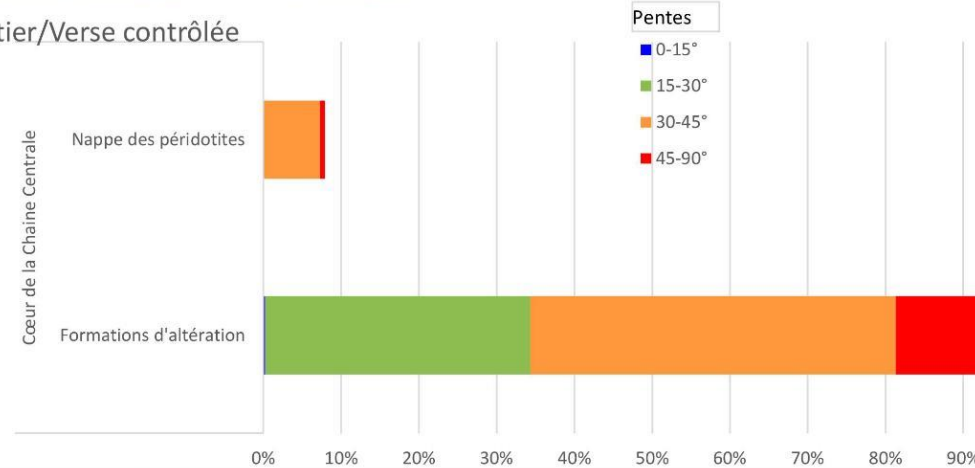


Légende :

Classes de pentes

(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°

Carrière/Chantier/Verse contrôlée



Légende :

Carrière/Chantier/Verse contrôlée

Unités géologiques

Crétacé supérieur - Paléocène
Flysch éocène
Intrusifs post-péridotites
Formations d'épandages et de versants
Formations fluviatiles et littorales
Nappe des péridotites
Formations d'altération
Unités de la chaîne centrale
Unité de la Boghen
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités non définies
Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.6. Zones brûlées

Cartes en Figure 52 à Figure 55.

Ce type de surface concerne logiquement des pentes variables : en effet, les feux démarrent en général depuis les pieds de versant et remontent vers les crêtes.

Les surfaces brûlées sont peu dépendantes de la géologie et de la pente, mais plutôt du secteur géographique : zone de Thio, la Coulée, ...

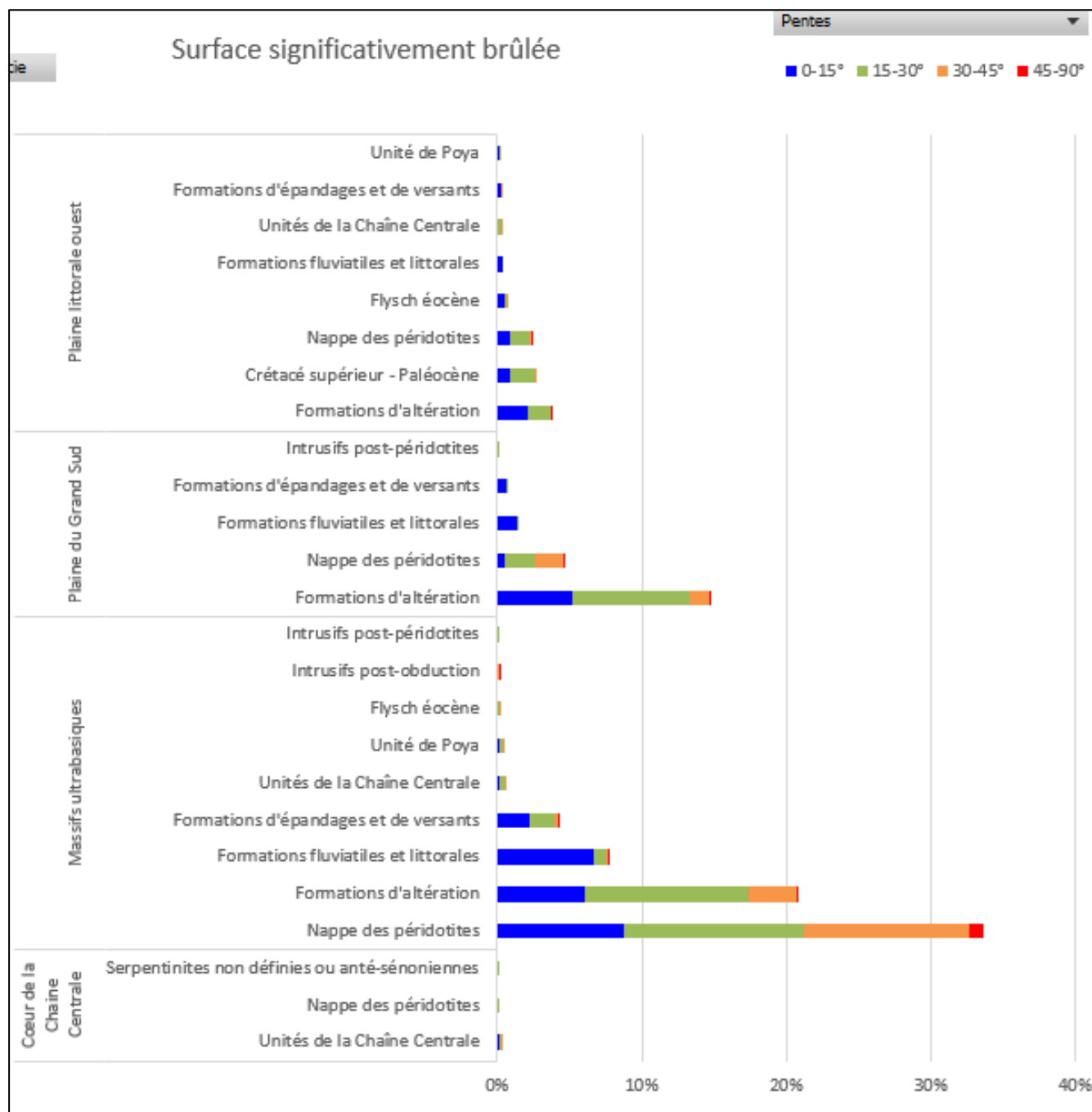


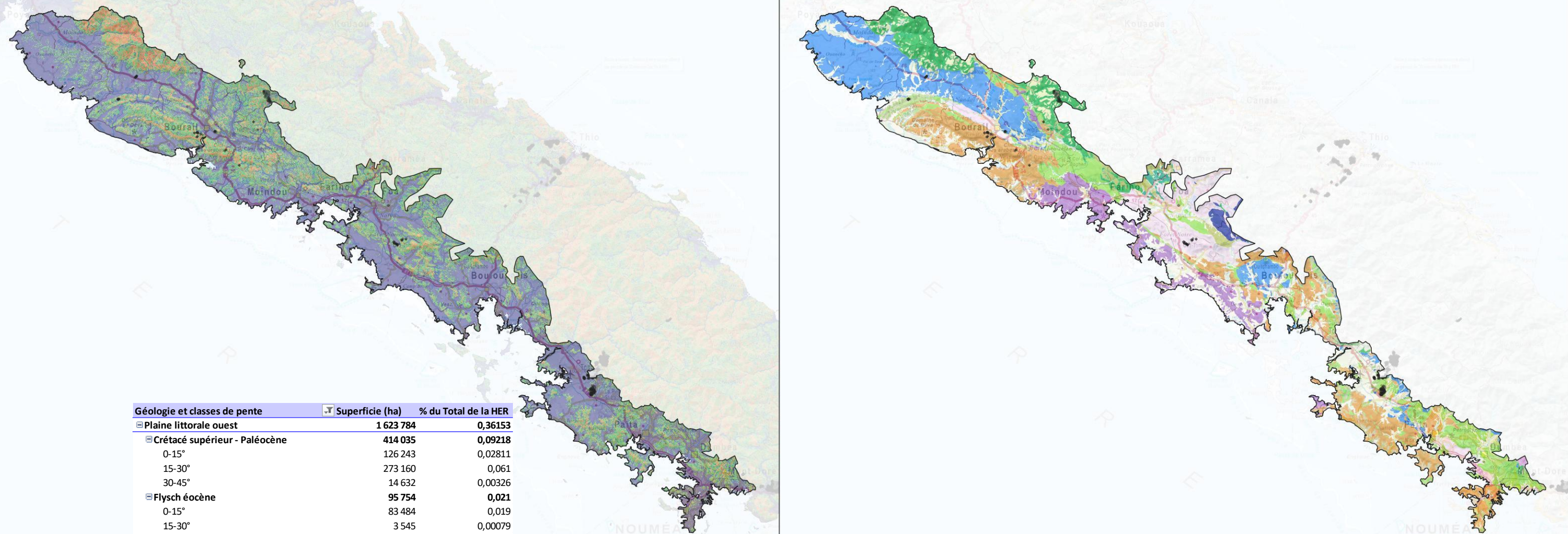
Figure 51 : Analyse imbriquée pour les zones significativement brûlées : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 52 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Plaine littorale ouest

1:800 000



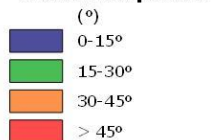
0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



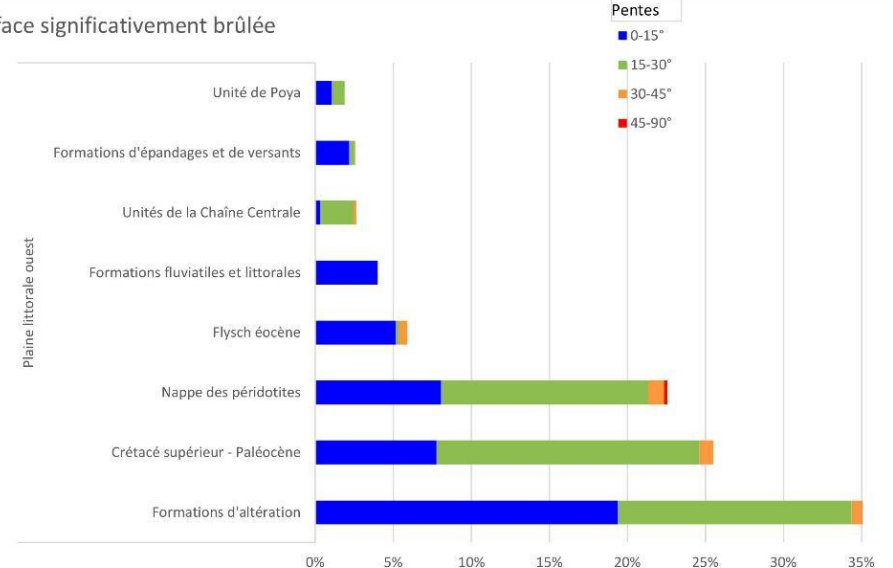
Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	1 623 784	0,36153
Crétacé supérieur - Paléocène	414 035	0,09218
0-15°	126 243	0,02811
15-30°	273 160	0,061
30-45°	14 632	0,00326
Flysch éocène	95 754	0,021
0-15°	83 484	0,019
15-30°	3 545	0,00079
30-45°	8 725	0,00194
Formations d'altération	568 780	0,12664
0-15°	314 962	0,070125
15-30°	242 870	0,05407
30-45°	10 620	0,00236
45-90°	328	0,000073
Formations d'épandages et de versants	41 450	0,009
0-15°	35 441	0,00789
15-30°	5 772	0,00129
30-45°	238	0,00005
Formations fluviales et littorales	64 900	0,014
0-15°	64 900	0,014
Nappe des péridotites	365 917	0,081470
0-15°	130 762	0,02911
15-30°	215 521	0,048
30-45°	16 451	0,003663
45-90°	3 183	0,000709
Unité de Poya	30 423	0,00677
0-15°	17 243	0,00384
15-30°	13 180	0,003
Unités de la Chaîne Centrale	42 525	0,0095
0-15°	5 124	0,00114
15-30°	34 469	0,008
30-45°	2 932	0,00065

Légende :

Classes de pentes



Surface significativement brûlée



Légende :

Surface significativement brûlée

Unités géologiques



Figure 53 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Plaine du Grand Sud

1:200 000

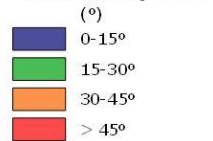


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

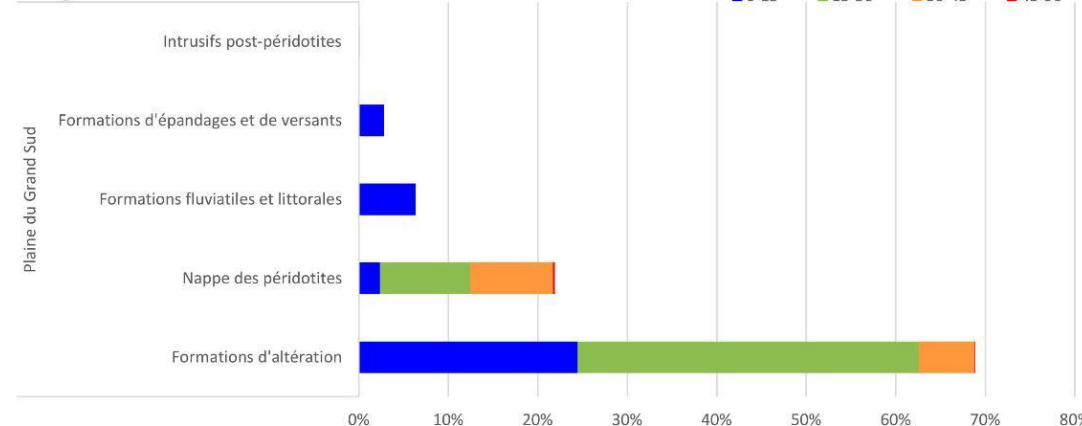
Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	3 210 081	0,71471
Formations d'altération	2 209 363	0,49191
0-15°	784 885	0,174752
15-30°	1 222 600	0,27221
30-45°	200 733	0,04469
45-90°	1 144	0,000254
Formations d'épandages et de versants	91 302	0,020
0-15°	90 386	0,02012
15-30°	916	0,00020
Formations fluviatiles et littorales	203 401	0,045
0-15°	203 162	0,045
15-30°	239	0,000053
Intrusifs post-péridotites	2 668	0,0006
0-15°	1 772	0,0004
15-30°	896	0,0002
Nappe des péridotites	703 348	0,156600
0-15°	76 605	0,01706
15-30°	323 572	0,072
30-45°	295 287	0,065745
45-90°	7 884	0,001755

Légende :

Classes de pentes



Surface significativement brûlée



Légende :

Surface significativement brûlée

Unités géologiques



Figure 54 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Légende :

 Surface significativement brûlée

Unités géologiques

 Crétacé supérieur - Paléocène

 Flysch éocène

 Intrusifs post-péridotites

 Formations d'épandages et de versants

 Formations fluviatiles et littorales

 Nappe des péridotites

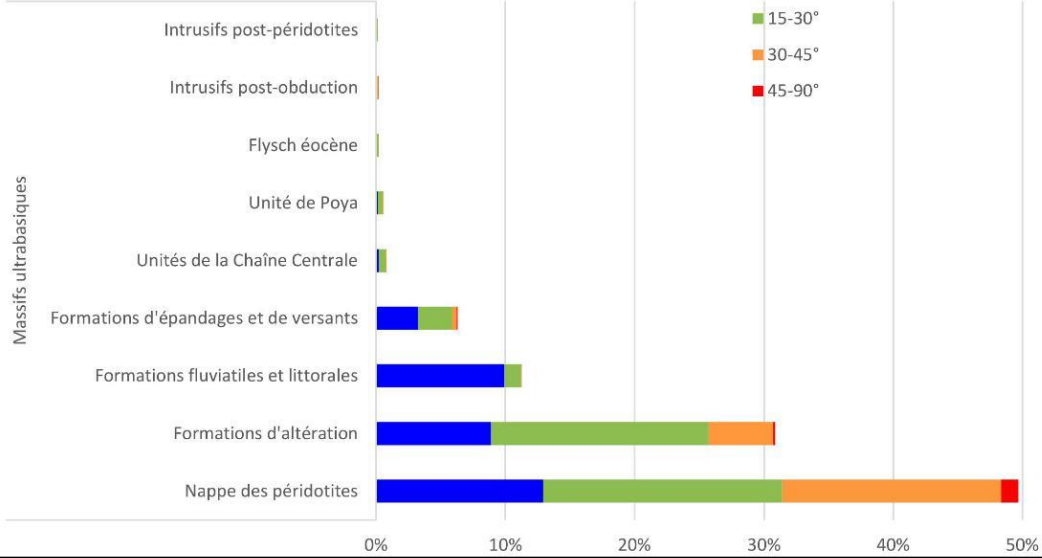
 Formations d'altération

 Unités de la chaîne centrale

 Unité de la Boghen

 Unités ophiolitiques de type Koh

Surface significativement brûlée



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	10 206 467	2,27244
Flysch éocène	19 751	0,004
0-15°	4 937	0,001
15-30°	14 271	0,00318
30-45°	543	0,00012
Formations d'altération	3 150 304	0,70141
0-15°	907 732	0,202105
15-30°	1 717 706	0,38244
30-45°	509 480	0,11344
45-90°	15 385	0,003426
Formations d'épandages et de versants	642 949	0,143
0-15°	329 670	0,07340
15-30°	270 269	0,06017
30-45°	37 286	0,00830
45-90°	5 725	0,001275
Formations fluviatiles et littorales	1 147 566	0,256
0-15°	1 012 816	0,226
15-30°	130 222	0,028994
30-45°	4 461	0,00099
45-90°	66	0,000015
Intrusifs post-obduction	16 745	0,0037
0-15°	3 231	0,0007
15-30°	5 258	0,0012
30-45°	7 981	0,00178
45-90°	275	0,00006
Intrusifs post-péridotites	13 548	0,0030
0-15°	5 176	0,0012
15-30°	8 373	0,0019
Nappe des péridotites	5 070 755	1,128989
0-15°	1 318 539	0,29357
15-30°	1 887 754	0,420
30-45°	1 727 571	0,384637
45-90°	136 891	0,030479
Unité de Poya	62 512	0,01392
0-15°	11 918	0,00265
15-30°	44 185	0,010
30-45°	6 408	0,00143
Unités de la Chaîne Centrale	82 336	0,0183
0-15°	21 033	0,00468
15-30°	55 121	0,012
30-45°	6 182	0,00138

Légende :

Classes de pentes

(°)

 0-15°

 15-30°

 30-45°

 > 45°

Figure 55 : Analyse imbriquée pour les zones brûlées - Chaîne centrale

1:350 000

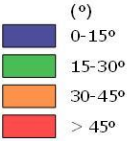


0 3 500 7 000 10 500 14 000 m

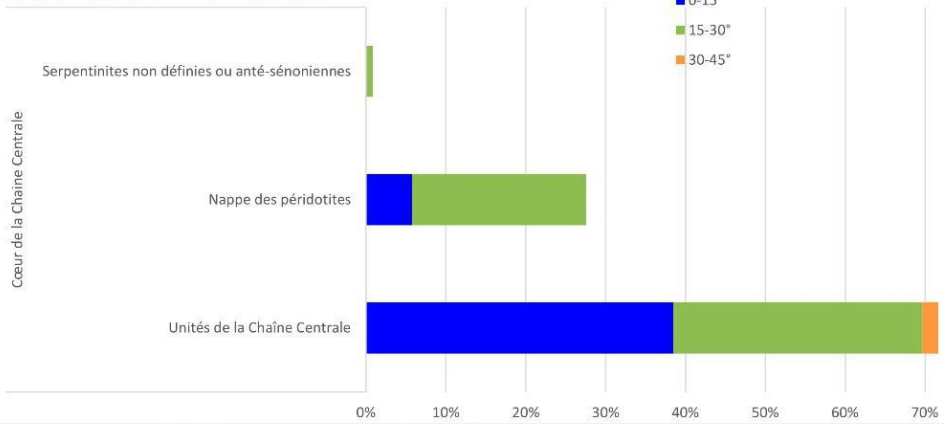


Légende :

Classes de pentes



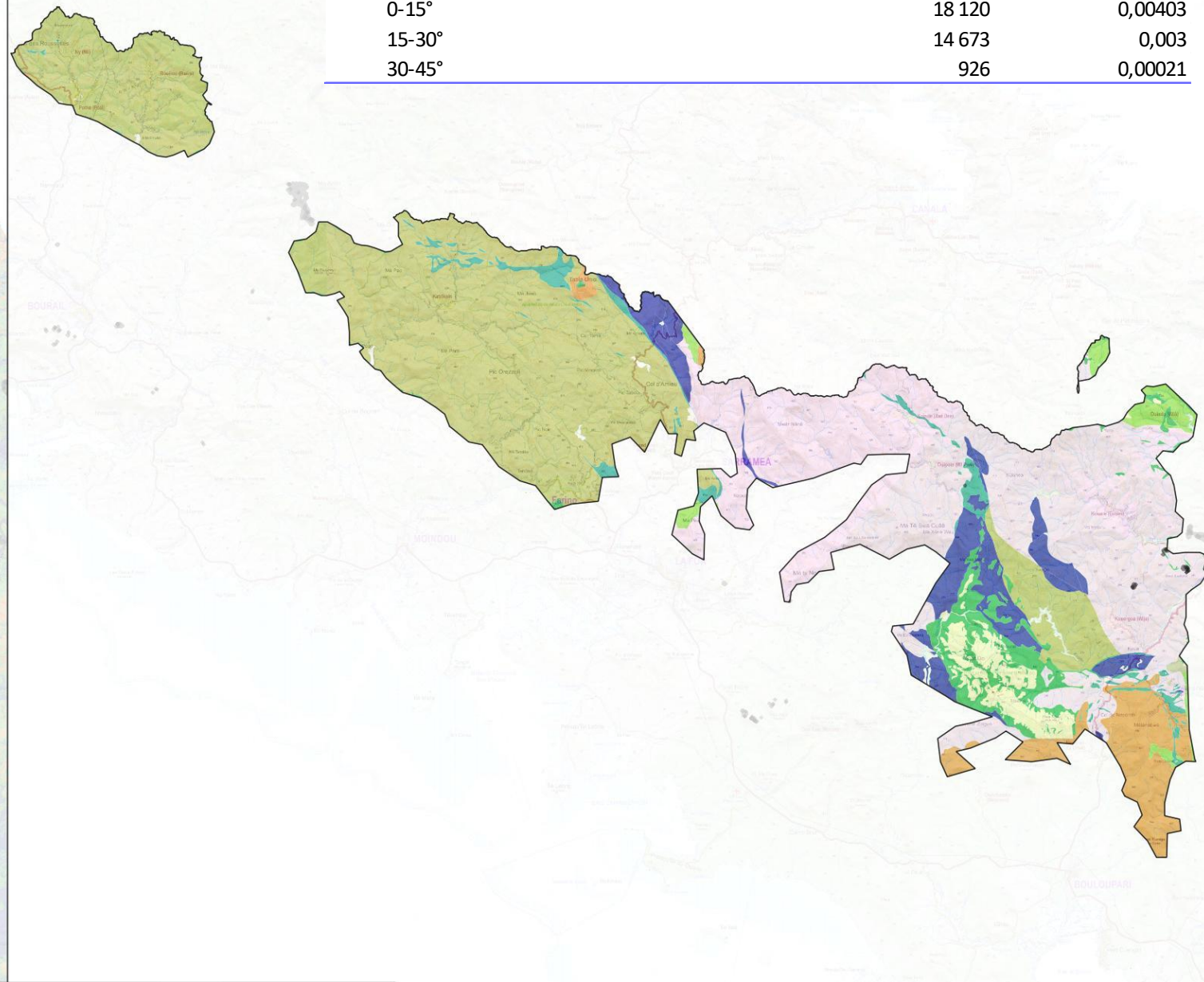
Surface significativement brûlée



Géologie et classes de pente

 **Superficie (ha)** **% du Total de la HER**

Cœur de la Chaîne Centrale	47 083	0,01048
Nappe des péridotites	12 972	0,002888
0-15°	2 710	0,00060
15-30°	10 262	0,002
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	392	0,00009
15-30°	392	0,00009
Unités de la Chaîne Centrale	33 719	0,0075
0-15°	18 120	0,00403
15-30°	14 673	0,003
30-45°	926	0,00021



Légende :

 Surface significativement brûlée

Unités géologiques



4.7. Aménagements

4.7.1. Bâti et autre surface imperméabilisée

Cartes en Figure 57 à Figure 60. Détails des chiffres en Annexe 05.

La majeure partie de ce type de surface est située sur des pentes faibles et sont principalement localisées sur la plaine littorale Ouest là où l'on retrouve les grandes zones urbanisées.

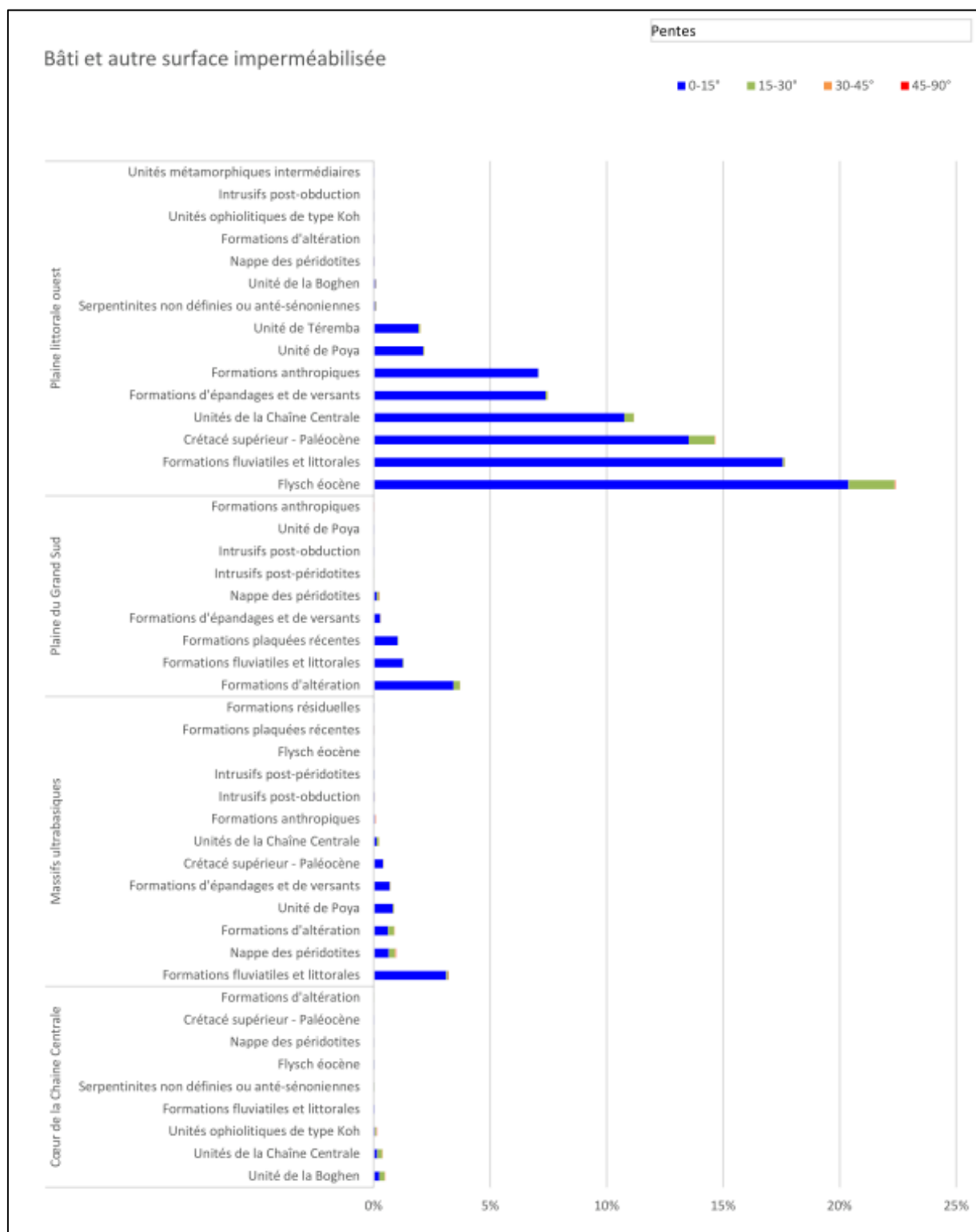


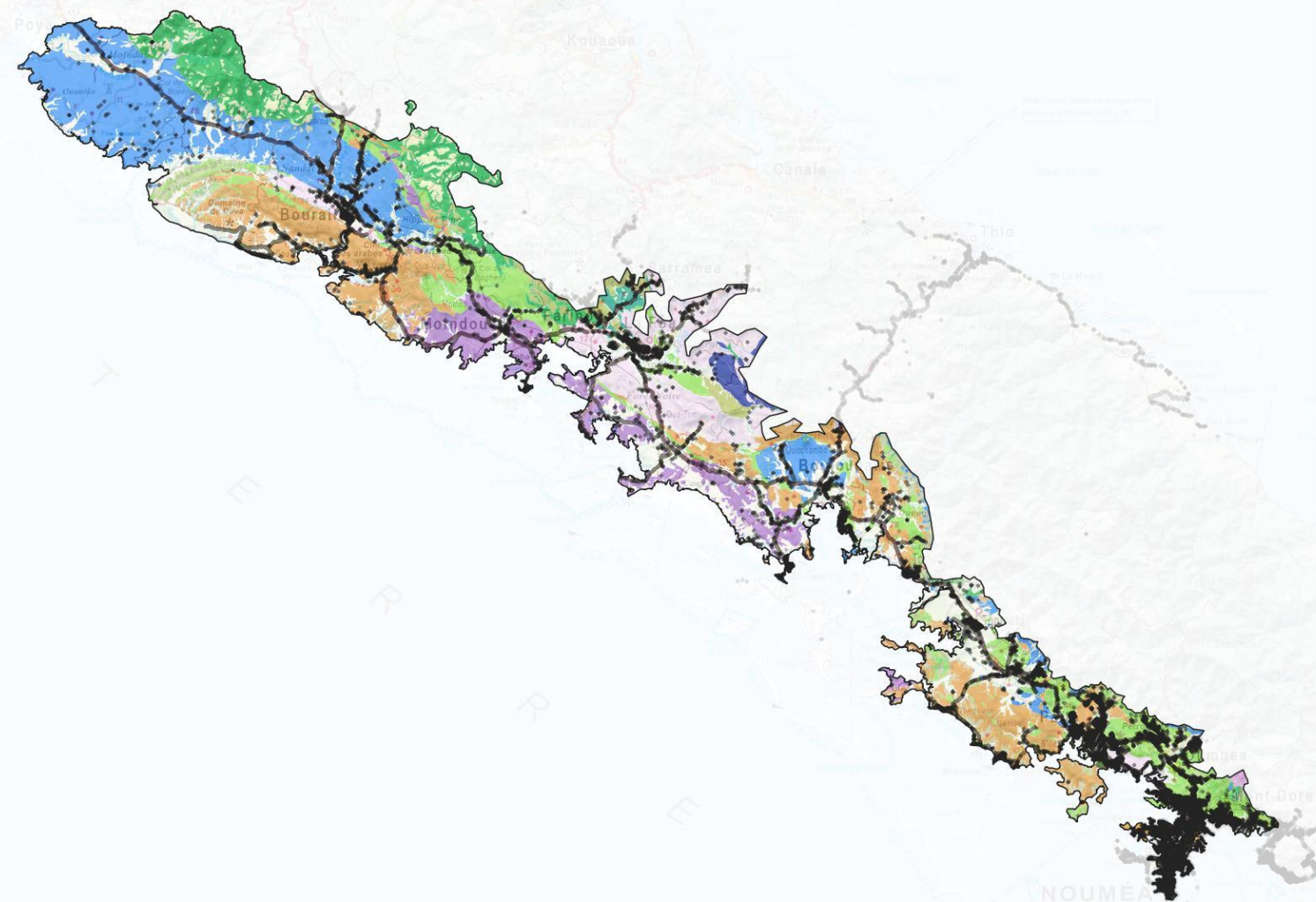
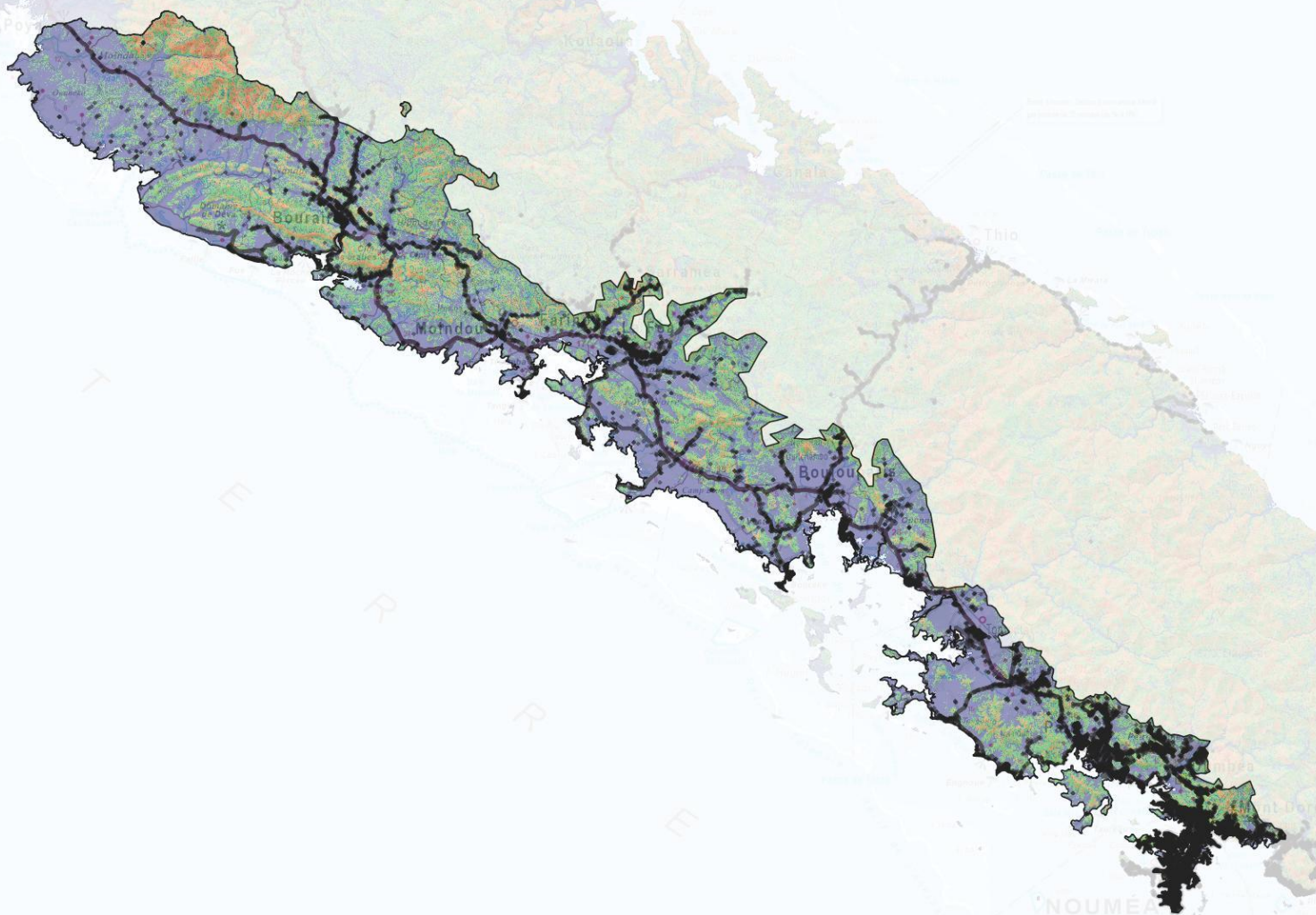
Figure 56 : Analyse imbriquée pour les bâtis et autre surface imperméabilisée : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

**Figure 57 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces
imperméabilisées - Plaine littorale ouest**

1:800 000

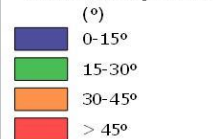


0 7 998 15 996 23 995 31 993 m

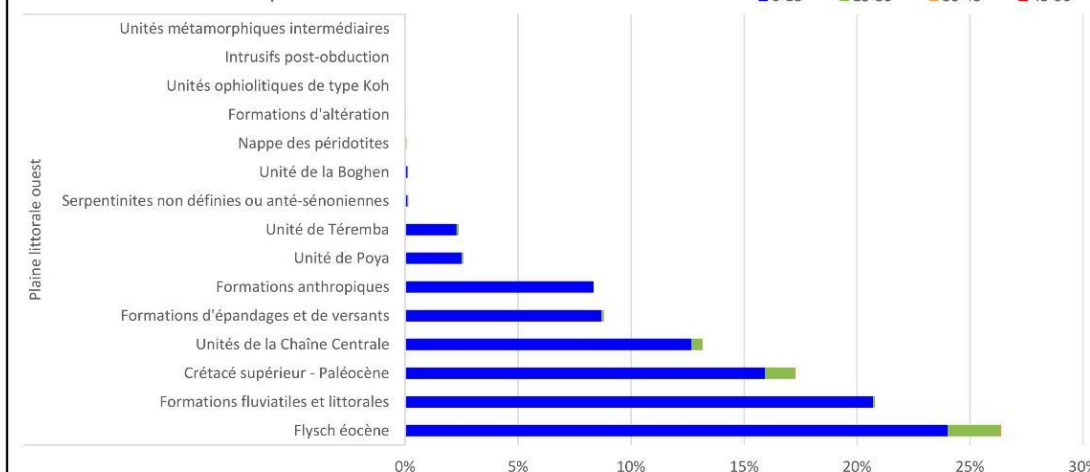


Légende :

Classes de pentes



Bâti et autre surface imperméabilisée



Légende :

Bâti et autre surface imperméabilisée

Unités géologiques

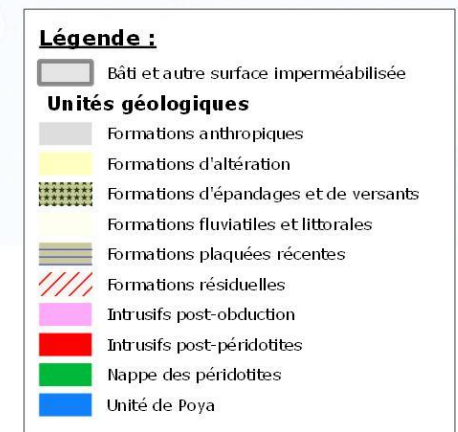
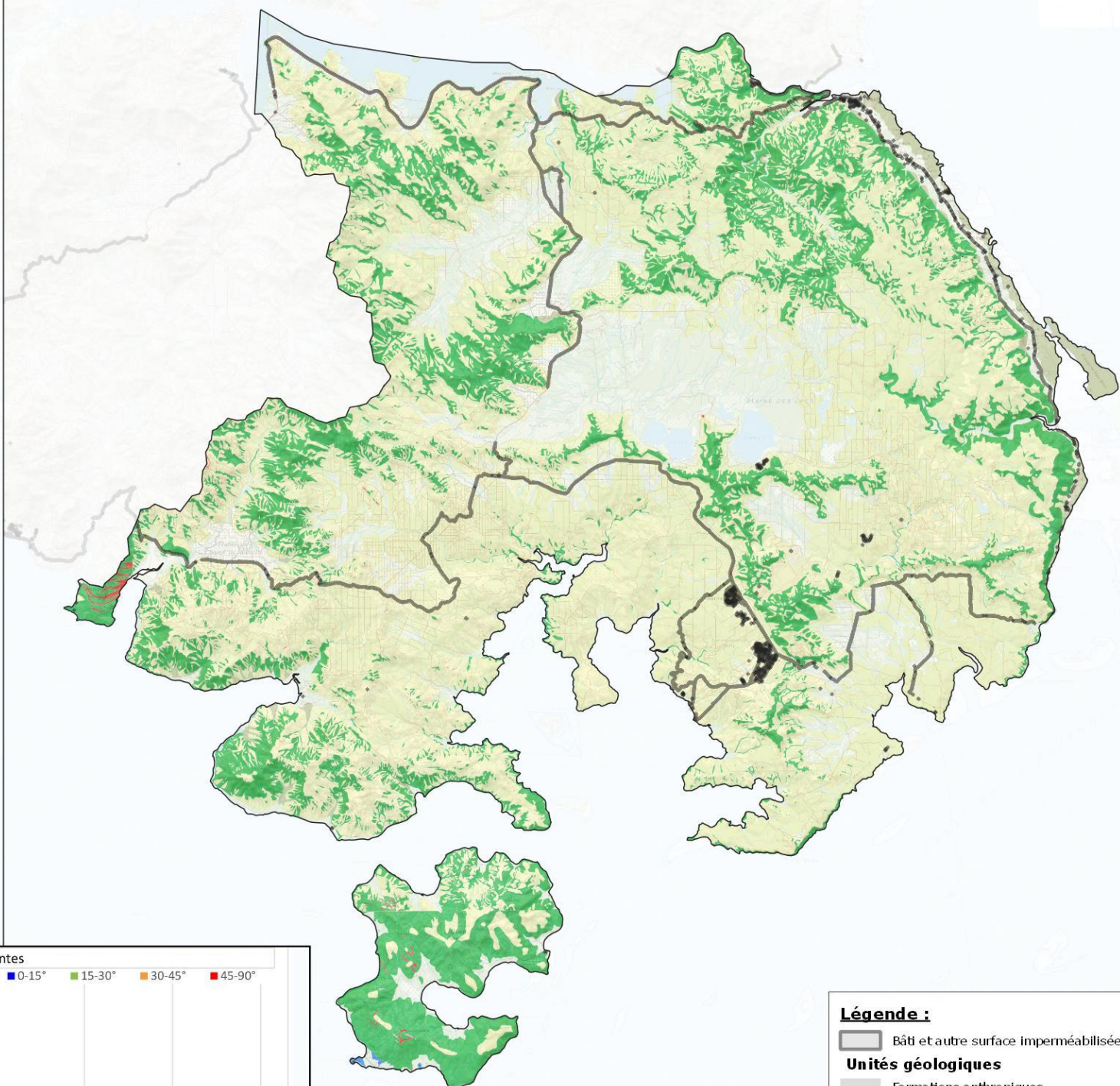
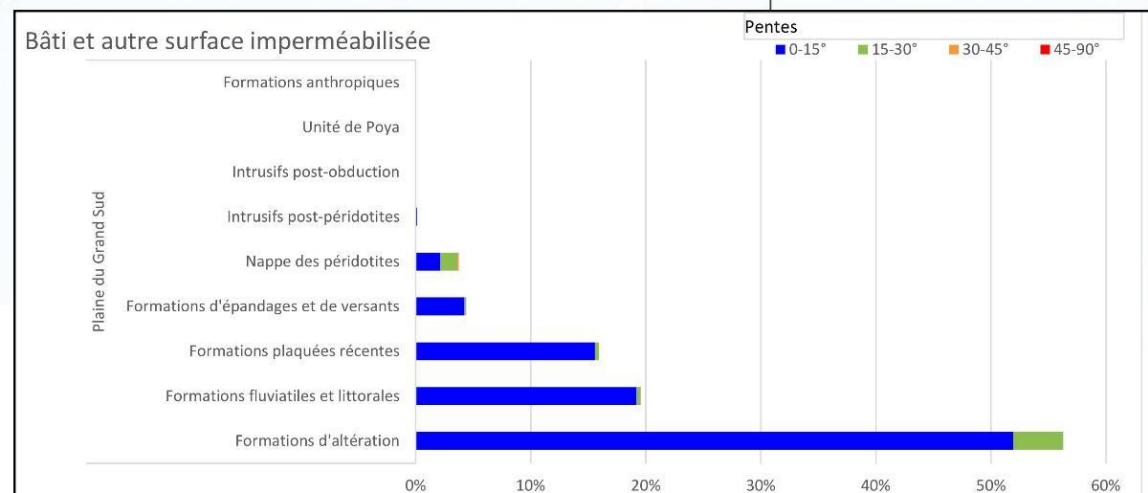
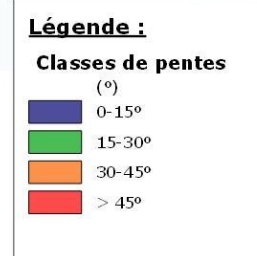
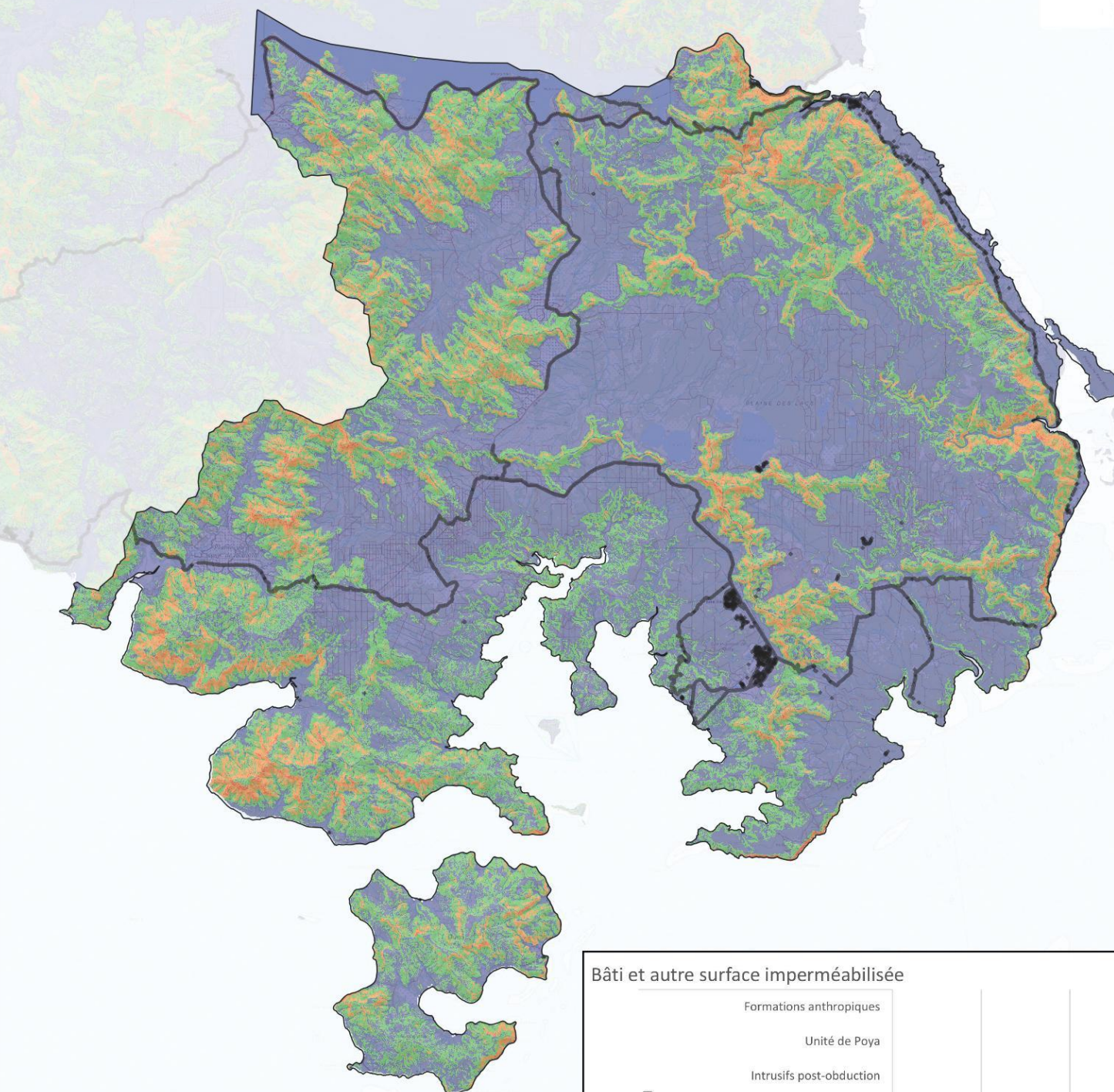


**Figure 58 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces
imperméabilisées - Plaine du Grand Sud**

1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



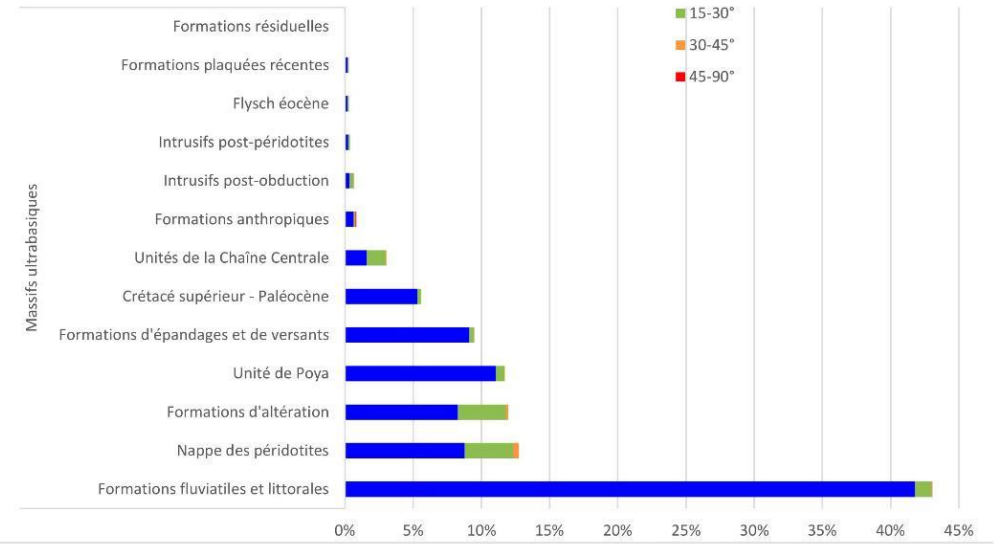
**Figure 59 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces
imperméabilisées - Massif ultrabasique**

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Bâti et autre surface imperméabilisée



Légende :

Bâti et autre surface imperméabilisée

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations anthropiques
- Formations d'altération
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Formations plaquées récentes
- Formations résiduelles
- Intrusifs post-obduction
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Unité de Poya
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes

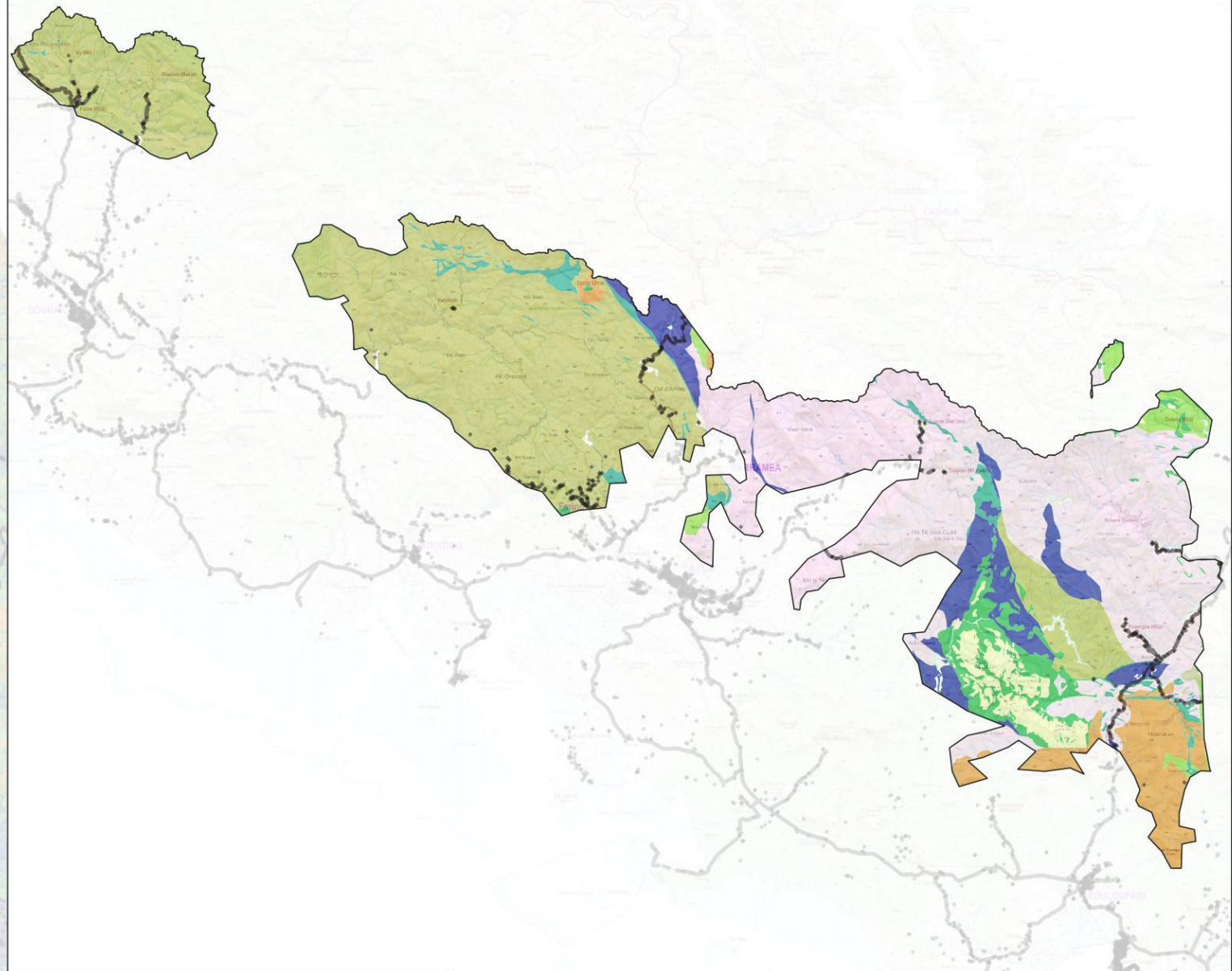
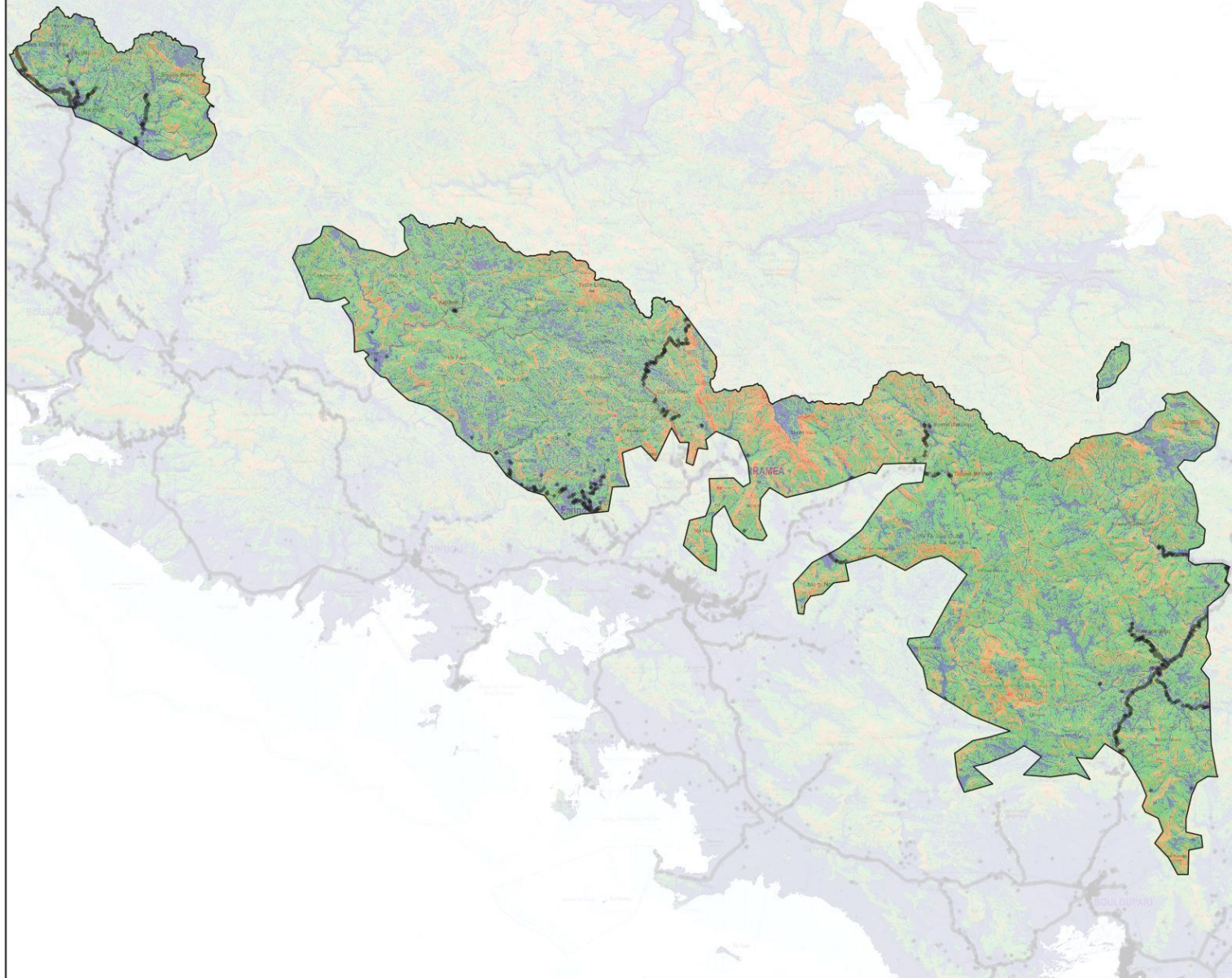
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

**Figure 60 : Analyse imbriquée pour les bâtis et surfaces
imperméabilisées - Chaîne centrale**

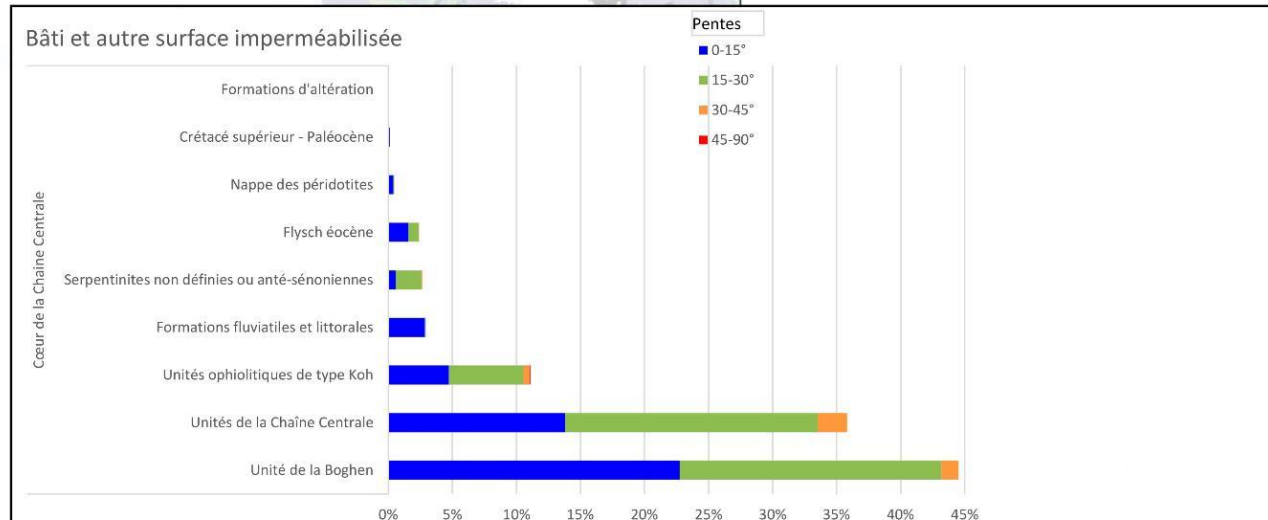
1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Légende :
■ Bâti et autre surface imperméabilisée
Unités géologiques
■ Crétacé supérieur - Paléocène
■ Flysch éocène
■ Formations d'altération
■ Formations d'épandages et de versants
■ Formations fluviatiles et littorales
■ Intrusifs post-péridotites
■ Nappe des péridotites
■ Unités de la chaîne centrale
■ Unité de la Boghen
■ Unités ophiolitiques de type Koh
■ Unités non définies
■ Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.7.2. Piste

Cartes en Figure 62 à Figure 65. Détails des chiffres en Annexe 06.

Ce type de surface est essentiellement sur pentes faible à moyenne. La répartition des pistes est associée à celle des aménagements.

On remarque qu'elles sont principalement situées à proximité des cours d'eau, la topographie étant plane, la création d'accès est plus simple. C'est également à proximité des cours d'eau que sont localisés les aménagements.

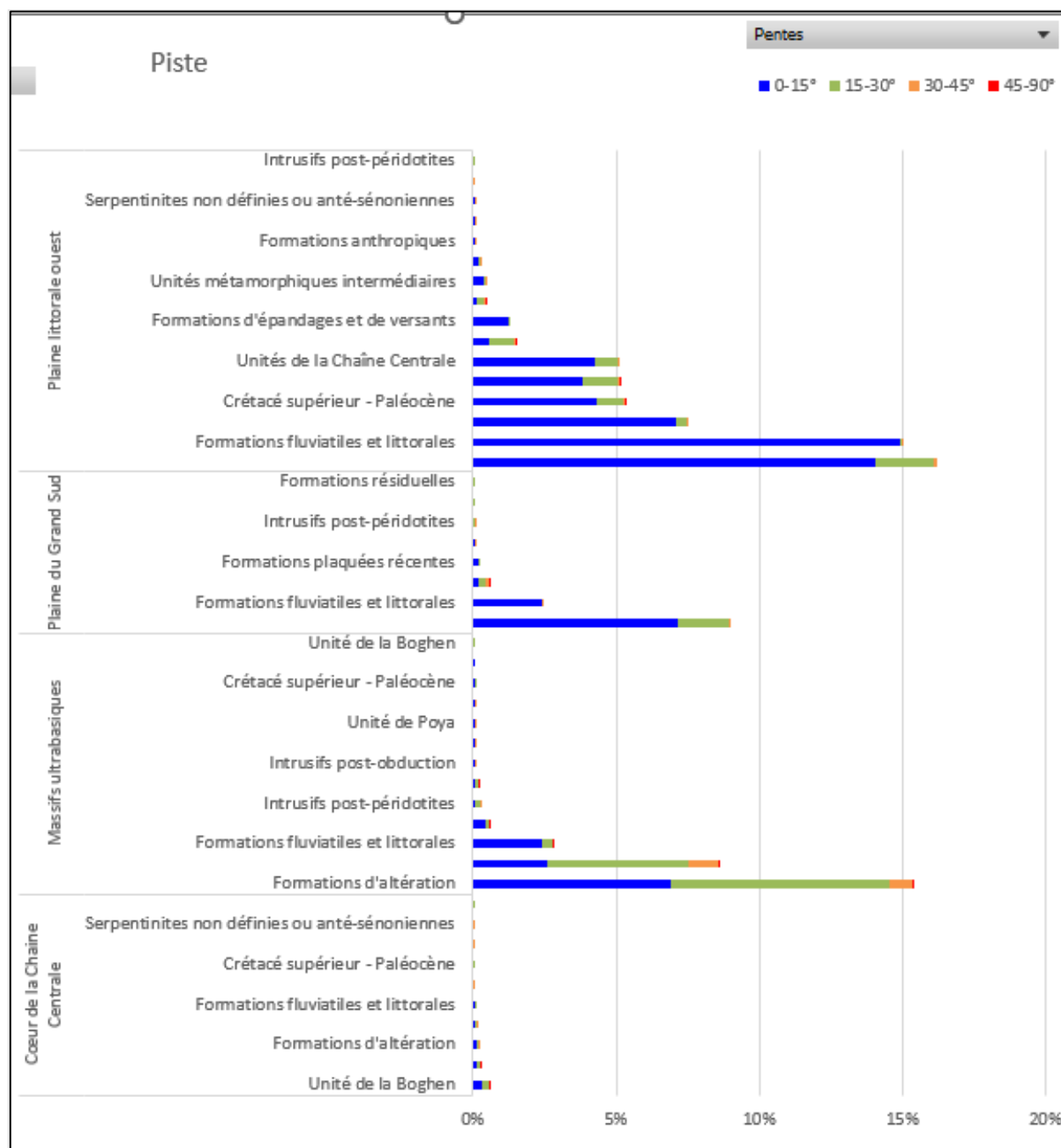


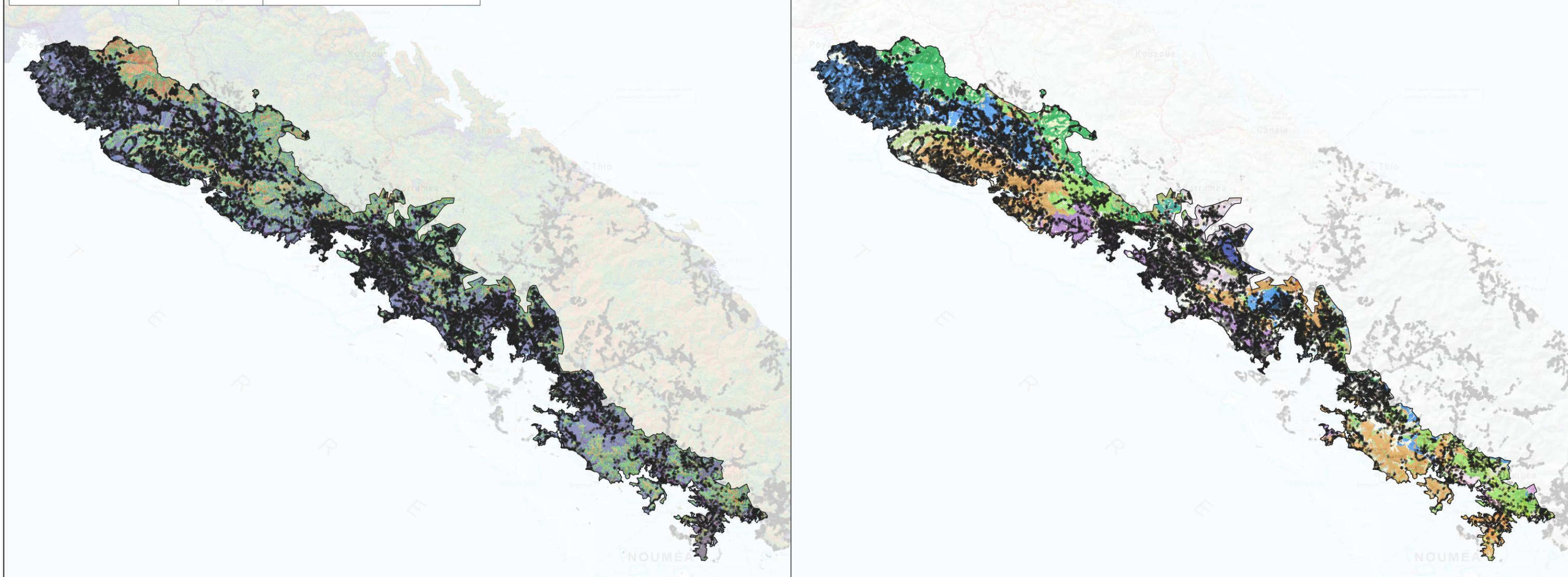
Figure 61 : Analyse imbriquée pour les pistes : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 62 : Analyse imbriquée pour les pistes - Plaine littorale ouest

1:800 000



0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
■ 0-15°
■ 15-30°
■ 30-45°
■ > 45°

Piste

Intrusifs post-péridotites
Intrusifs post-obduction
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes
Unité de la Boghen
Formations anthropiques
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités métamorphiques intermédiaires
Nappe des péridotites
Formations d'épandages et de versants
Formations d'altération
Unités de la Chaîne Centrale
Flysch éocène
Crétacé supérieur - Paléocène
Unité de Téremba
Formations fluviatiles et littorales
Unité de Poya

Pentes
■ 0-15°
■ 15-30°
■ 30-45°
■ 45-90°

0% 5% 10% 15% 20% 25% 30%

Légende :

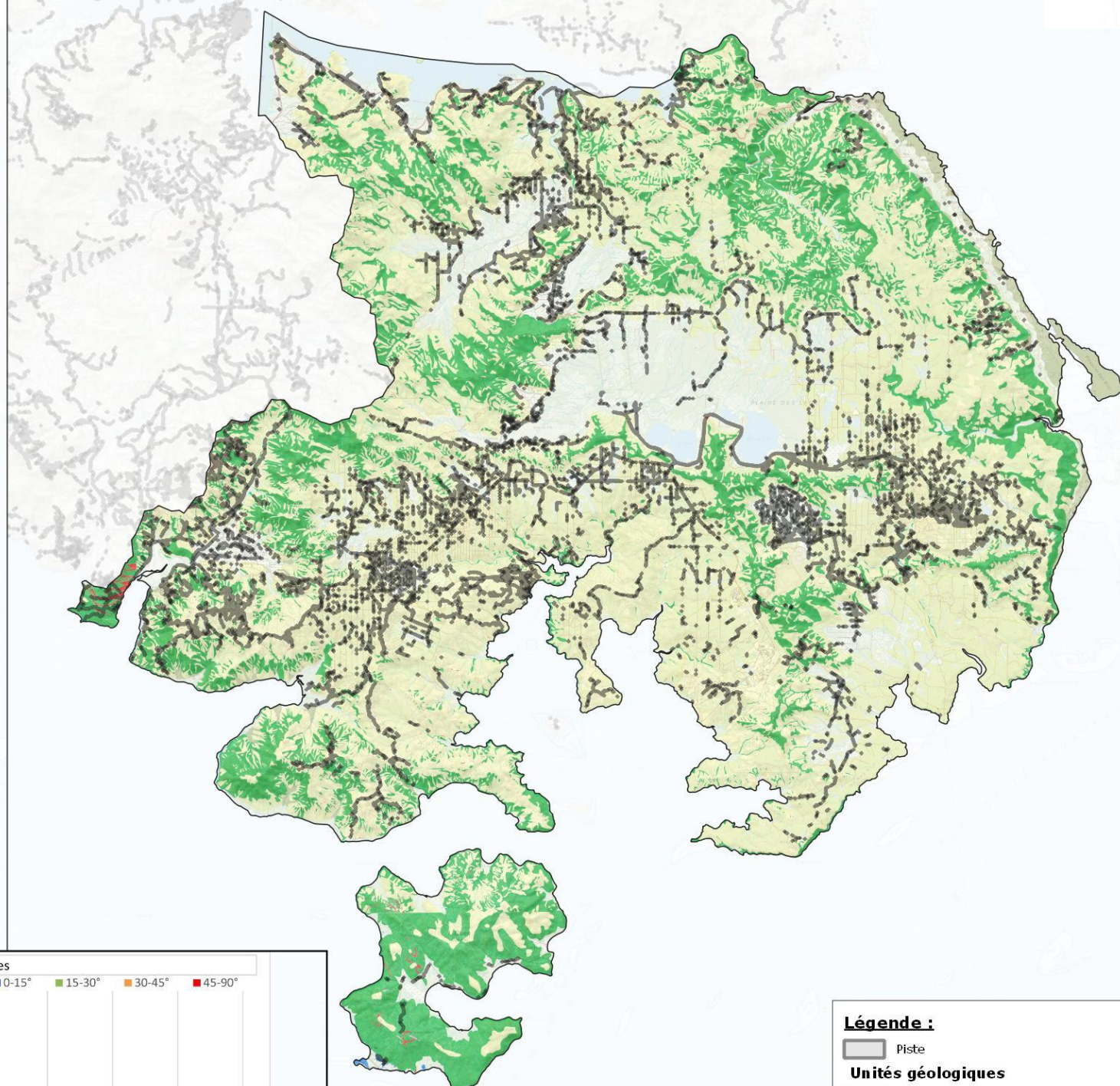
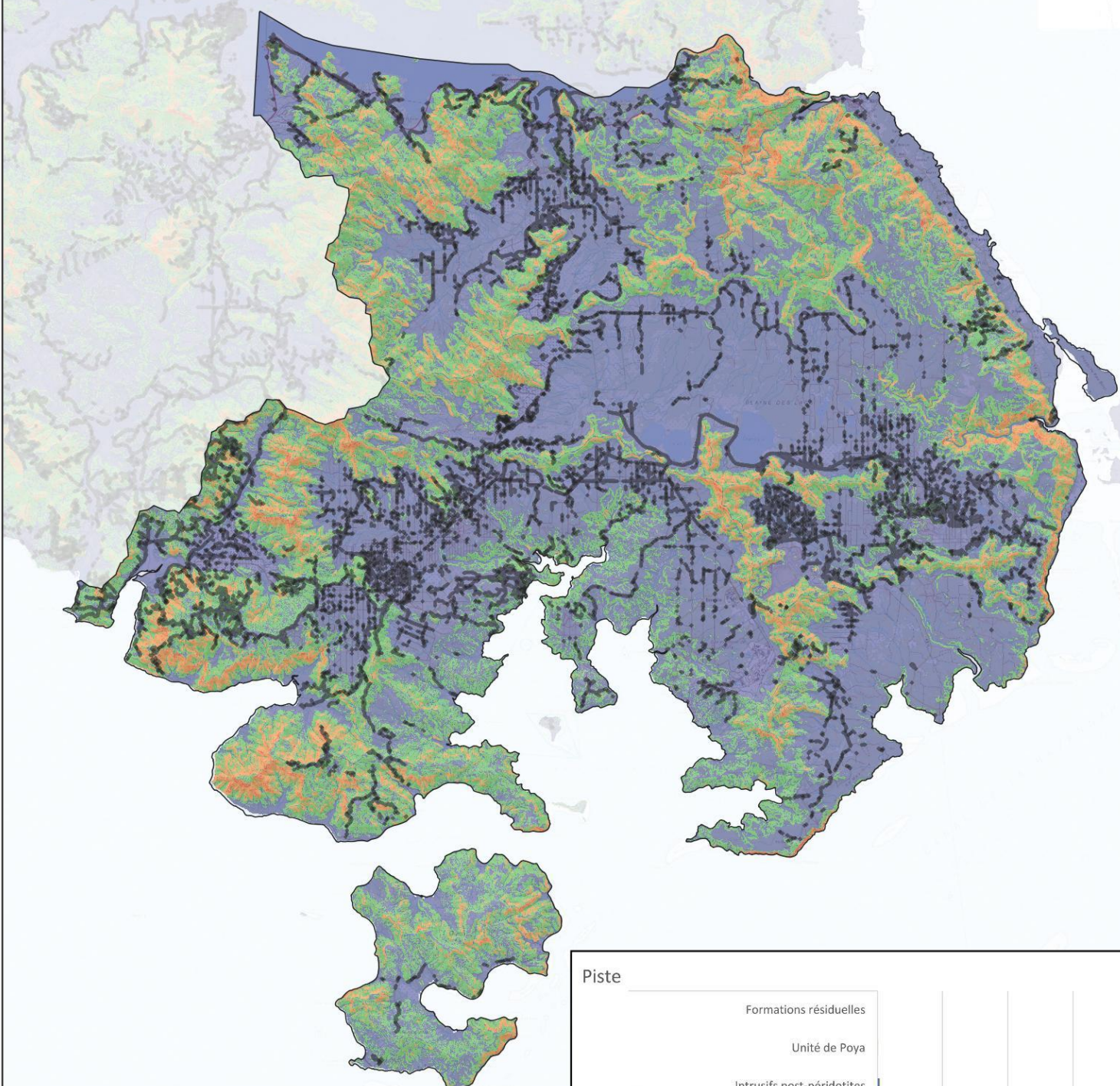
■ Piste
Unités géologiques
■ Crétacé supérieur - Paléocène
■ Flysch éocène
■ Formations anthropiques
■ Formations d'altération
■ Formations d'épandages et de versants
■ Formations fluviatiles et littorales
■ Intrusifs post-obduction
■ Intrusifs post-péridotites
■ Nappe des péridotites
■ Unité de Poya
■ Unités de la chaîne centrale
■ Unité de Téremba
■ Unités métamorphiques intermédiaires
■ Unités ophiolitiques de type Koh
■ Unités non définies
■ Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 63 : Analyse imbriquée pour les pistes - Plaine du Grand Sud

1:200 000

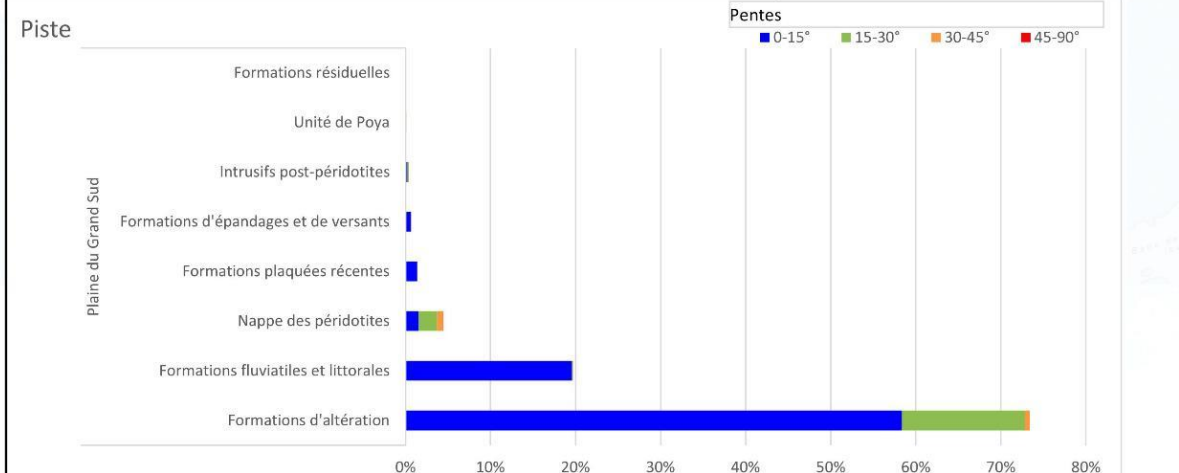
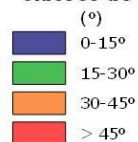


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :

Classes de pentes



Légende :



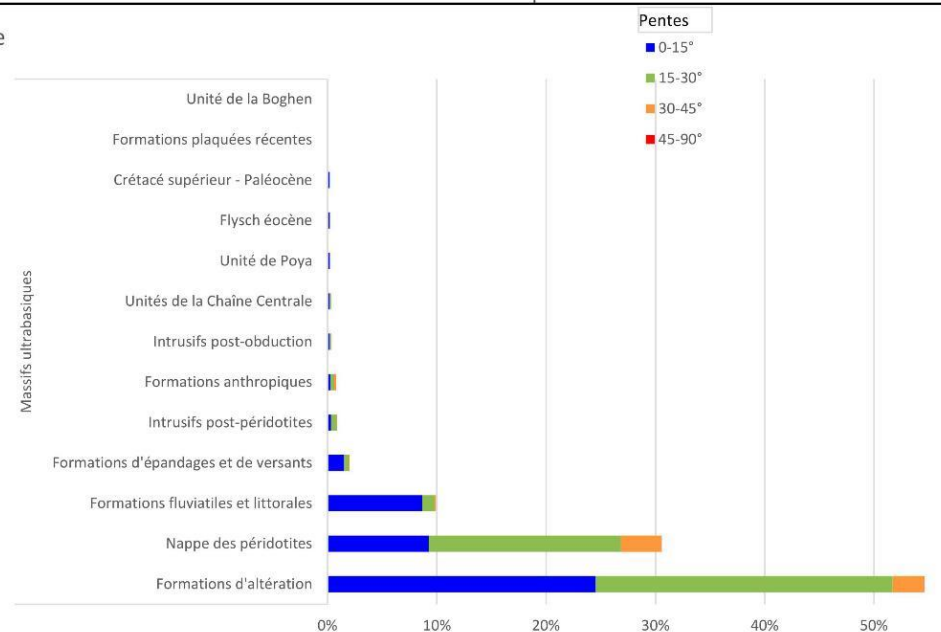
Figure 64 : Analyse imbriquée pour les pistes - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

Piste



Légende :

Piste

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations anthropiques
- Formations d'altération
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Formations plaquées récentes
- Formations résiduelles
- Intrusifs post-obduction
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Unité de Poya
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes

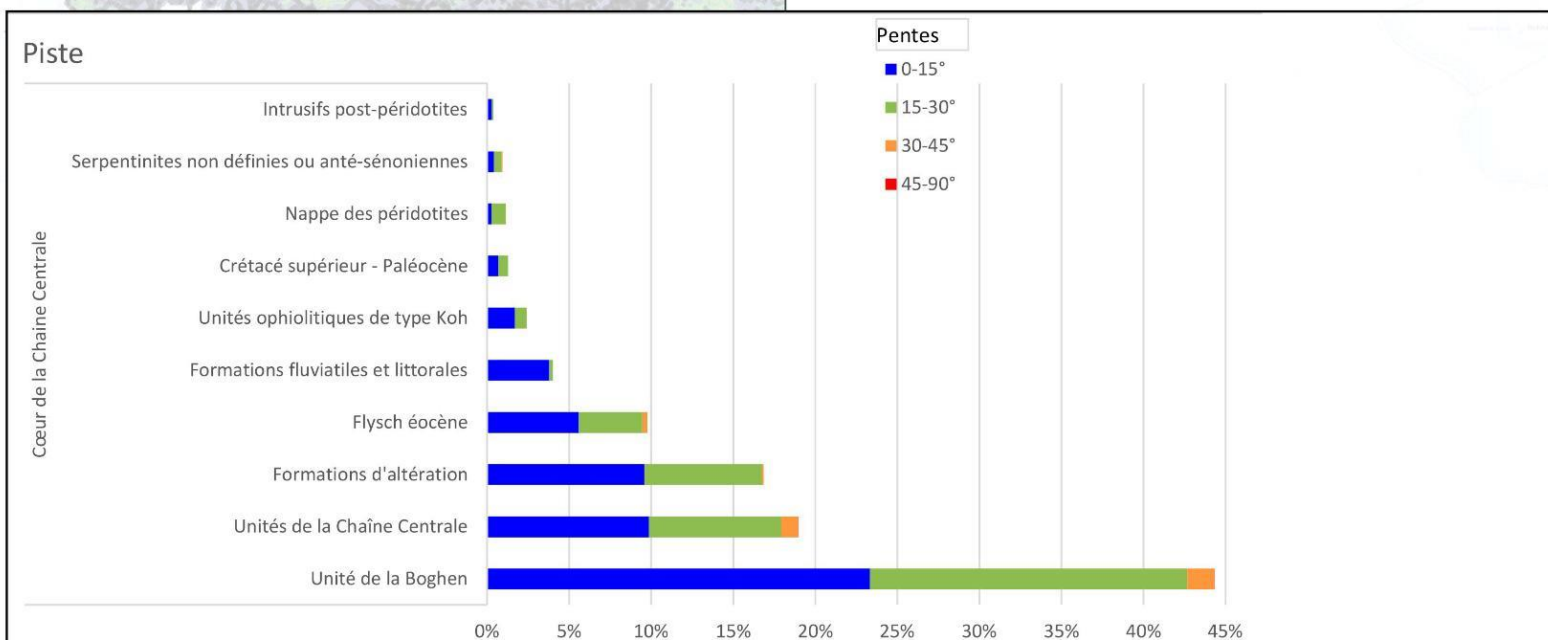
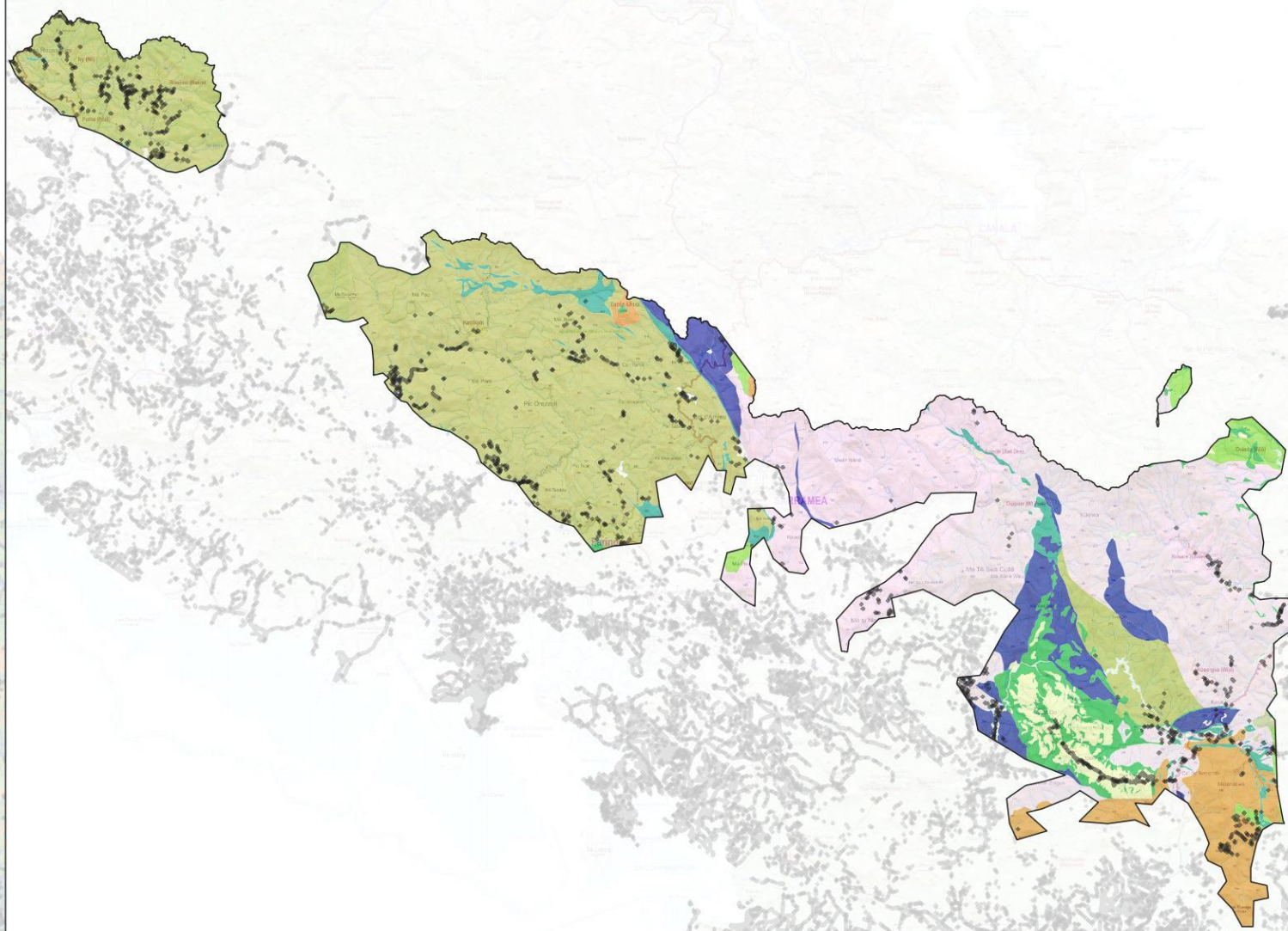
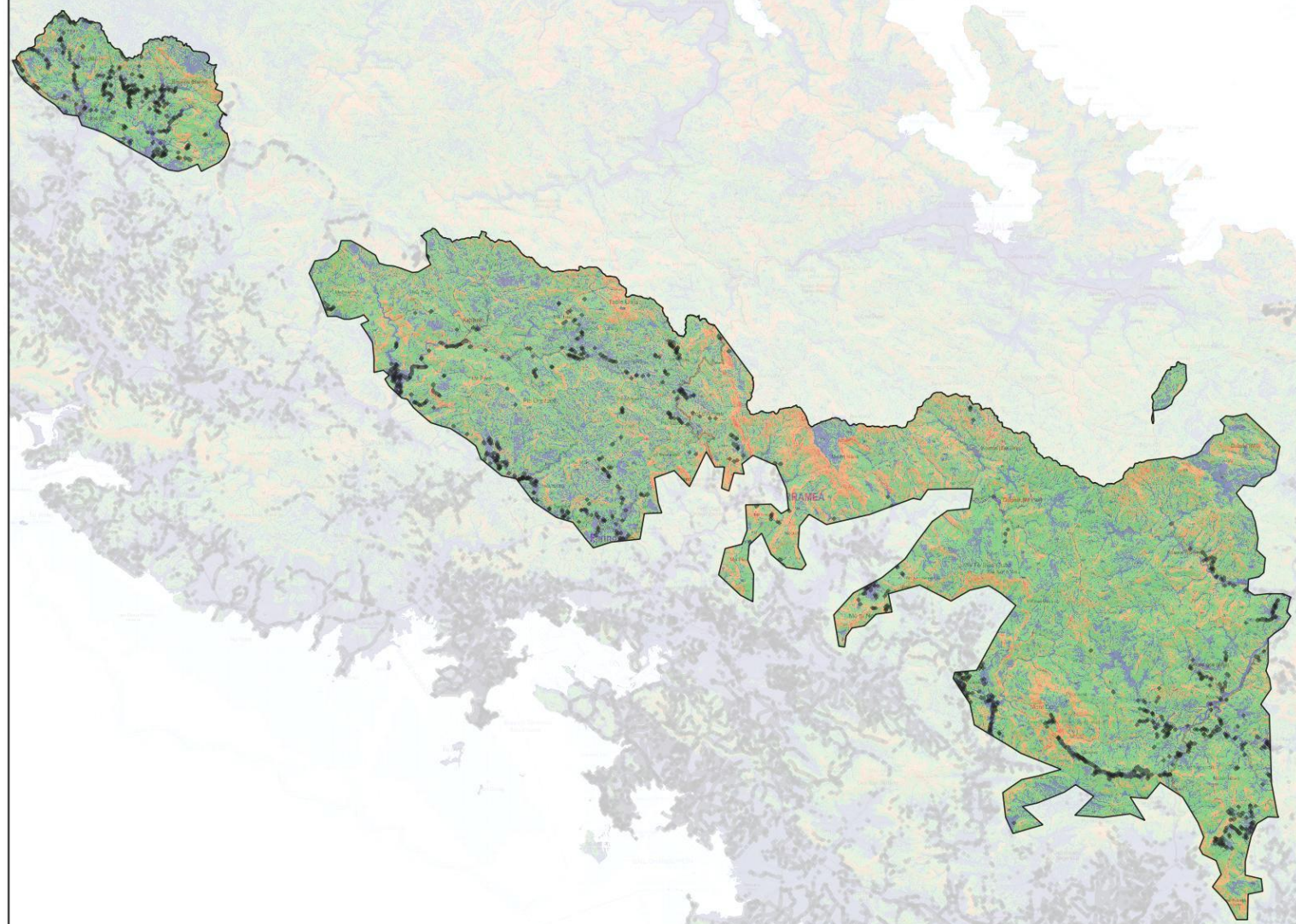
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Figure 65 : Analyse imbriquée pour les pistes - Chaîne centrale

1:350 000



0 3 500 7 000 10 500 14 000 m



Légende :

Classes de pentes
(°)

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Légende :

Piste

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations d'altération
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.7.3. Aménagement indifférencié

Cartes en Figure 67 à Figure 70. Détails des chiffres en Annexe 07.

Comme les autres types d'aménagement, les aménagements indifférenciés sont essentiellement situés sur pente faible.

30% sont localisés sur des formations fluviatiles et littorales au niveau de la plaine littorale ouest et de la plaine du Grand Sud.

18% sont situés sur formations d'altération (latérites épaisses/minces et cuirasse) essentiellement au niveau de la plaine du Grand Sud et des massifs ultrabasiques.

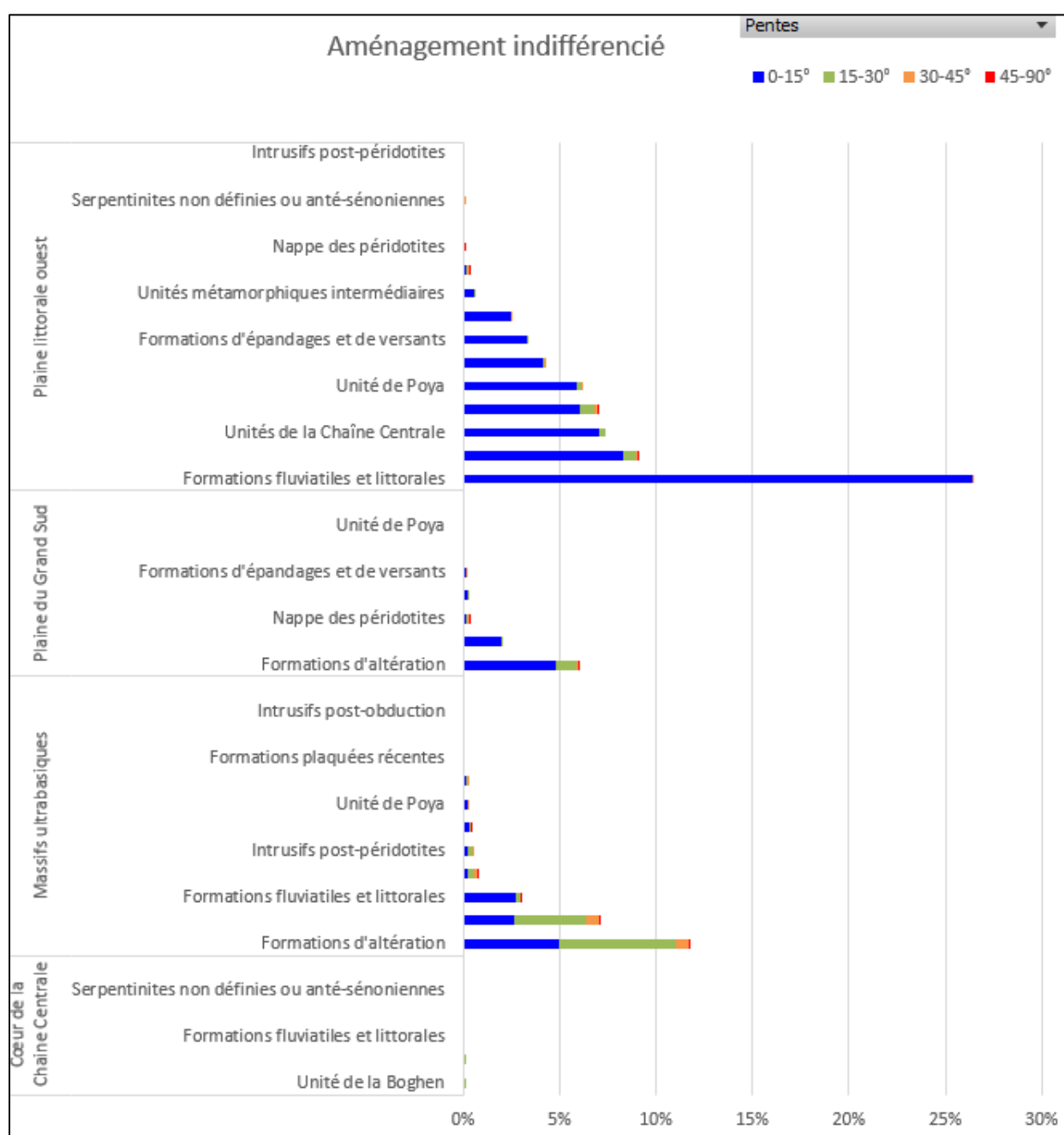


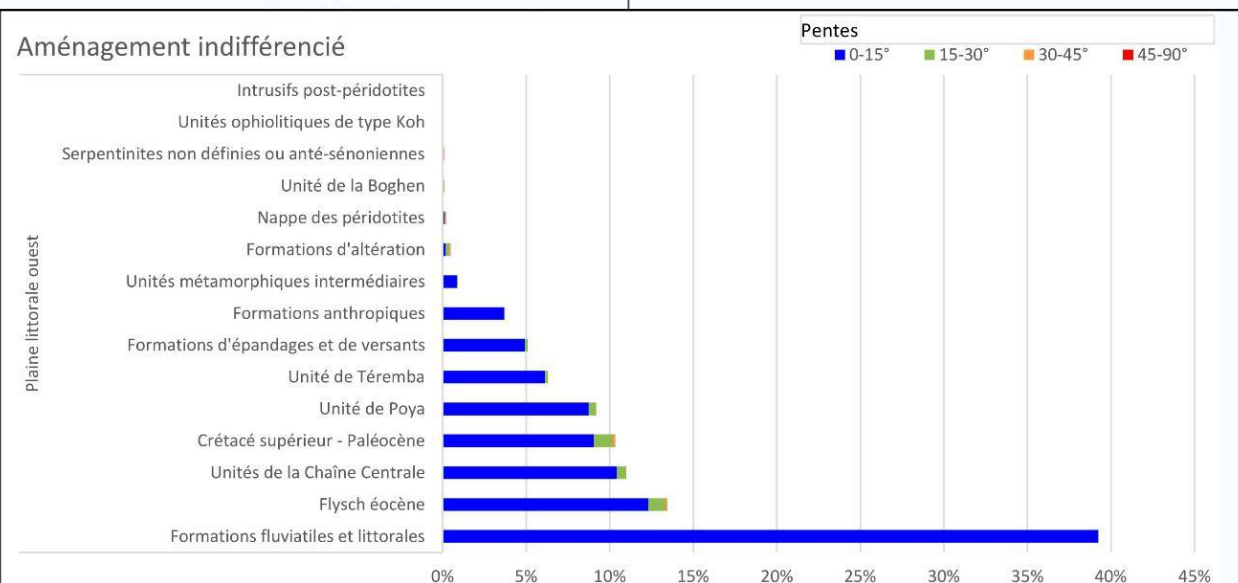
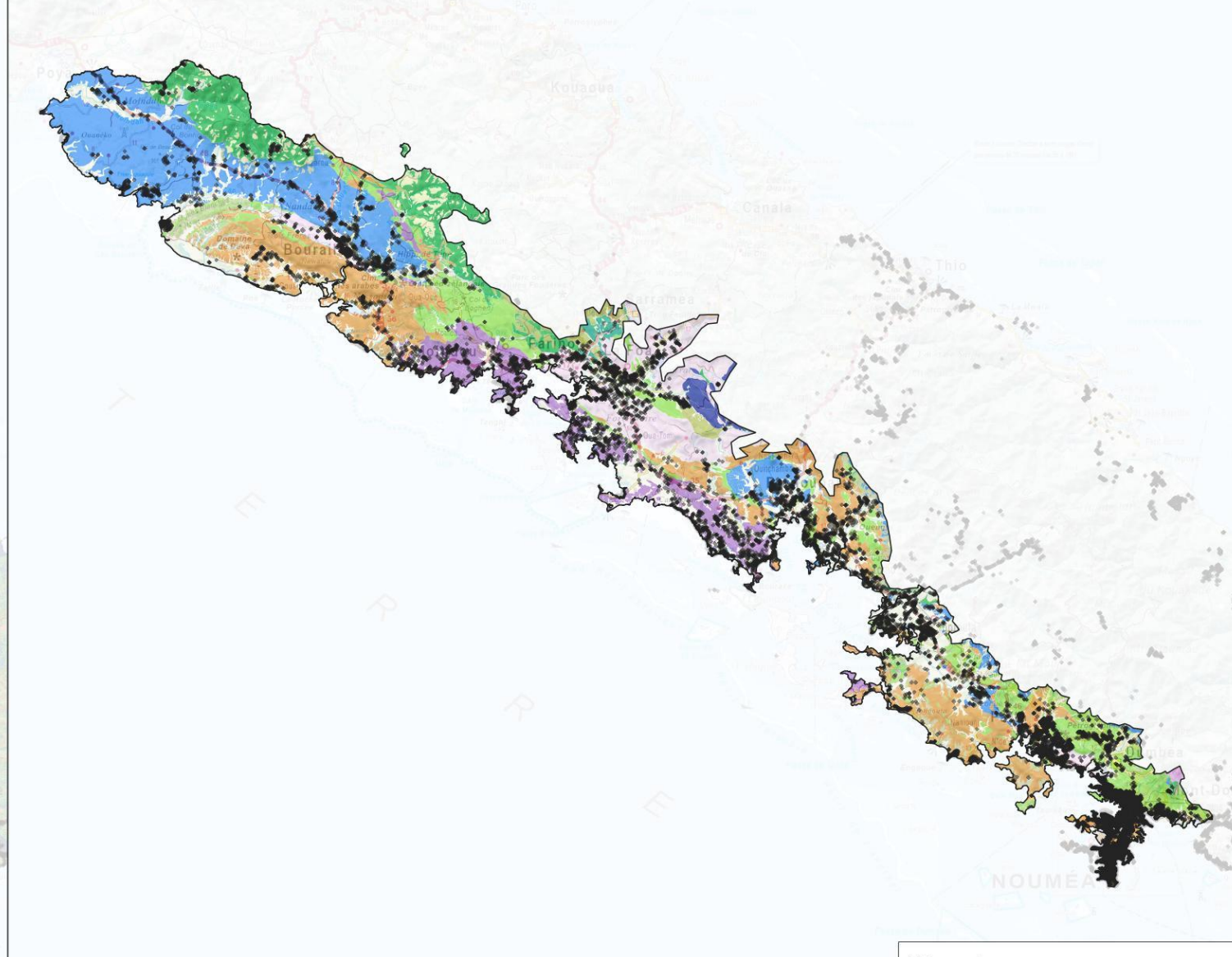
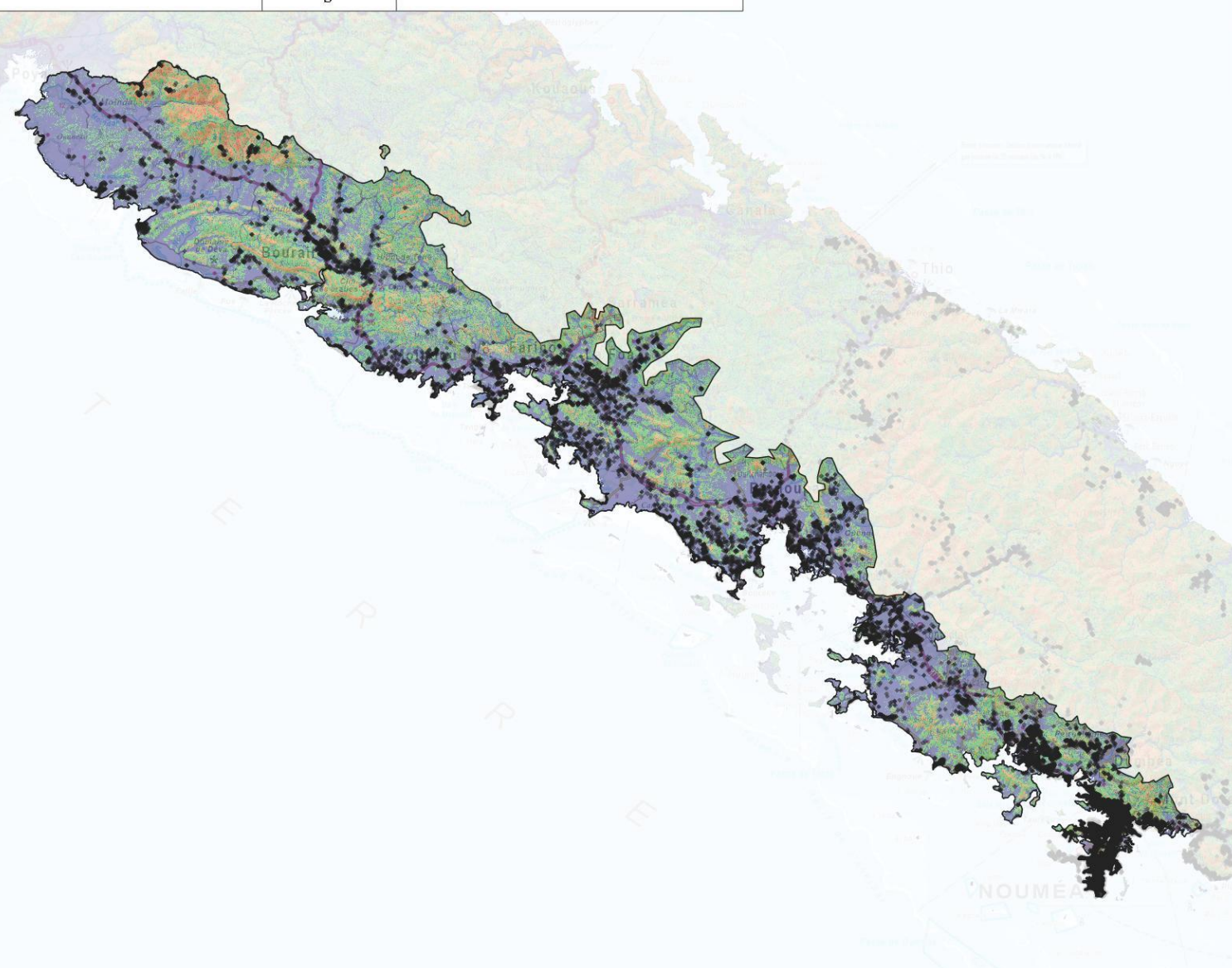
Figure 66 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

**Figure 67 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés -
Plaine littorale ouest**

1:800 000



0 8 16 24 32 km



Légende :

Classes de pentes
(°)

■ 0-15°
■ 15-30°
■ 30-45°
■ > 45°

Légende :

■ Aménagement indifférencié

Unités géologiques

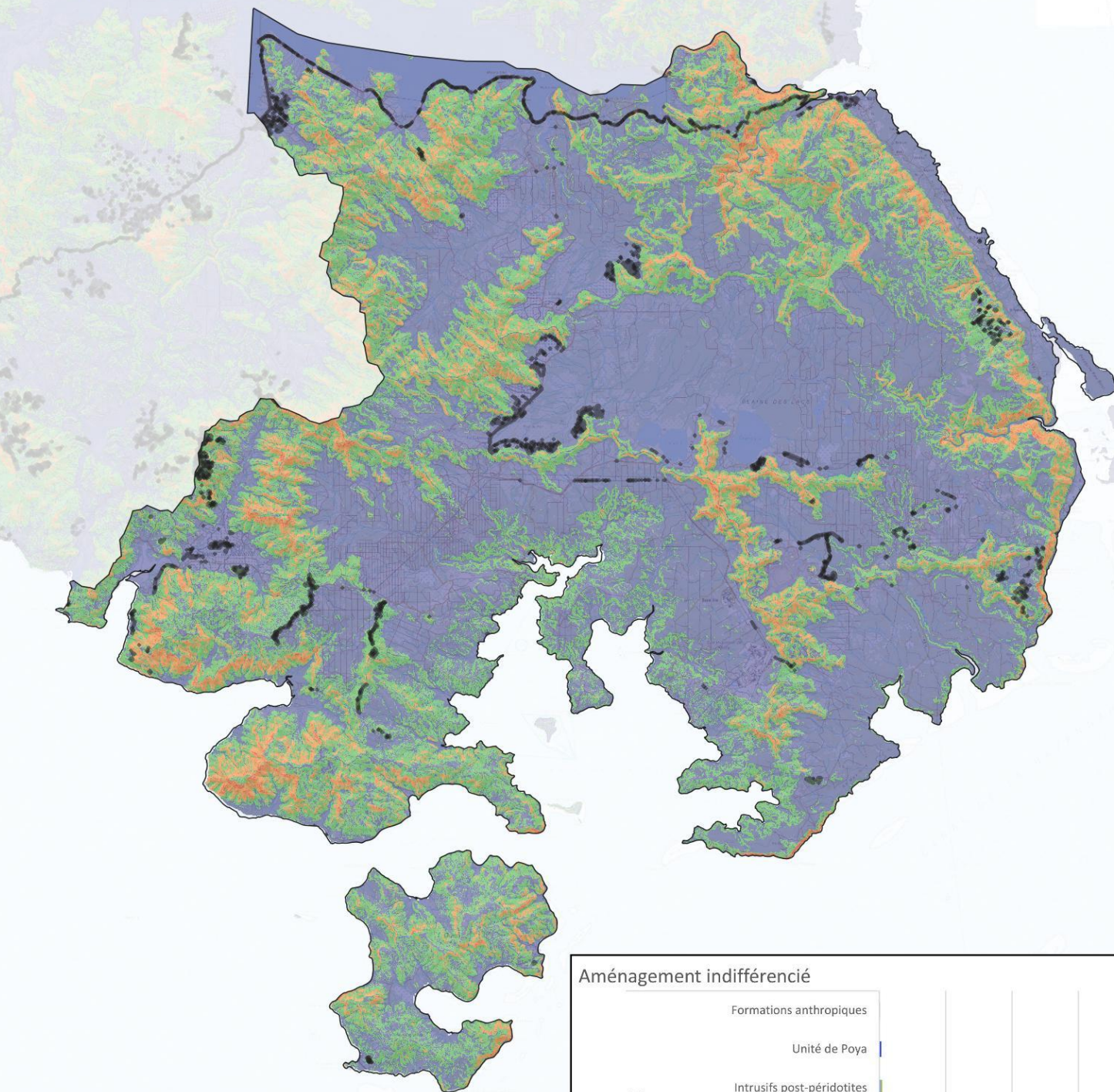
■ Crétacé supérieur - Paléocène
■ Flysch éocène
■ Formations anthropiques
■ Unité de Poya
■ Intrusifs post-péridotites
■ Formations d'épandages et de versants
■ Nappe des péridotites
■ Formations fluviatiles et littorales
■ Formations d'altération
■ Unités de la chaîne centrale
■ Unité de Téremba
■ Unité de la Boghen
■ Unités métamorphiques intermédiaires
■ Unités ophiolitiques de type Koh
■ Unités non définies
■ Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

**Figure 68 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés -
Plaine du Grand Sud**

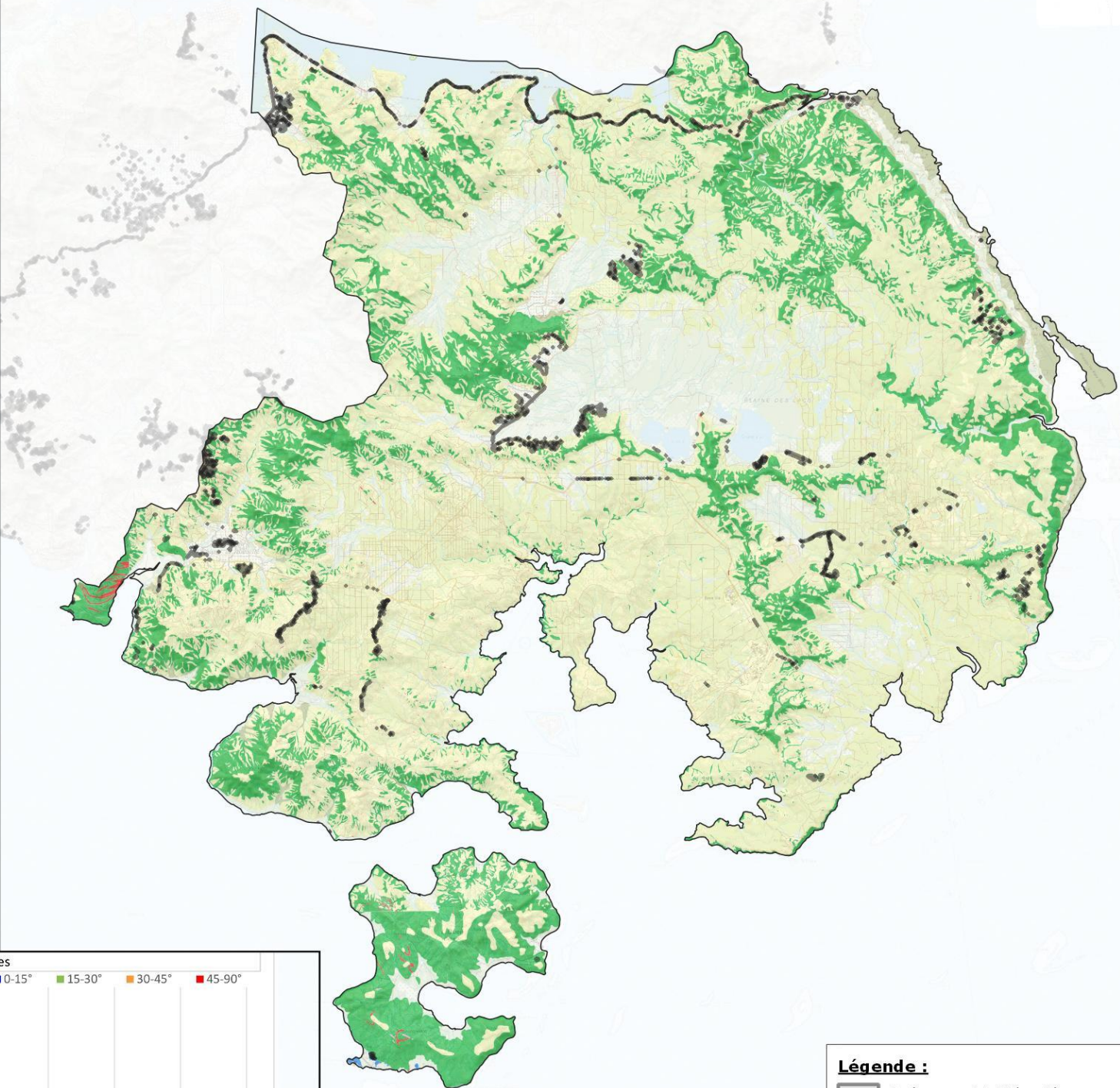
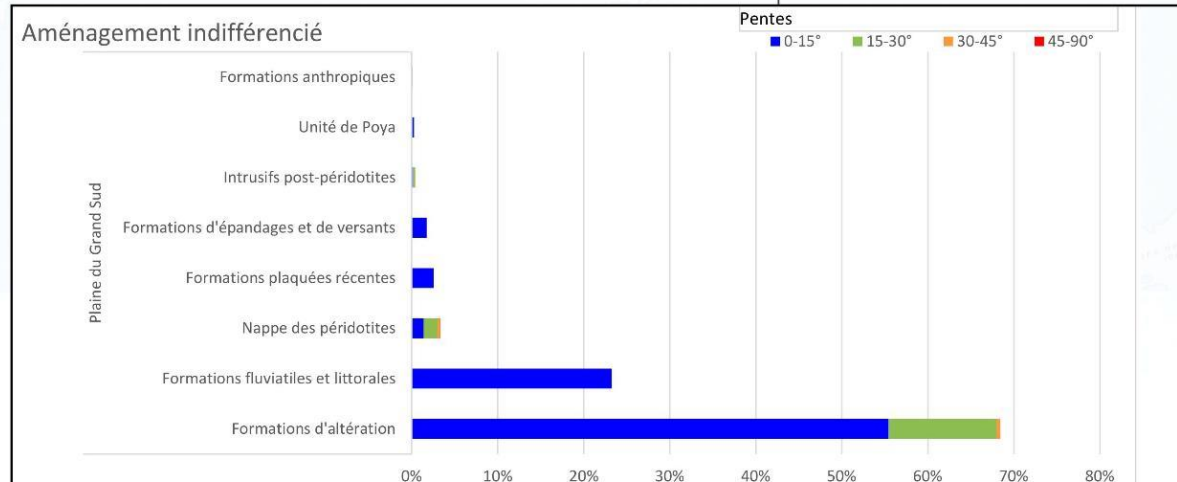
1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



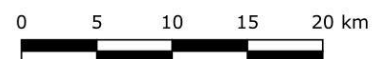
Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



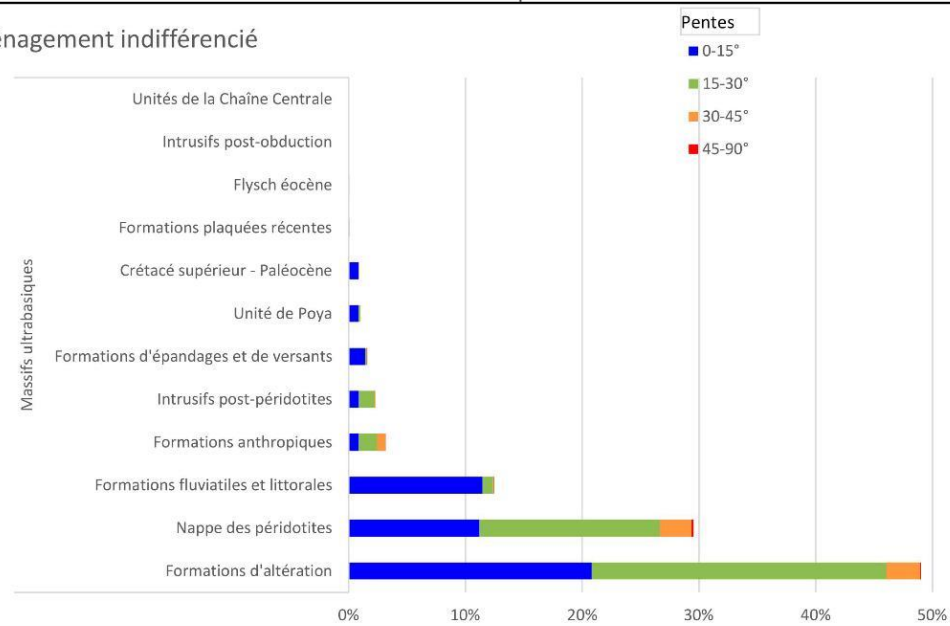
Légende :
■ Aménagement indifférencié
Unités géologiques
■ Formations anthropiques
■ Unité de Poya
■ Intrusifs post-péridotites
■ Formations d'épandages et de versants
■ Formations plaquées récentes
■ Nappe des péridotites
■ Formations fluviatiles et littorales
■ Formations d'altération

**Figure 69 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés -
Massif ultrabasique**

1:500 000



Aménagement indifférencié



Légende :

Aménagement indifférencié

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations anthropiques
- Unité de Poya
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations plaquées récentes
- Nappe des péridotites
- Formations fluviatiles et littorales
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes

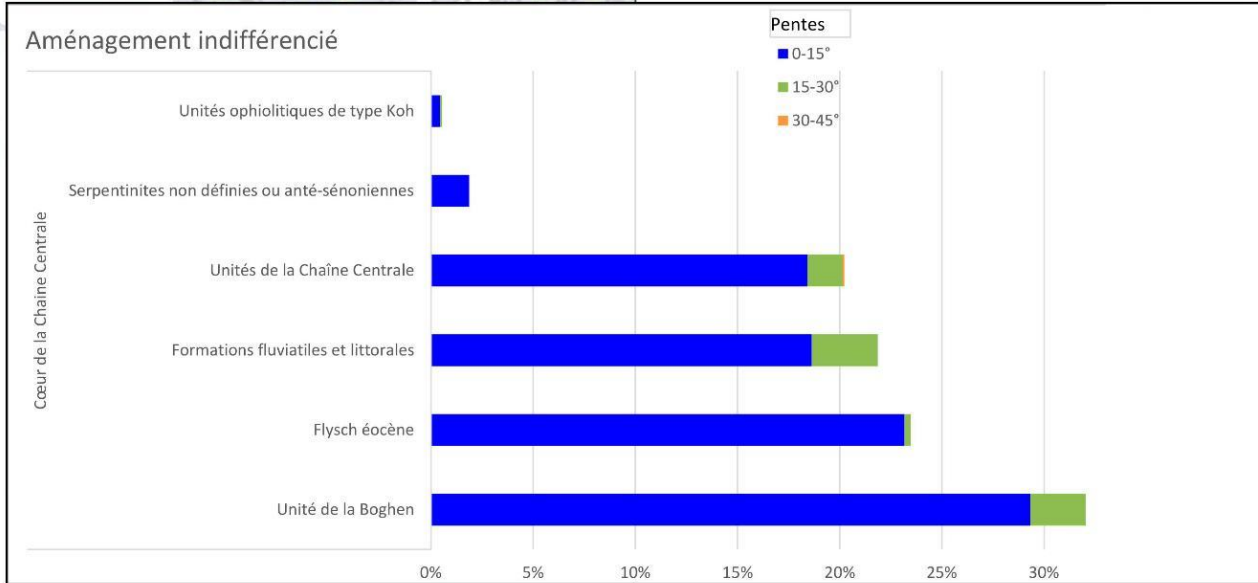
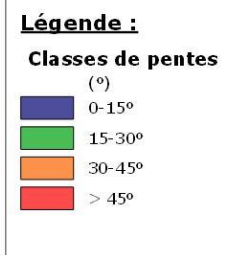
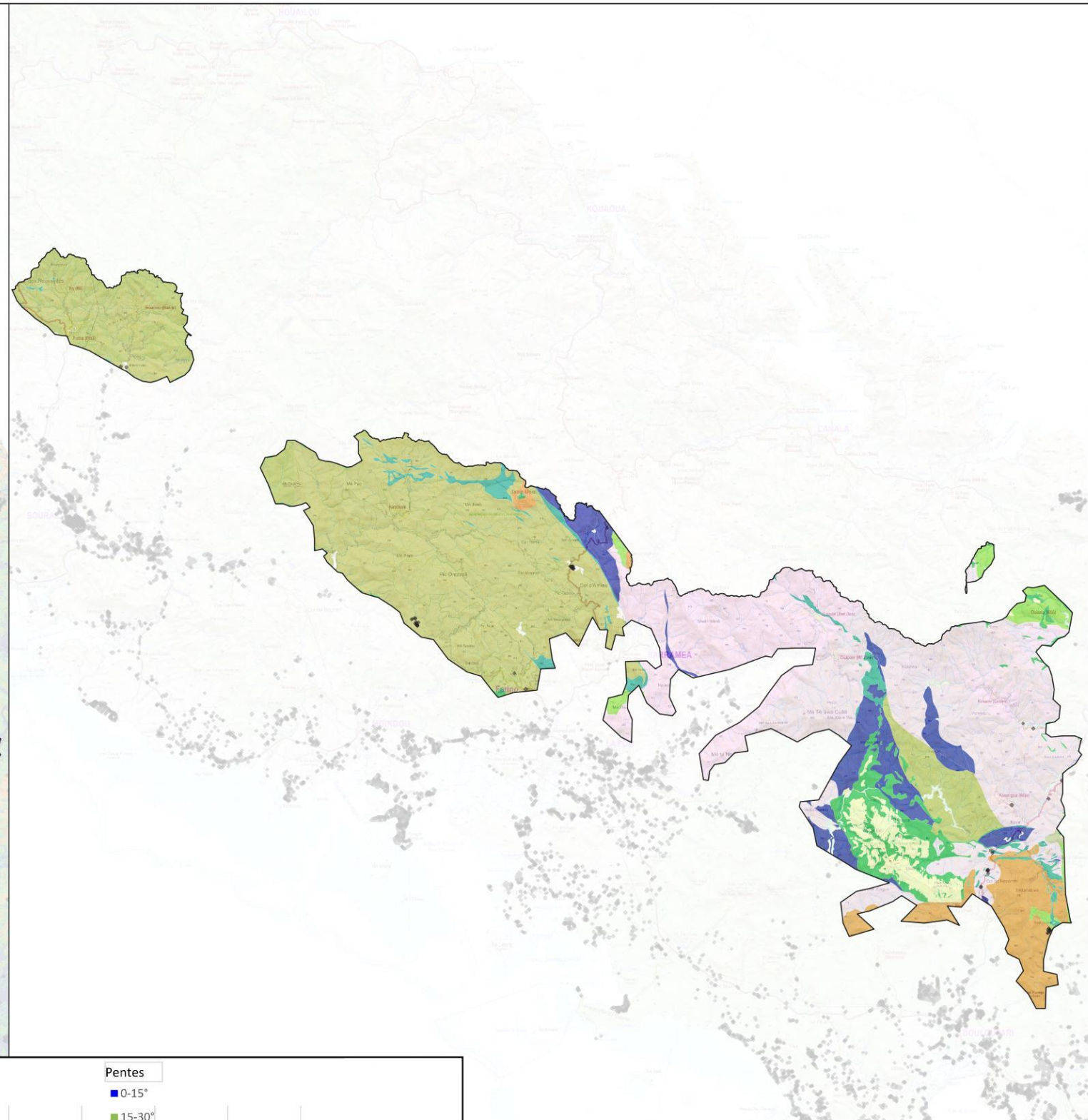
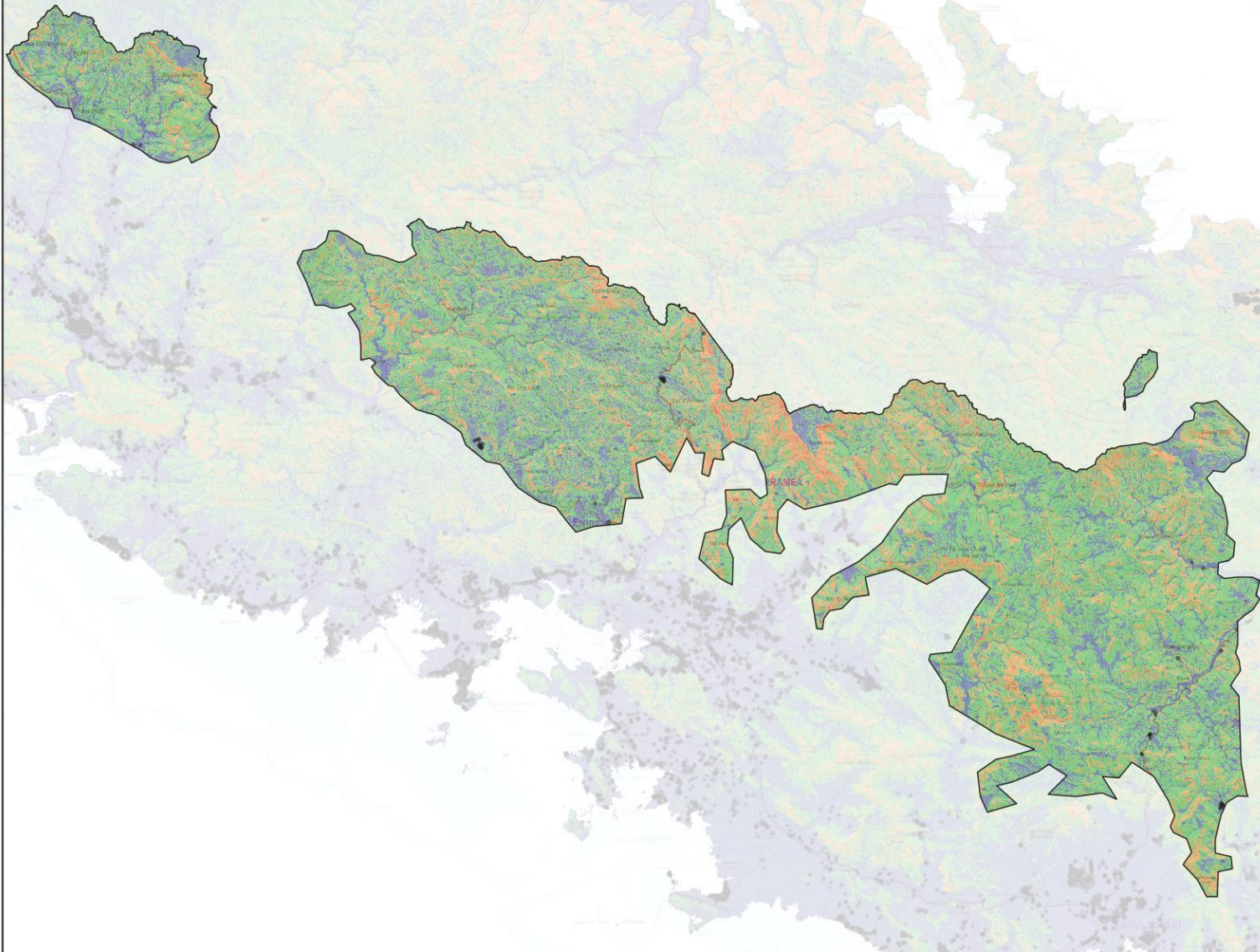
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Figure 70 : Analyse imbriquée pour les aménagements indifférenciés - Chaîne centrale

1:350 000



0 3,5 7 10,5 14 km



4.8. Autres

Les 4 derniers types d'objets regroupés dans cette catégorie, sont des objets qui ne présentent pas d'implication forte dans le développement ou l'apparition de nouvelles érosions et ne représentent pas une surface notable par rapport aux autres types d'objet mis à part pour les sols peu végétalisés.

4.8.1. Cuirasse

Cartes en Figure 72 et Figure 73.

La cuirasse correspond à un type de formation d'altération des péridotites (73% sur formations d'altération). Elle est donc uniquement présente au niveau des massifs ultrabasiques et de la plaine du Grand Sud. En effet, on observe une bonne concordance entre la cartographie des cuirasses nues avec la cartographie géologique.

Elle est située essentiellement sur pente faible. 26% sont situés sur pente moyenne et correspondent à des cônes de déjection, des latérites indifférenciées, des blocs de cuirasse, ...

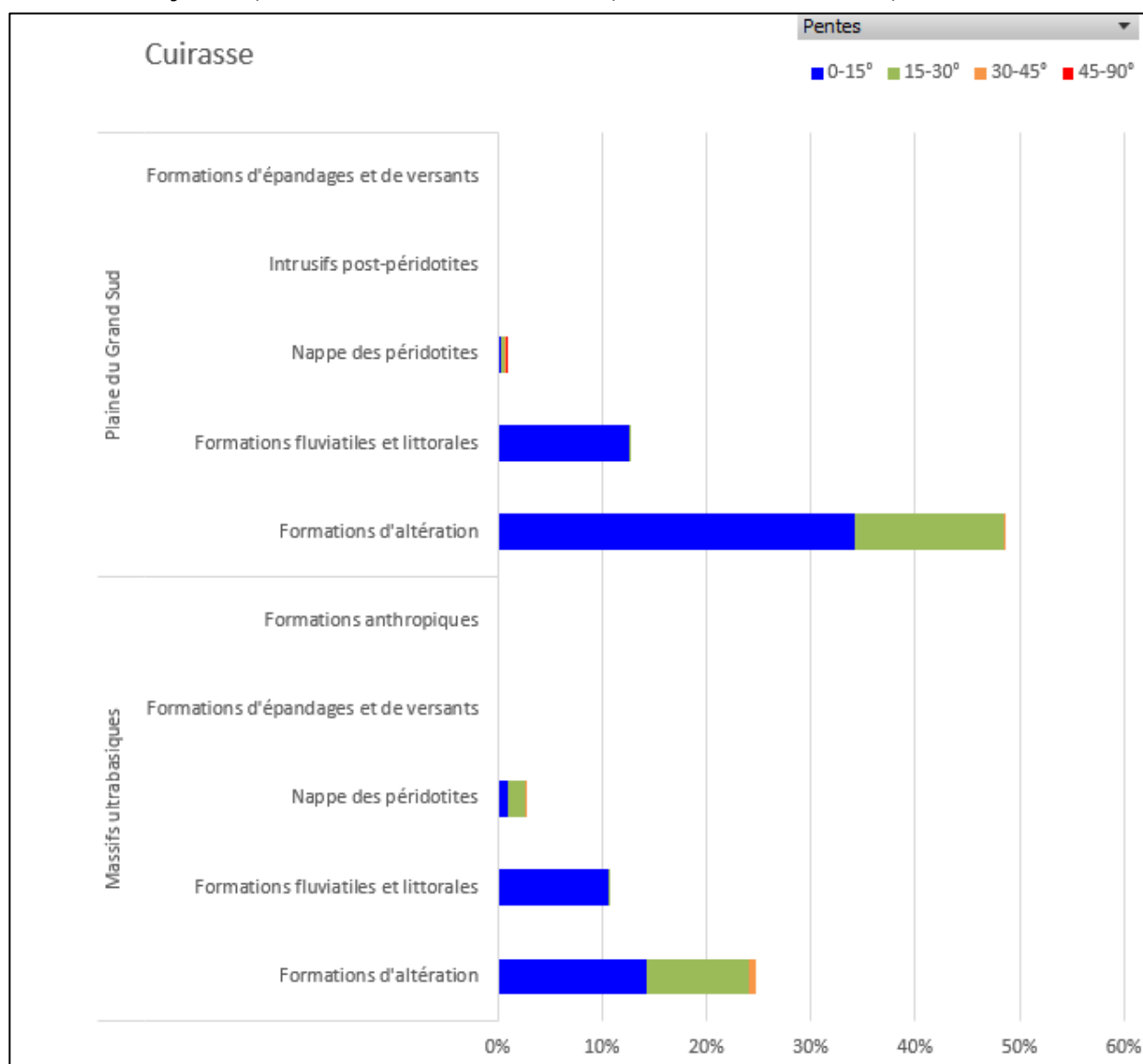


Figure 71 : Analyse imbriquée pour la cuirasse : pourcentage des classes de pente selon la géologie et l'HER.

Figure 72 : Analyse imbriquée pour la cuirasse - Plaine du Grand Sud

1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

Géologie et classes de pente

Superficie (ha) % du Total de la HER

Plaine du Grand Sud	4 842 123	1,07809
Formations d'altération	3 789 695	0,84377
0-15°	2 668 836	0,594210
15-30°	1 112 760	0,24775
30-45°	8 099	0,00180
Formations d'épandages et de versants	205	0,000
0-15°	205	0,00005
Formations fluviatiles et littorales	986 689	0,220
0-15°	986 415	0,220
15-30°	274	0,000061
Intrusifs post-péridotites	4 735	0,001055
0-15°	2 284	0,000509
15-30°	2 450	0,000546
Nappe des péridotites	60 799	0,013536
0-15°	24 952	0,00555
15-30°	32 092	0,00715
30-45°	3 741	0,000833
45-90°	14	0,000003

Légende :

Classes de pentes

(°)

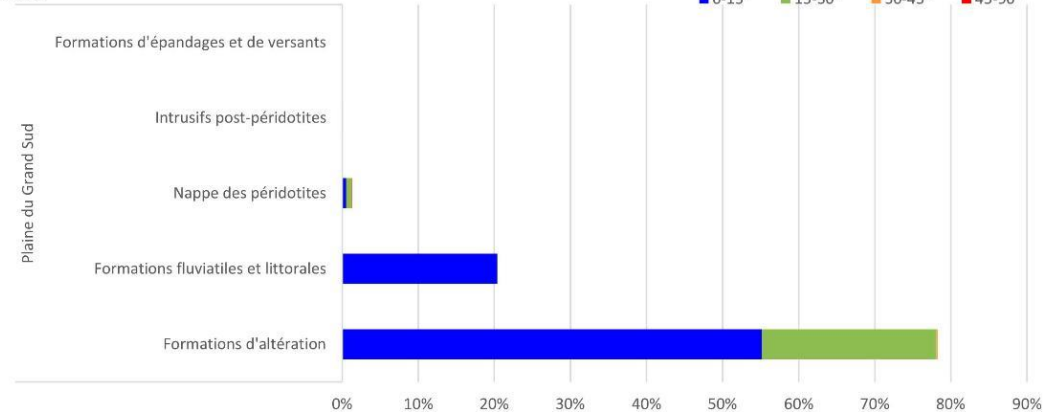
0-15°

15-30°

30-45°

> 45°

Cuirasse



Légende :

Cuirasse

Unités géologiques

Formations anthropiques

Formations d'altération

Formations d'épandages et de versants

Formations fluviatiles et littorales

Formations plaquées récentes

Formations résiduelles

Intrusifs post-obduction

Intrusifs post-péridotites

Nappe des péridotites

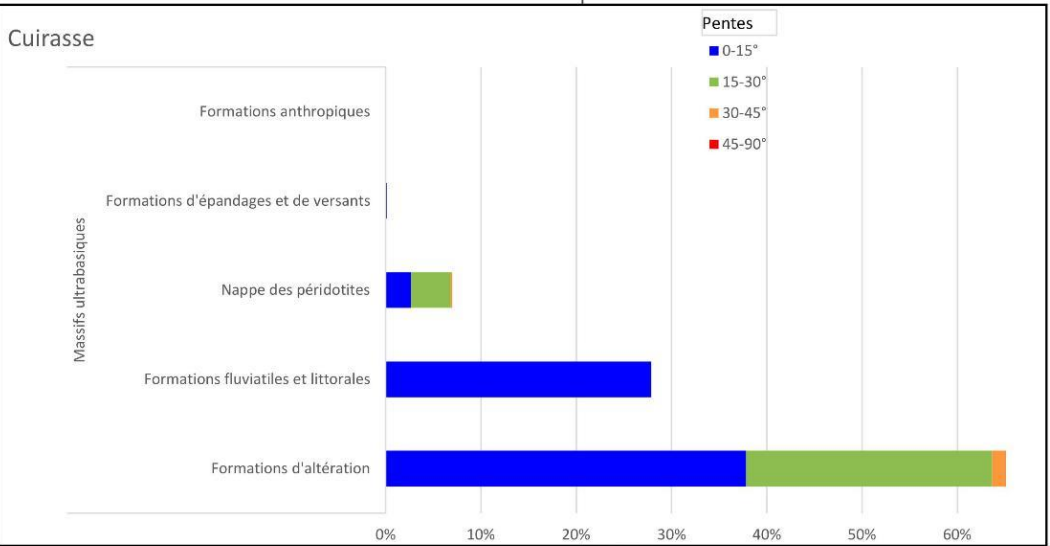
Unité de Poya

Figure 73 : Analyse imbriquée pour la cuirasse - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m



Légende :

Cuirasse

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Formations anthropiques
- Formations d'altération
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Formations plaquées récentes
- Formations résiduelles
- Intrusifs post-obduction
- Intrusifs post-péridotites
- Nappe des péridotites
- Unité de Poya
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	2 958 714	0,65875
Formations anthropiques	32	0,00001
15-30°	32	0,00001
Formations d'altération	1 923 996	0,42837
0-15°	1 119 432	0,249237
15-30°	762 714	0,16982
30-45°	41 849	0,00932
45-90°	1	0,000000
Formations d'épandages et de versants	3 589	0,001
0-15°	3 589	0,00080
Formations fluviatiles et littorales	824 216	0,184
0-15°	824 047	0,183
15-30°	169	0,000038
Nappe des péridotites	206 882	0,046062
0-15°	78 254	0,01742
15-30°	121 951	0,02715
30-45°	6 676	0,001486

Légende :

Classes de pentes

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

4.8.2. Falaise / Escarpement rocheux

Cartes en Figure 74.

Ce type de surface correspond uniquement aux falaises en bord de mer entre Yaté et Prony au niveau de la plaine du Grand Sud. Ces surfaces ont également peu d'incidence sur le développement des érosions et y sont également faiblement sensibles.

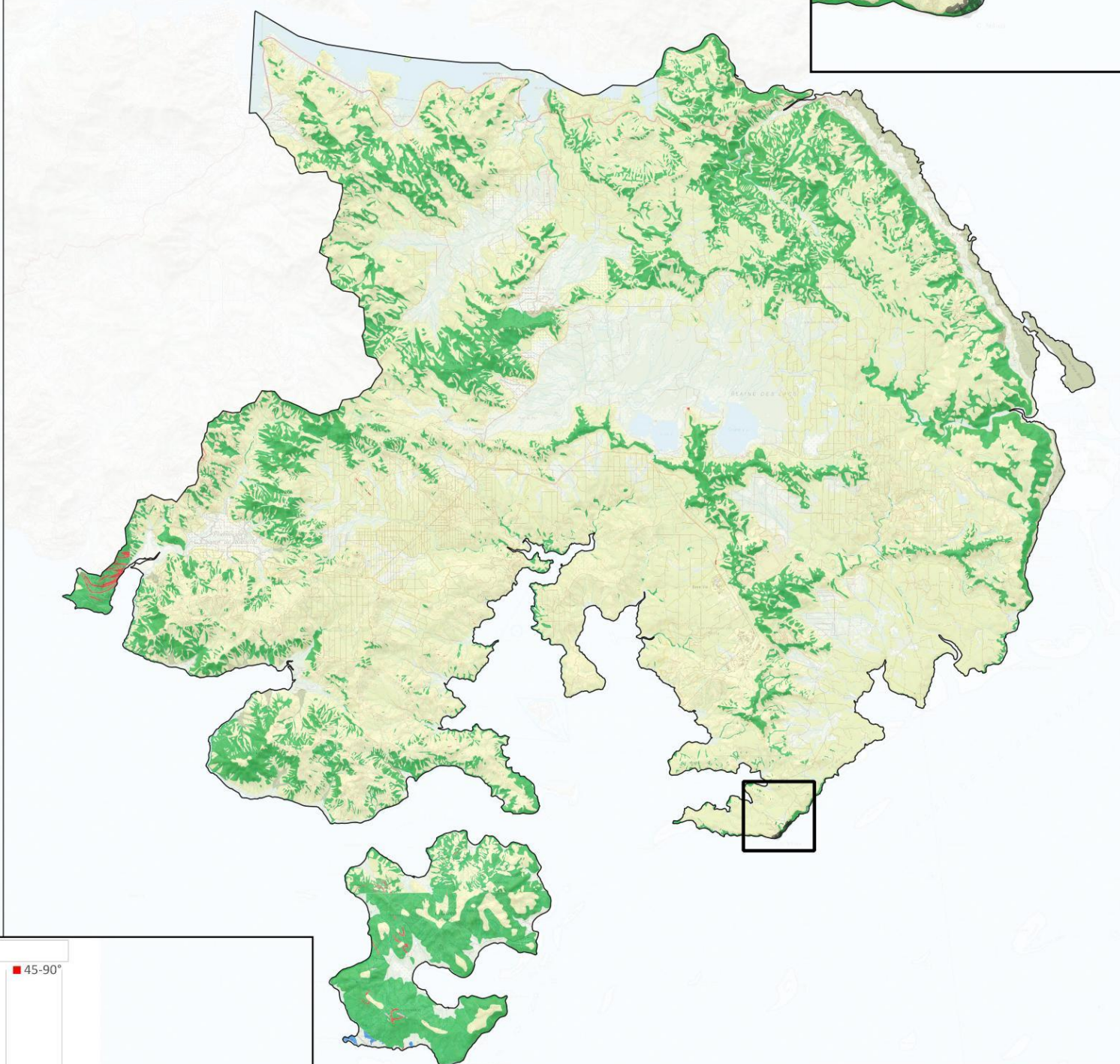
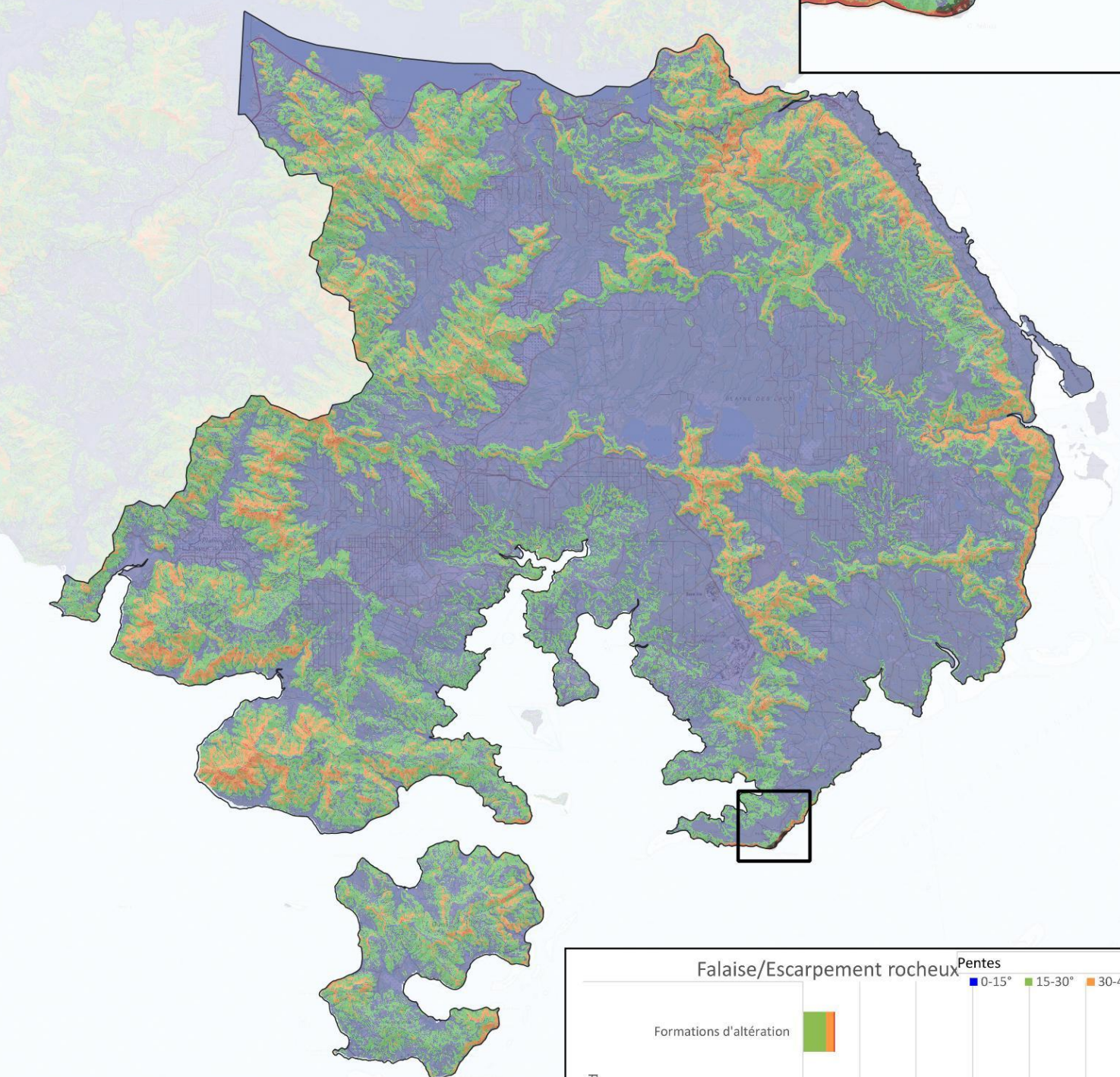
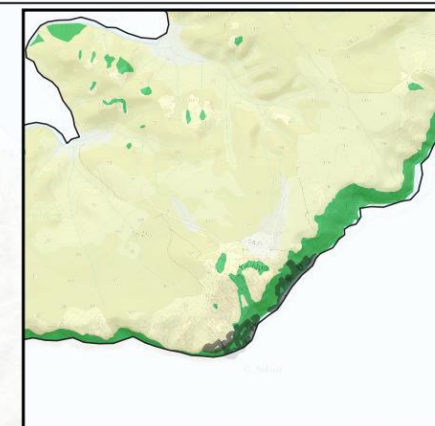
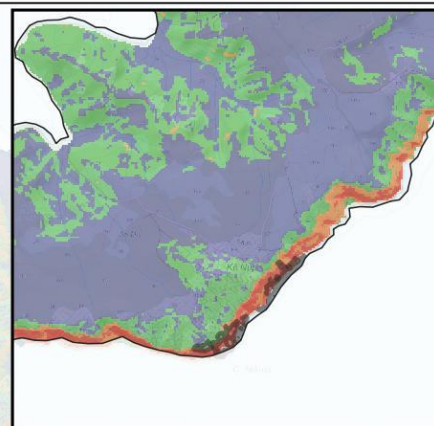
Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	74 478	0,01658
Formations d'altération	4 204	0,00094
0-15°	83	0,000019
15-30°	2 935	0,00065
30-45°	1 049	0,00023
45-90°	136	0,000030
Formations plaquées récentes	55 092	0,01227
0-15°	54 384	0,01211
15-30°	708	0,000158
Nappe des péridotites	15 182	0,003381
0-15°	1 007	0,00022
15-30°	552	0,00012
30-45°	3 183	0,000709
45-90°	10 441	0,002325

**Figure 74 : Analyse imbriquée pour les falaises et escarpement rocheux
- Plaine du Grand Sud**

1:200 000



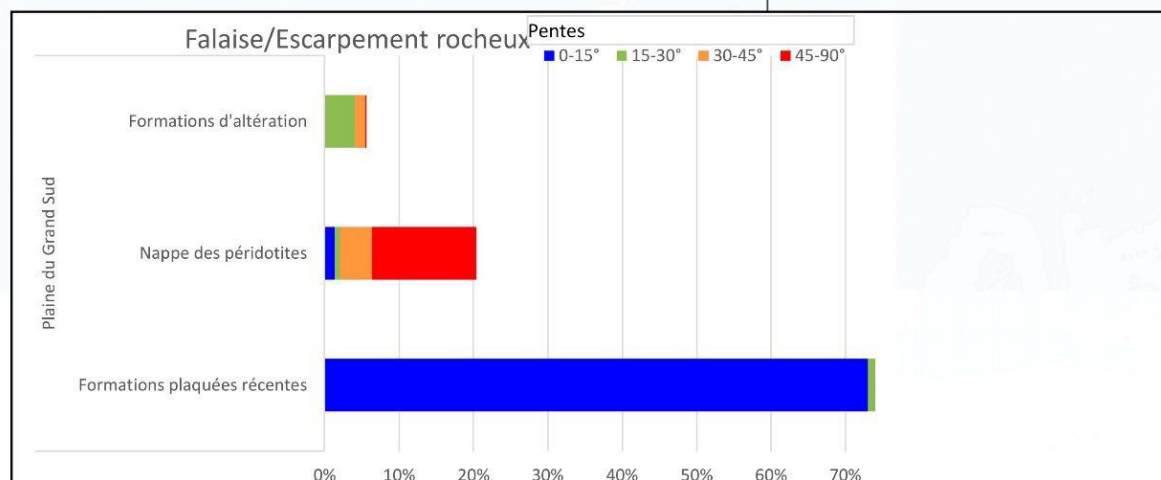
0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :

**Classes de pentes
(°)**

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°



Légende :

Unités géologiques

- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviales et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération

4.8.3. Fond de vallée indifférencié

Cartes en Figure 75 à Figure 78.

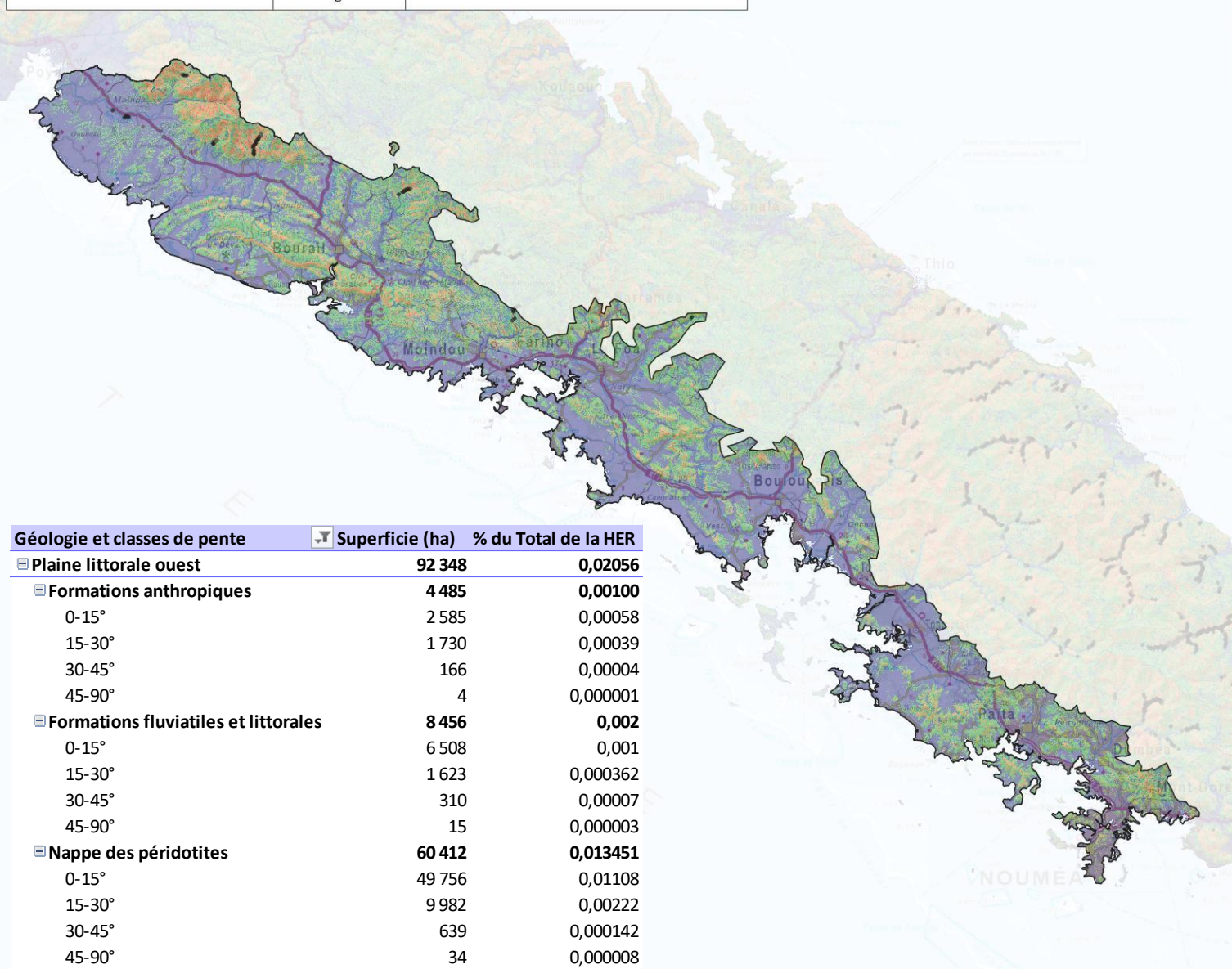
Ce type de surface correspond principalement aux fonds de cours d'eau rocheux.

Figure 75 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Plaine littorale ouest

1:800 000

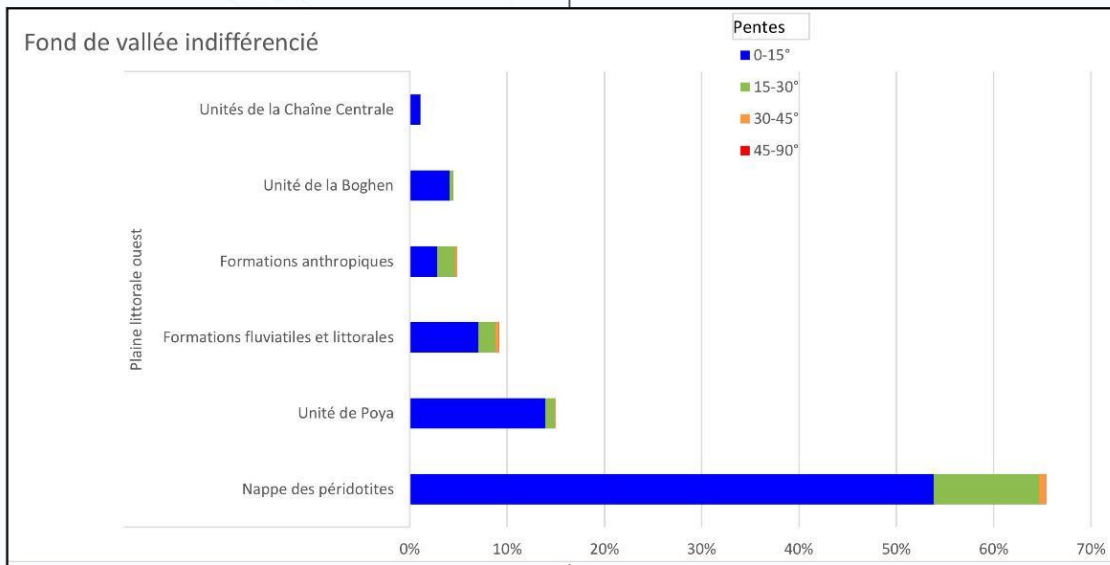


0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	92 348	0,02056
Formations anthropiques	4 485	0,00100
0-15°	2 585	0,00058
15-30°	1 730	0,00039
30-45°	166	0,00004
45-90°	4	0,000001
Formations fluviatiles et littorales	8 456	0,002
0-15°	6 508	0,001
15-30°	1 623	0,000362
30-45°	310	0,00007
45-90°	15	0,000003
Nappe des péridotites	60 412	0,013451
0-15°	49 756	0,01108
15-30°	9 982	0,00222
30-45°	639	0,000142
45-90°	34	0,000008
Unité de la Boghen	4 127	0,000919
0-15°	3 772	0,000840
15-30°	355	0,000079
Unité de Poya	13 874	0,00309
0-15°	12 872	0,00287
15-30°	880	0,000196
30-45°	121	0,00003
Unités de la Chaîne Centrale	995	0,0002
0-15°	995	0,00022

Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Légende :
Unités géologiques
Crétacé supérieur - Paléocène
Flysch éocène
Intrusifs post-péridotites
Formations d'épandages et de versants
Formations fluviatiles et littorales
Nappe des péridotites
Formations d'altération
Unités de la chaîne centrale
Unité de Téremba
Unité de la Boghen
Unités métamorphiques intermédiaires
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités non définies
Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 76 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Plaine du Grand Sud

1:200 000



0 2 000 4 000 6 000 8 000 m

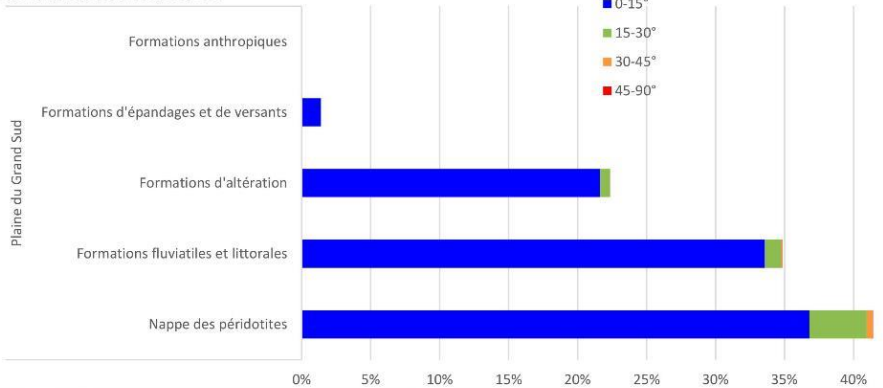
Géologie et classes de pente		Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud		358 986	0,07993
Formations anthropiques		0	0,00000
0-15°		0	0,00000
Formations d'altération		80 230	0,01786
0-15°		77 589	0,017275
15-30°		2 599	0,00058
30-45°		42	0,00001
Formations d'épandages et de versants		5 060	0,001
0-15°		4 972	0,00111
15-30°		88	0,00002
Formations fluviatiles et littorales		125 041	0,028
0-15°		120 491	0,027
15-30°		4 285	0,000954
30-45°		245	0,00005
45-90°		20	0,000005
Nappe des péridotites		148 654	0,033097
0-15°		132 016	0,02939
15-30°		14 957	0,00333
30-45°		1 636	0,000364
45-90°		45	0,000010

Légende :

Classes de pentes

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Fond de vallée indifférencié



Légende :

Unités géologiques

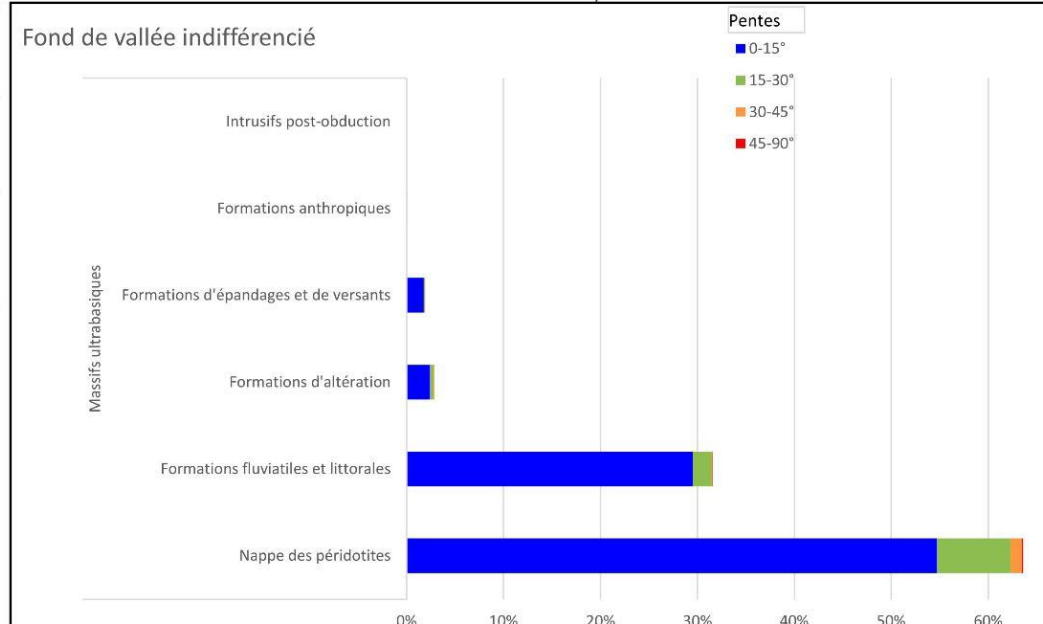
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération

Figure 77 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	2 050 810	0,45661
Formations anthropiques	1 194	0,00027
0-15°	649	0,00014
15-30°	347	0,00008
30-45°	198	0,00004
Formations d'altération	59 210	0,01319
0-15°	49 671	0,011060
15-30°	8 260	0,00184
30-45°	1 280	0,00029
Formations d'épandages et de versants	38 688	0,009
0-15°	35 833	0,00798
15-30°	2 798	0,00062
30-45°	57	0,00001
Formations fluviales et littorales	646 875	0,144
0-15°	605 055	0,135
15-30°	39 474	0,008789
30-45°	2 289	0,00051
45-90°	57	0,000013
Intrusifs post-obduction	842	0,0002
0-15°	842	0,0002
Nappe des péridotites	1 304 001	0,290333
0-15°	1 121 856	0,24978
15-30°	155 425	0,03461
30-45°	24 265	0,005402
45-90°	2 456	0,000547

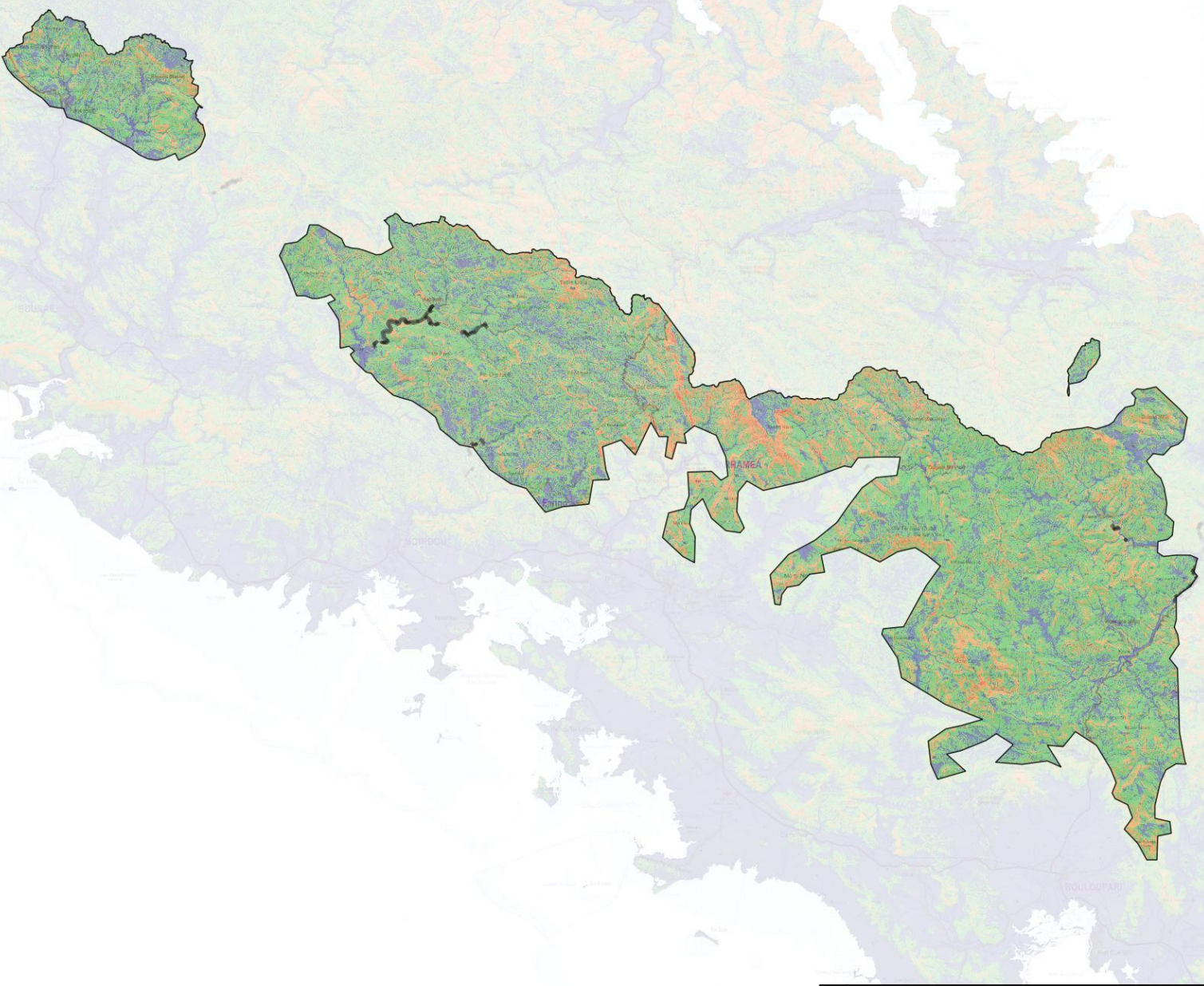


Figure 78 : Analyse imbriquée pour les fonds de vallée - Chaîne centrale

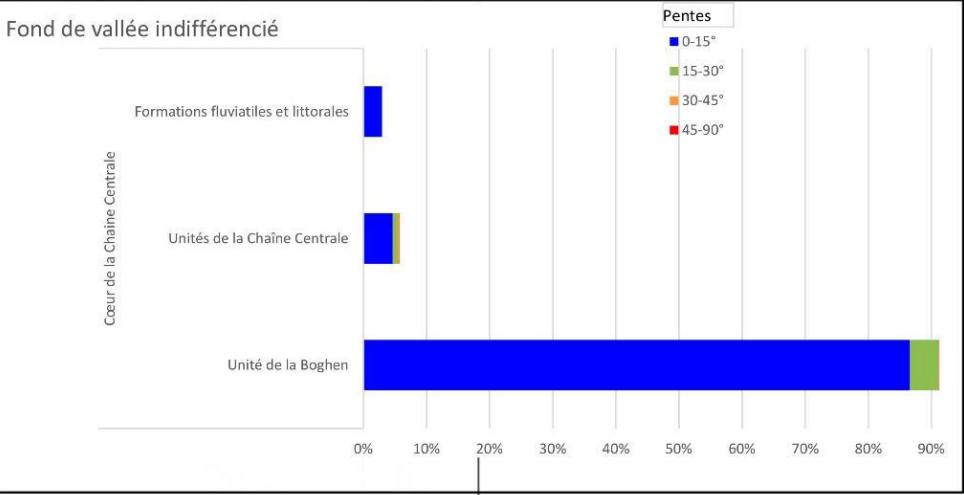
1:350 000



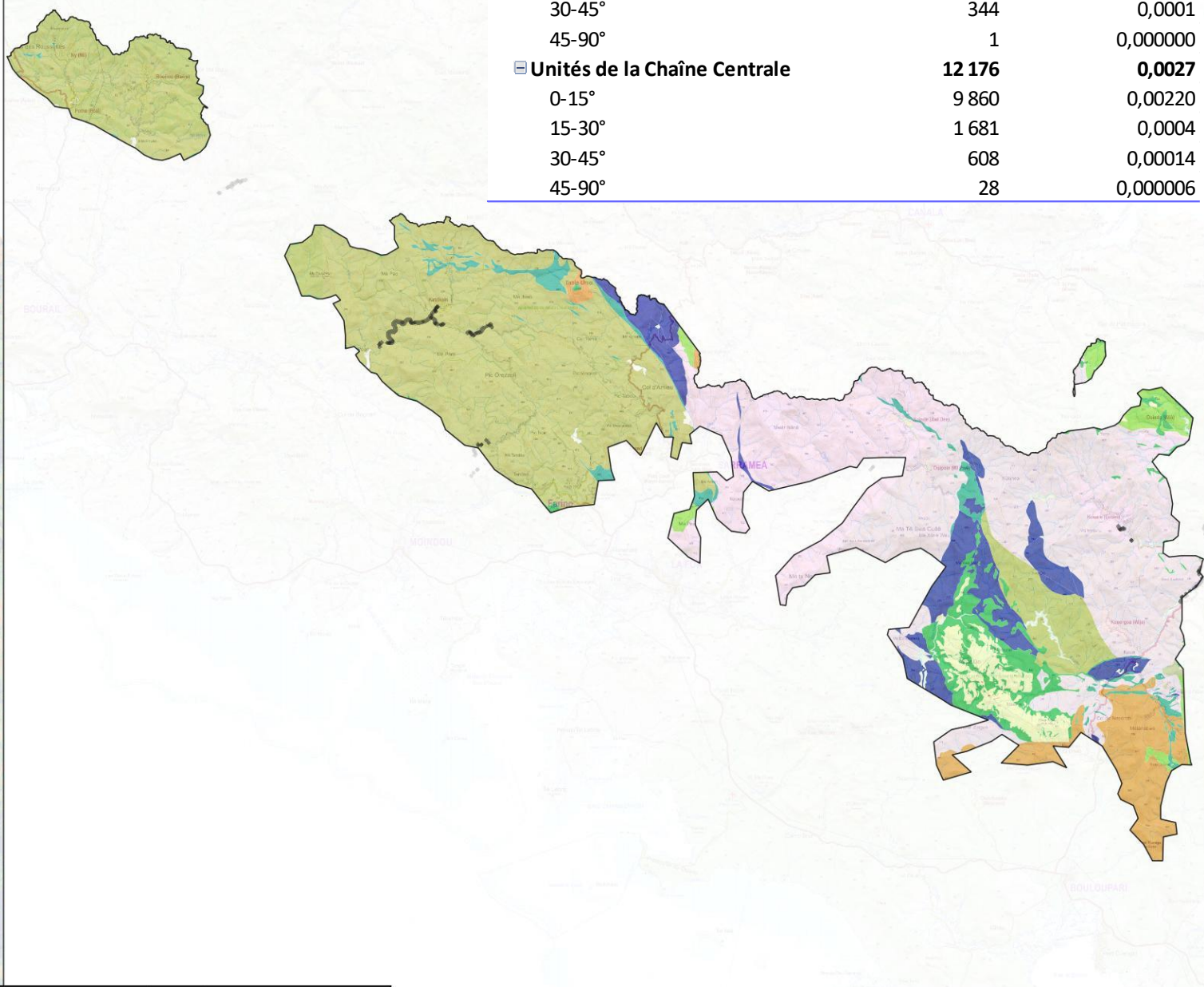
0 3 500 7 000 10 500 14 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)
0-15°
15-30°
30-45°
> 45°



Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	213 092	0,04744
Formations fluviatiles et littorales	6 505	0,001
0-15°	6 292	0,001
15-30°	213	0,000047
Unité de la Boghen	194 411	0,043284
0-15°	184 513	0,041081
15-30°	9 553	0,002127
30-45°	344	0,0001
45-90°	1	0,000000
Unités de la Chaîne Centrale	12 176	0,0027
0-15°	9 860	0,00220
15-30°	1 681	0,0004
30-45°	608	0,00014
45-90°	28	0,000006



Légende :
Unités géologiques
Crétacé supérieur - Paléocène
Flysch éocène
Intrusifs post-péridotites
Formations d'épandages et de versants
Formations fluviatiles et littorales
Nappe des péridotites
Formations d'altération
Unités de la chaîne centrale
Unité de la Boghen
Unités ophiolitiques de type Koh
Unités non définies
Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

4.8.4. Sol peu végétalisé

Cartes en Figure 79 à Figure 82. Détails des chiffres en Annexe 08.

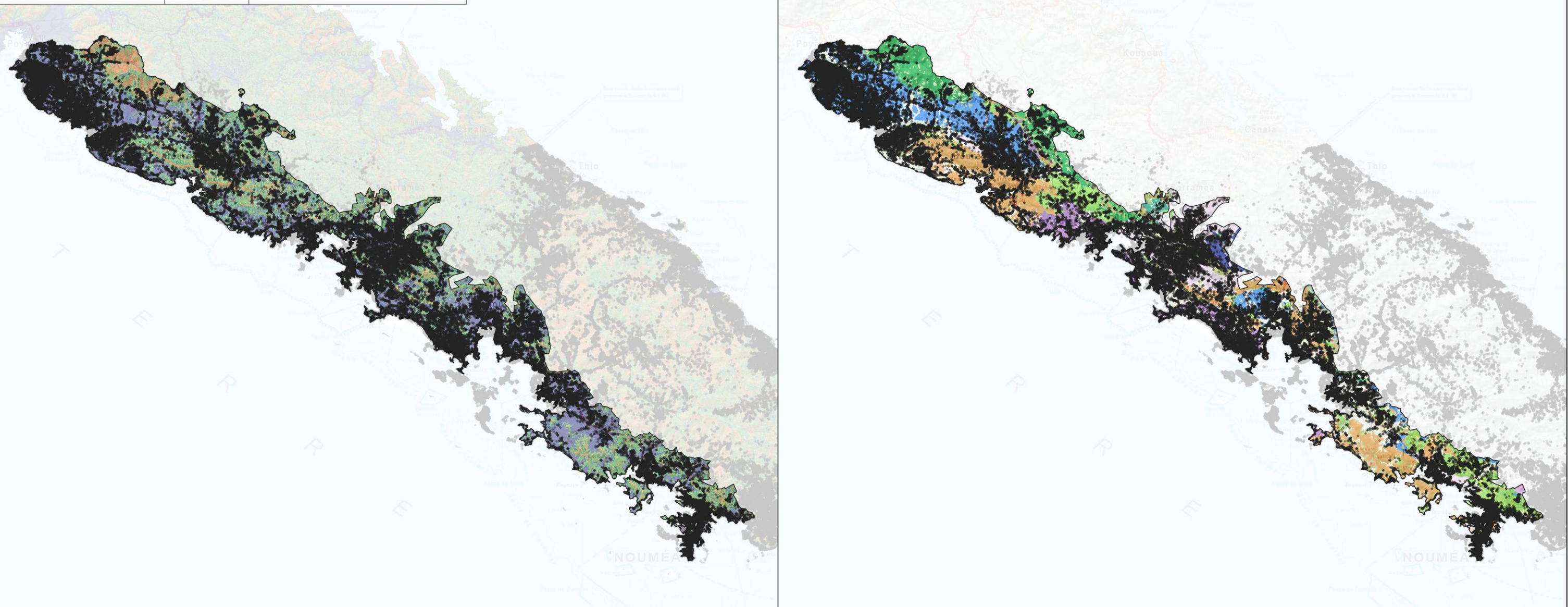
Cette classe correspond à des sols dénudés mais qui présentent une couverture végétale légèrement active, leur corrélation avec un éventuel type d'érosion reste donc difficilement interprétable.

Figure 79 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Plaine littorale ouest

1:800 000

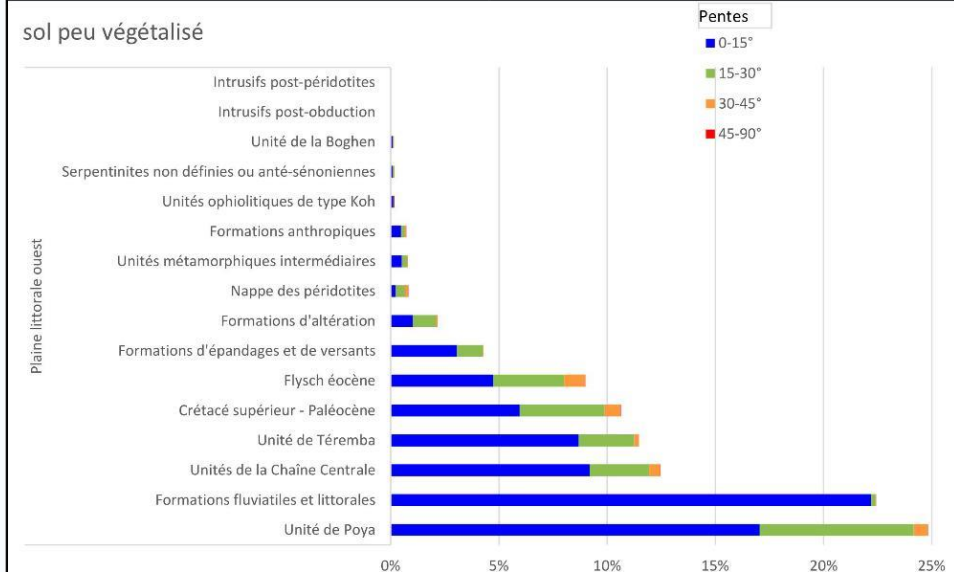


0 8 000 16 000 24 000 32 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°



Légende :
Unités géologiques

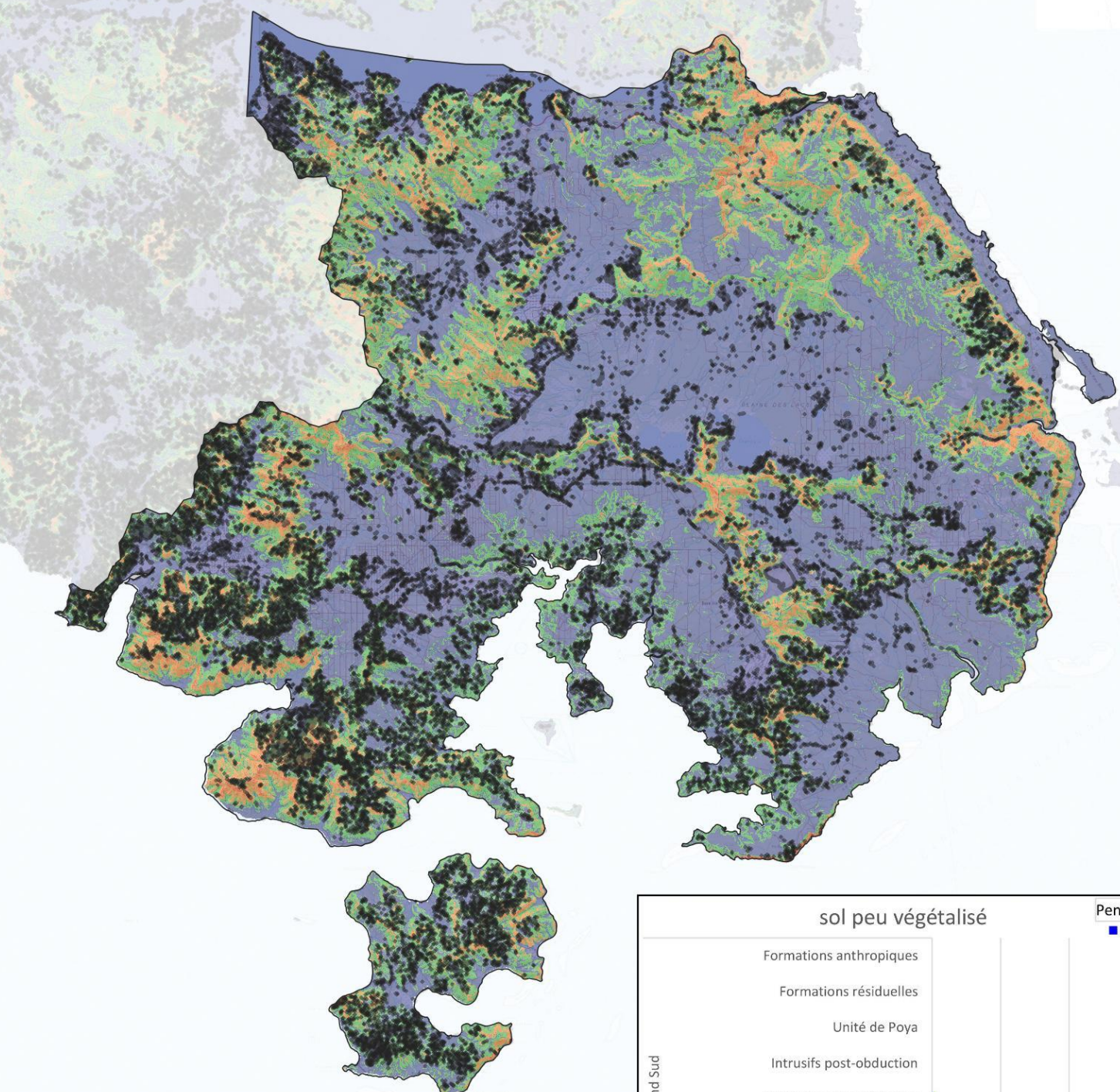
- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de Téremba
- Unité de la Boghen
- Unités métamorphiques intermédiaires
- Unités ophiolitiques de type Koh
- Unités non définies
- Unités ophiolitiques anté-sénoniennes

Figure 80 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Plaine du Grand Sud

1:200 000

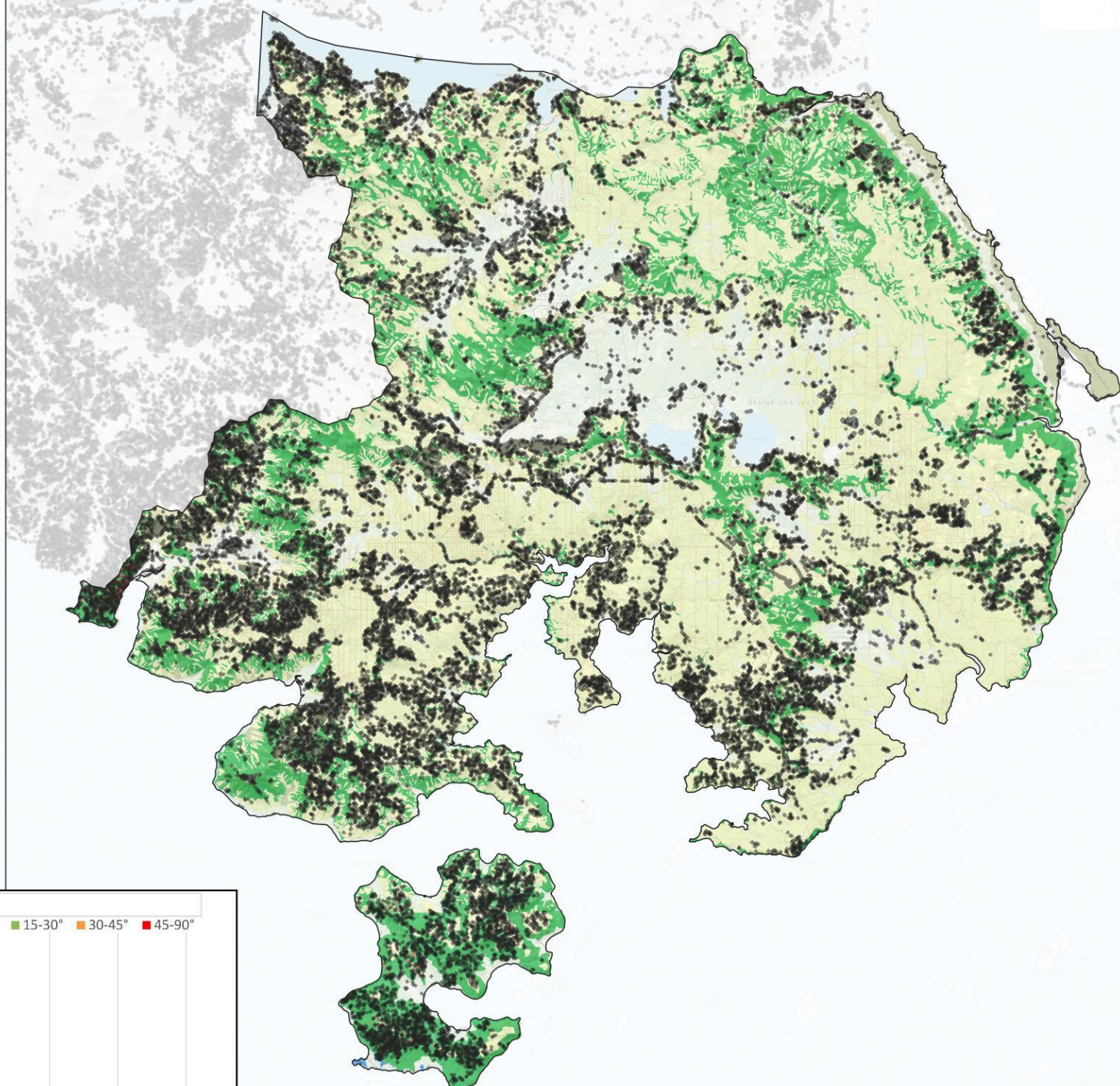
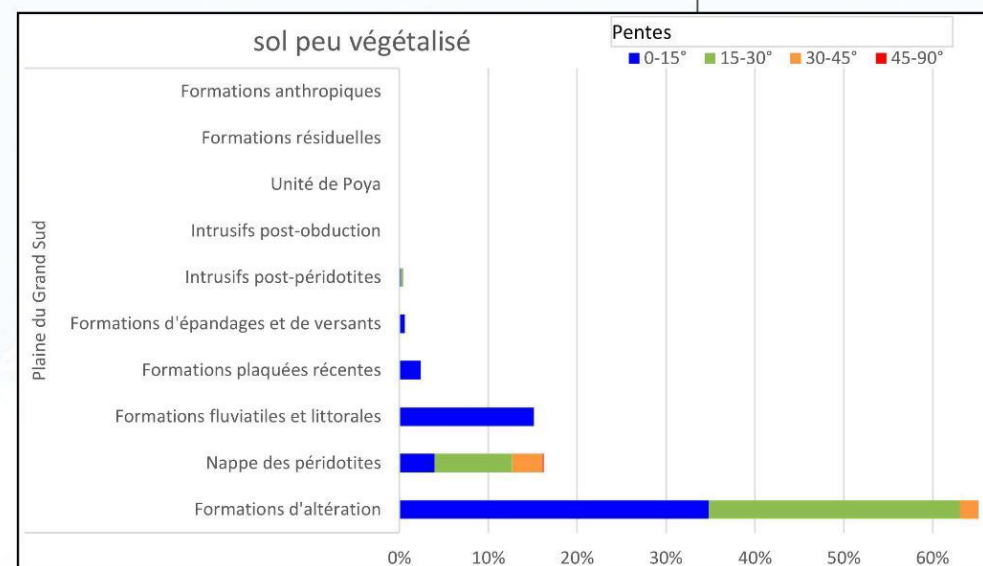


0 2 000 4 000 6 000 8 000 m



Légende :
Classes de pentes
(°)

- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°



Légende :
Unités géologiques

- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviatiles et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération

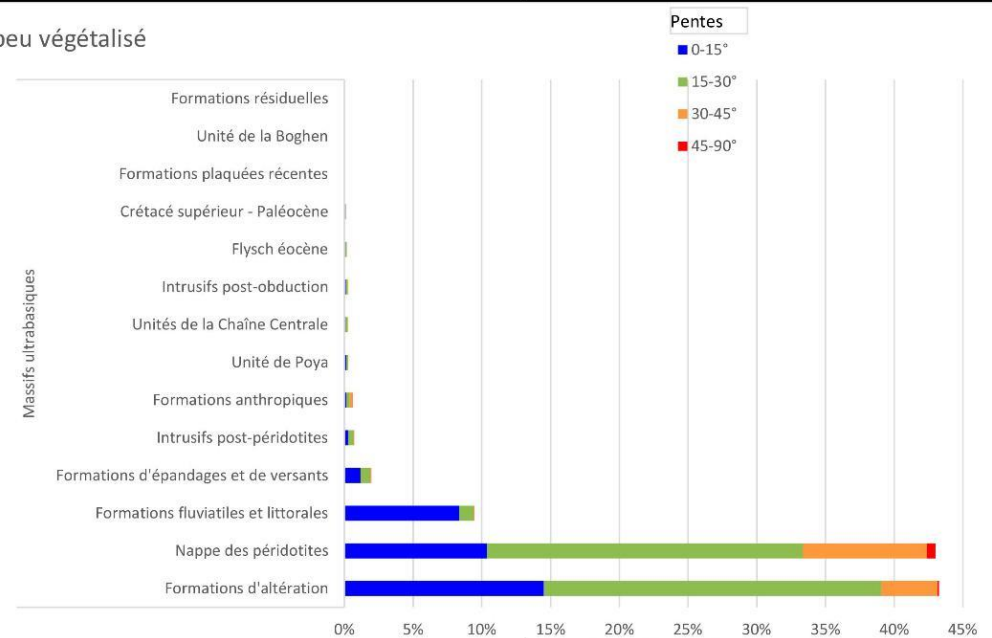
Figure 81 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Massif ultrabasique

1:500 000



0 5 000 10 000 15 000 20 000 m

sol peu végétalisé



Légende :

Unités géologiques

- Crétacé supérieur - Paléocène
- Flysch éocène
- Intrusifs post-péridotites
- Formations d'épandages et de versants
- Formations fluviales et littorales
- Nappe des péridotites
- Formations d'altération
- Unités de la chaîne centrale
- Unité de la Boghen
- Unités ophiolitiques de type Koh

Légende :

Classes de pentes
(°)

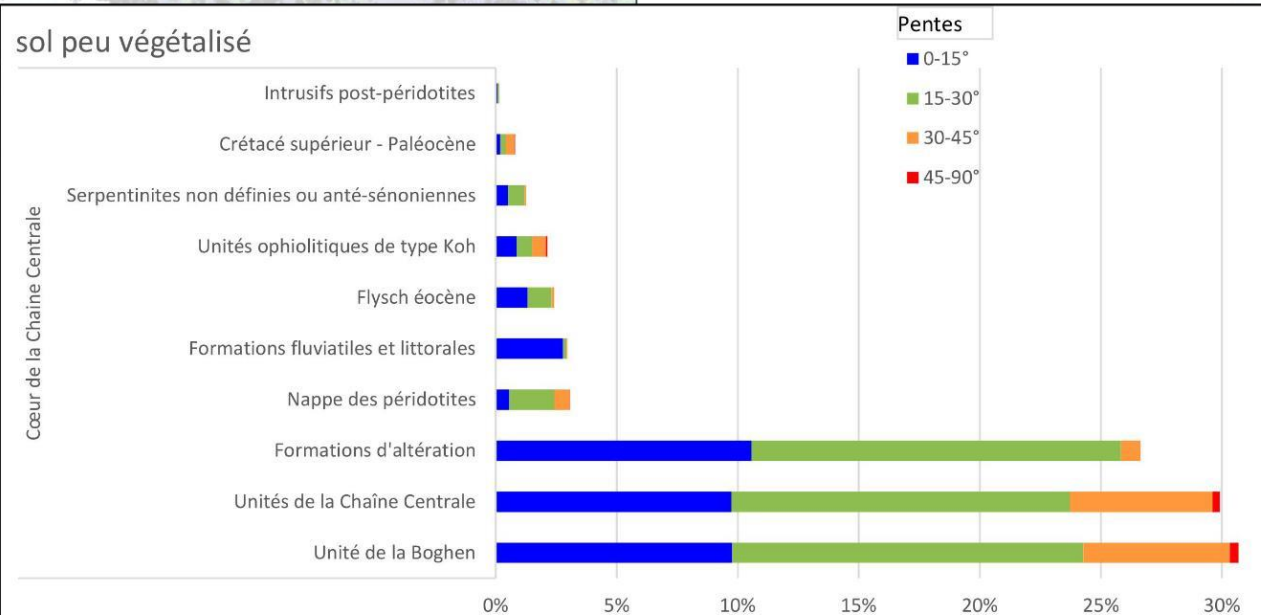
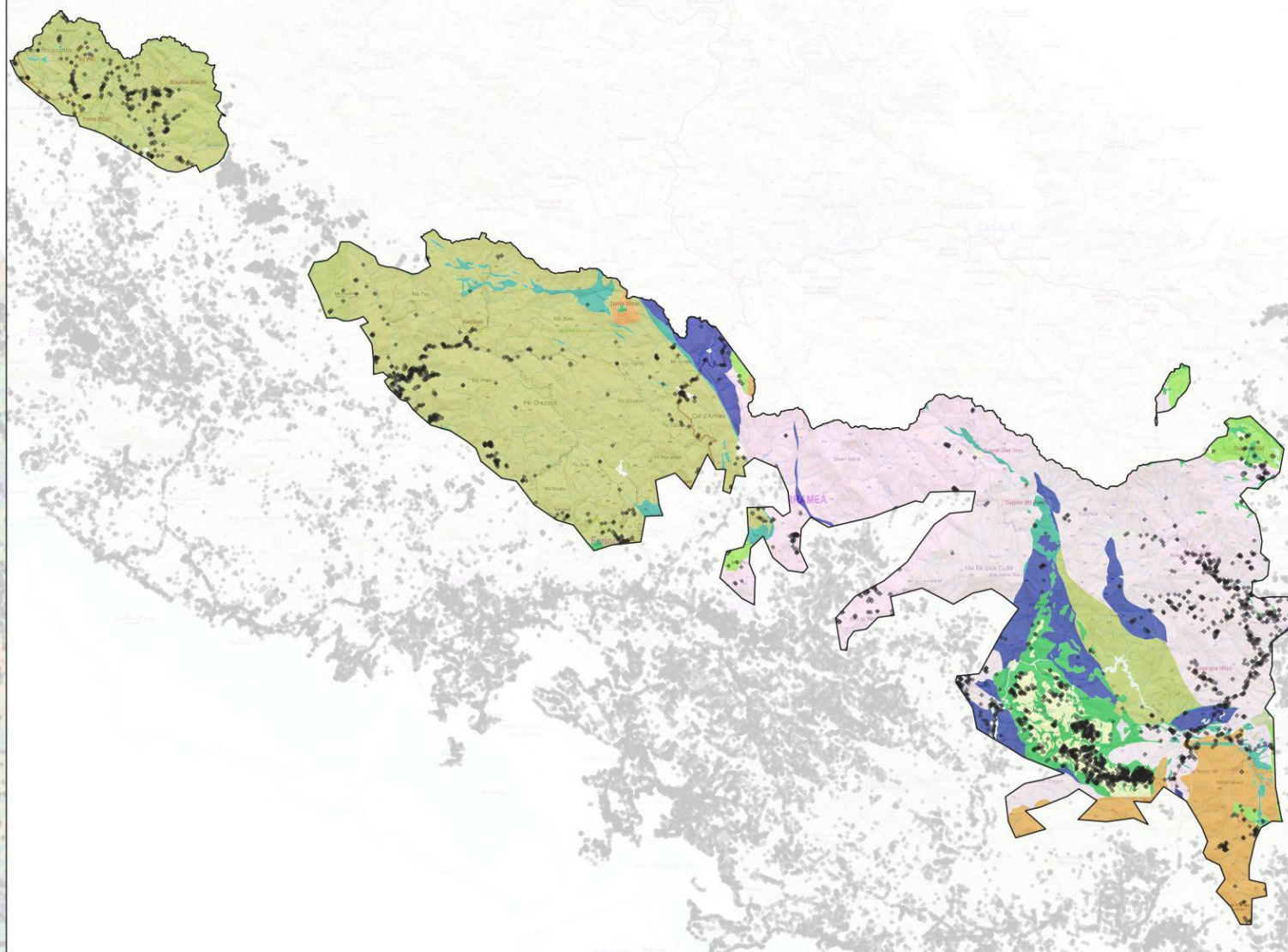
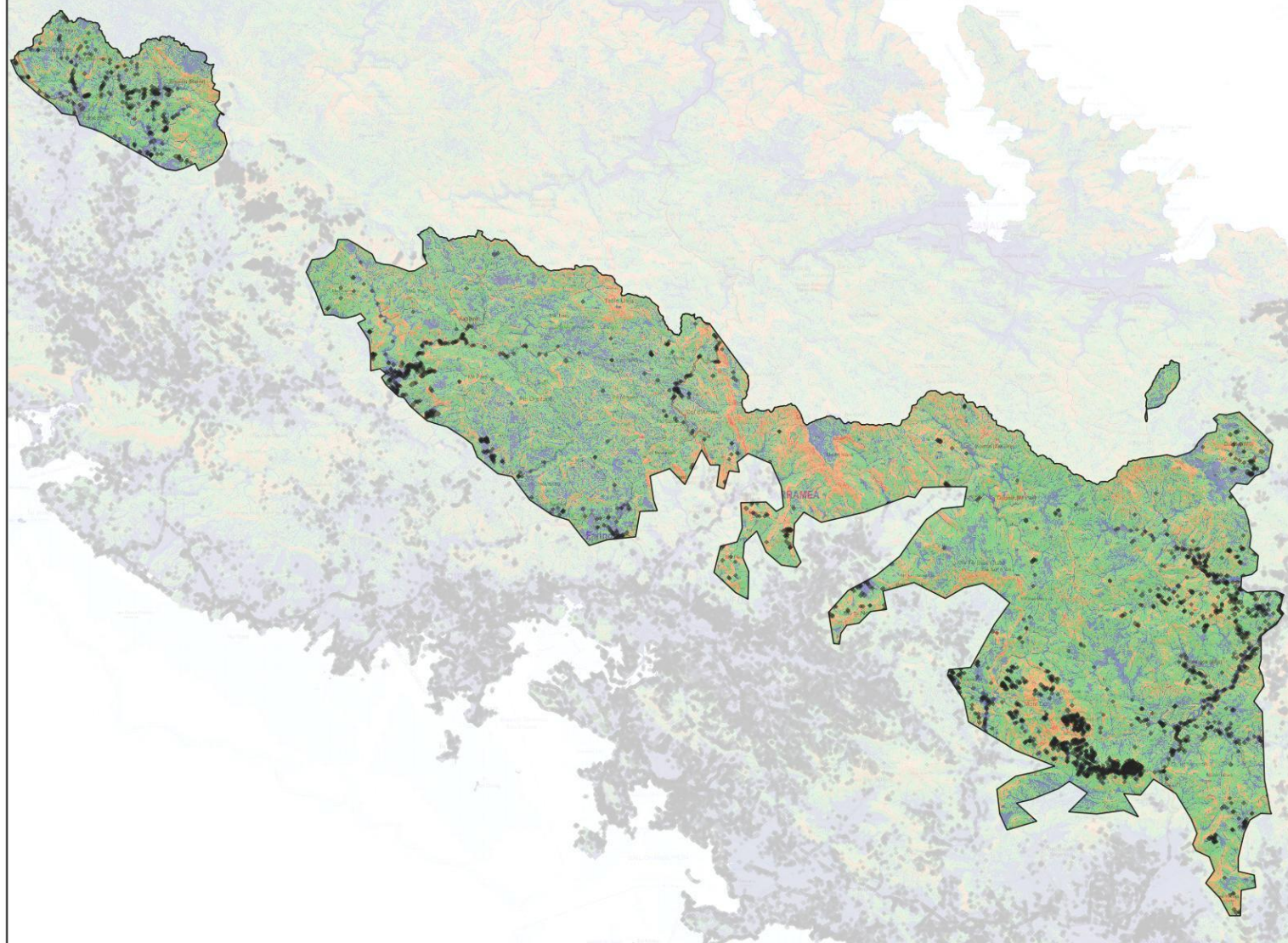
- 0-15°
- 15-30°
- 30-45°
- > 45°

Figure 82 : Analyse imbriquée pour les sols peu végétalisés - Chaîne centrale

1:350 000

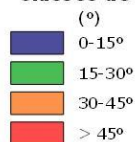


0 3 500 7 000 10 500 14 000 m



Légende :

Classes de pentes



Légende :

Unités géologiques



5. Synthèse

Le premier objectif de cette étude est d'analyser les croisements réalisés entre les indicateurs identifiés lors de la Phase 1 (géologie et pente) et la répartition des objets N3 afin de mettre en évidence des éléments de concordance sur la distribution, la typologie et la dynamique des érosions. Le 2^{ème} objectif est de valoriser les résultats sous la forme de planches cartographiques et de graphiques.

Dans le cadre de l'interprétation des résultats des croisements et des analyses imbriquées, il a été rappelé les définitions générales des érosions, les facteurs déclenchants et favorisant le développement de ces dernières et les principaux types d'érosion rencontrés en Nouvelle-Calédonie. En parallèle, les objets N3 cartographiés par télédétection ont également été décrits. Ces objets ne sont pas à proprement parler des types d'érosion, cependant une corrélation a pu être réalisée entre les deux approches. La principale différence réside en la prise en compte des aménagements dans les objets N3 (bâtis, pistes, carrières, ...), objets qui ne sont pas des érosions mais qui ont plutôt une influence sur celles-ci.

Suite à ce constat, une nouvelle catégorisation des objets N3 a été proposée, qui permet de répartir ces objets N3 dans des catégories plus proches de l'approche naturaliste des érosions. On distingue ainsi :

- **Les formes d'érosions** : cette classe rassemble les objets érosifs classiquement rencontrés en Nouvelle-Calédonie : ravine isolée, zone de ravinement, décharge non contrôlée/arasement, sédiment et colluvion, sol nu indifférencié ;
- **Les zones brûlées** : il s'agit d'une classe particulière dédiée aux surfaces significativement brûlées. Elles influent sur le développement ou l'apparition d'érosion mais n'est pas un objet érosif à proprement parler ;
- **Les zones de carrières** : cette classe rassemble les carrières / chantiers et verses contrôlées principalement associés aux exploitations de nickel ;
- **Les aménagements** : les aménagements ont été clairement distingués des autres types d'objets ;
- **Autres** : cette classe rassemble des types de formations géologiques ou des types d'occupation du sol.

Afin d'optimiser la pertinence de l'analyse des croisements, celle-ci a été réalisée par hydroécocorégion (HER). Ces régions correspondent à des ensembles géographiques globalement homogènes entre termes de géologie, de pluviométrie et de morphologie, facteurs prédominants dans le développement des érosions :

- La plaine littorale Ouest,
- La plaine du Grand Sud,
- Les massifs ultrabasiques,
- La Chaîne Centrale.

Quelques chiffres :

- La surface totale des objets N3 cartographiés représente 449 km², soit 6.5% de la surface totale de la province Sud,
- La surface totale des objets N3 de la classe formes d'érosion représente 2.1% de la surface de la province Sud,
- La surface totale des objets N3 de la classe aménagement représente 1.6% de la surface de la province Sud,
- Ce sont les HER Plaine littorale Ouest et massif ultrabasique qui couvrent la plus grande surface, ce sont donc ces 2 HER qui concentrent le plus d'objets N3 en termes de surface,
- C'est au niveau de l'HER massif ultrabasique que l'on rencontre la plus grande surface de pente forte,
- C'est au niveau des HER massif ultrabasique et plaine du Grand Sud que l'on retrouve les terrains géologiques les plus propices au développement des érosions à savoir les massifs de péridotites et les formations d'altération associées.

Les éléments à retenir des analyses imbriquées sont les suivants :

- La majeure partie des objets érosifs (classe érosion) est située au niveau des massifs ultrabasiques et de la plaine du Grand Sud. En effet, ces HER rassemblent les facteurs principaux dans le développement des érosions à savoir des pentes fortes et la présence de terrains rattachés à la nappe des péridotites et des formations d'altération qui en dérivent ;
- Les aménagements sont principalement et logiquement situés au niveau de la plaine littorale Ouest, là où l'on retrouve les grandes zones urbanisées et au niveau des zones planes facilement aménageables.

Globalement, les classes érosives de 2018 sont assez fidèles à la réalité terrain et leur répartition montre une bonne corrélation avec les critères identifiés (géologie et pente), même si quelques biais subsistent dus à l'automatisation (non prise en compte des objets de faible dimension et ombre au niveau des reliefs marqués).

Cette cartographie notamment des objets de la classe érosion permet d'avoir un état des lieux de ces surfaces à l'instant T. Si cette cartographie est reproduite régulièrement, cela permettrait d'avoir un suivi et une approche de l'évolution de ces surfaces. Il faudra cependant prendre en compte l'ensemble des biais associés à la cartographie par télédétection identifiés lors de la phase 1 de l'étude avec un regard particulier sur l'UMC qui exclut un certain nombre d'objets et qui limite l'identification des érosions et des évolutions de petites envergures.

Les croisements pour les classes aménagements et zones brûlées pourraient également être réalisés par commune pour permettre une interprétation et un suivi plus pertinent, notamment à partir des bilans réguliers de l'CEIL sur les impacts des incendies⁶.

⁶ Lien vers le bilan des impacts lié aux incendies en,

2017 : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29585>

2018 : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/29869>

2019 : <https://oeil.nc/cdrn/index.php/resource/bibliographie/view/30484>

6. Bibliographie

Foucault et Raoult, Dictionnaire de géologie, Masson, 1995.

Rouetis R&D et INSIGHT, Dictionnaire de définition des classes retenues pour la typologie des formes érosives, 2019

INSIGHT, Rapport de production – Processus érosifs en Nouvelle-Calédonie – Rapport de traitement (SPOT6-7) – Classification niveaux 1, 2 et 3, 2021.

ROUET I., Contrôle qualité des produits raster – Processus érosifs en Nouvelle-Calédonie, 2020.

Maurizot, Lafoy & Vendé-Leclerc, Cartographie des formations superficielles et des aléas mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie - Zone de Kouaoua, 2004.

Maurizot P. , L'aléa naturel mouvements de terrain en Nouvelle-Calédonie – Synthèse des connaissances, 2003.

Résultat de l'étude "Définition des Hydro-EcoRégions" achevée en novembre 2011. 7 Hydro-Ec-Régions ont été ainsi déterminées. Les bureaux d'études BioTop et Asconit ont travaillé en collaboration avec le gouvernement de NC (DAVAR), la Province Sud (DENV), la Province Nord (DAN), la Province des Iles, l'OEIL et le CNRT sur ce projet.

7. Annexes

7.1. **Annexe 1 : Description des différents ensembles géologiques rencontrés dans les quatre HER**

7.1.1 Unités volcano-sédimentaires et ophiolitiques anciennes

Il s'agit de plusieurs unités distinctes :

- Unité de Téremba,
- Unités de la Chaîne Centrale,
- Unité de Koh,
- Unité de la Boghen.

Ces anciennes unités accrétées sont d'origine intra-océanique et forment le socle du territoire. Les lithologies des unités de Téremba et de la Chaîne Centrale sont principalement gréseuses ou silteuses et à forte dominante volcanoclastique (sédiments détritiques marins issus de l'érosion d'un arc volcanique très ancien). À la différence des unités de la Chaîne Centrale où les sédiments sont fins, ceux de l'unité de Téremba sont plus grossiers. L'unité de Koh correspond à des fragments de croûte océanique, constituée de roches volcaniques, hypovolcaniques et magmatiques. L'unité de la Boghen, déformée et métamorphisée, se présente sous forme de schistes et grès puis d'un ensemble ophiolitique à basaltes et argilites abyssales, ensemble issu d'un ancien prisme d'accrétion embarqué dans une subduction.

Les paysages associés sont semi-montagneux dans la Chaîne Centrale et présentent une végétation dense dans la Chaîne ou rase sur la plaine littorale Ouest. Les érosions associées peuvent être des griffes (ravinement léger) lorsque le sol est nu ou lorsque la végétation est rase et éparse ou localement des badlands lorsque les faciès sont très argileux.

7.1.2 Unité Crétacé supérieur - Paléocène

- **Unité du Crétacé supérieur – Paléocène.** Cette couverture sédimentaire para-autochtone correspond à une mégaséquence typique de marge passive à caractère déritique allant du conglomérat basal aux argilites fines charbonneuses ou calcaires micritiques pélagiques.
- On retiendra dans cette unité :
 - Les formations d'argilites silteuses noires à sulfures et nodules (appelées « niveau des Mamelons rouges ») et les argilites, grès et schistes tufacés indifférenciés, forment des reliefs mous (dépression entre les crêtes des Montagnes Blanches) aux crêtes dénudées et très ravinées, appelées badlands (zones de ravinement).
 - Les cherts noirs (ou "phtanites") sont des sédiments très fins, siliceux, similaires au silex. Leur dureté importante à l'état frais est à l'origine de la morphologie en grandes crêtes des Montagnes Blanches. Les versants sont fréquemment peu végétalisés ou nus nappés de caillasses de cherts et les replats altérés en argiles blanches ravinées (zones de ravinement).

7.1.3 Flysh Eocène

Il s'agit d'une mégaséquence à caractère turbiditique de plus en plus grossière qui précède l'obduction des nappes ophiolitiques (nappe de Poya et nappe des péridotites). La série du flysch éocène comprend donc de nombreuses formations sédimentaires détritiques couvrant une large gamme de granulométries (depuis les argilites et siltites jusqu'aux brèches et formations à blocs).

Les couches superficielles altérées de ces formations peuvent en cas de dénudation végétale, être facilement incisées en griffes, rigoles, petites ravines et micro-arrachements par solifluxion.

Les éléments basaltiques de la brèche sont facilement altérés et donnent des paysages vallonnés affectés par des micro-arrachements (solifluxion) ou des griffes, rigoles et petites ravines en cas de dénudation végétale.

7.1.4 Unité de Poya

Cette unité est constituée d'un empilement d'écailles de croûte océanique chevauchant essentiellement les formations du Crétacé supérieur – Paléocène. Seulement trois formations caractérisent cette unité :

- Les basaltes et dolérites indifférenciés constituent presque l'intégralité de l'unité. Les minéraux constituant la roche s'altèrent facilement en argiles brunes sujettes aux érosions de type griffes, rigoles, petites ravines et micro-arrachements par solifluxion. Les reliefs associés sont plutôt mous, en paysages de plaine ou faiblement vallonnés.
- Les cherts et argilites ferro-manganésifères, sont des intercalations de sédiments abyssaux d'âge Crétacé supérieur – Paléocène déposés à l'origine sur les basaltes au fond de l'océan puis intercalés entre les basaltes et leur équivalent intrusif (dolérites).
- Les argilites et cherti-tuffites kakis, Faciès Koné, sont possiblement issues de sédiments hémipélagiques plus proximaux (déposés plus près des côtes à l'époque) donc d'origine différente par rapport aux sédiments abyssaux décrits plus haut.

7.1.5 Nappe des péridotites

Cette unité est cartographiée en péridotites indifférenciées majoritaires et serpentinites en base de la nappe. La nappe des péridotites, dernière à s'être mise en place, recouvre toutes les autres unités autochtones ou parautochtones.

Les péridotites fraîches indifférenciées se rencontrent au niveau des versants abrupts des massifs miniers où l'altération supergène latéritique n'a pas pu se développer. Les versants péridotitiques peuvent être cependant sujets aux érosions de type ravine en cas de départ de matériaux depuis le haut de versant, ou localement d'arrachements au niveau des zones de faiblesses de la roche (facturation, altération saprolitique).

Les serpentinites forment soit la semelle de la nappe des péridotites, soit des écailles recoupant la nappe des péridotites ou les unités géologiques sous-jacentes. Les serpentinites sont des roches souvent mylonitisées ou schistosées et parfois très friables. Elles peuvent donc être sujettes aux érosions de type arrachement ou glissement en masse, ravine isolée et zones de ravinement (badlands ou lavakas).

7.1.6 Formations d'altération

Les formations d'altération sont uniquement cartographiées au sein de la nappe des péridotites. Il s'agit des profils d'altération des péridotites, à savoir : latérites minces, épaisses ou indifférenciées, les cuirasses en place ou disloquées et démantelées puis les gravillons ferrugineux. Les latérites sont des matériaux meubles très sensibles aux érosions (ravines et lavakas fréquents). Les gravillons et les petits éléments de cuirasse sont souvent emportés lors du recul des érosions et se retrouvent parmi les produits d'engravement et ensablement des cours d'eau au pied des massifs.

7.1.7 Formations d'épandage et de versant

Les colluvions, éboulis et masses écroulées sont le signe de mouvements de terrain anciens ou récents. Les colluvions sont accumulées en pied de versant et peuvent présenter une granulométrie variée. Les versants comportant des formations de cherts sont fréquemment couverts de caillasses siliceuses.



Figure 83 : Illustration des formations d'épandage et de versant

7.1.8 Formations fluviales et littorales

Les alluvions anciennes à actuelles se situent au niveau des lits mineurs et majeurs des rivières et de leur plaine d'inondation. Ces formations meubles sont facilement mobilisables (sapement de berges) mais la végétation souvent dense limite les autres érosions. Ces milieux sont caractérisés par les dégradations de type engrèvement et ensablement.

7.2. Annexe 02 : Analyse imbriquées pour les zones de ravinement – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	735,9156	1,638497
Crétacé supérieur - Paléocène	173,9754	0,387353
0-15°	79,3641	0,176702
15-30°	87,3154	0,194406
30-45°	7,2785	0,016206
45-90°	0,0173	0,000039
Flysch éocène	43,0476	0,095842
0-15°	3,6282	0,008078
15-30°	23,4831	0,052283
30-45°	15,6972	0,034949
45-90°	0,2391	0,000532
Formations anthropiques	0,7530	0,001677
0-15°	0,0190	0,000042
15-30°	0,2395	0,000534
30-45°	0,4069	0,000906
45-90°	0,0877	0,000195
Formations d'altération	40,9048	0,091074
0-15°	25,6856	0,057188
15-30°	14,9951	0,033387
30-45°	0,2183	0,000486
45-90°	0,0059	0,000013
Formations d'épandages et de versants	10,0576	0,022393
0-15°	4,1261	0,009187
15-30°	5,7588	0,012822
30-45°	0,1727	0,000384
Formations fluviatiles et littorales	3,8350	0,00854
0-15°	2,6233	0,005841
15-30°	1,1750	0,002617
30-45°	0,0367	0,000082
Nappe des péridotites	6,4900	0,01445
0-15°	1,6456	0,003664
15-30°	3,4155	0,007604
30-45°	1,3908	0,003097
45-90°	0,0381	0,000085
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	2,2243	0,004952
0-15°	0,9016	0,002007
15-30°	1,3227	0,002945
Unité de Poya	403,2283	0,897777
0-15°	227,4187	0,506341
15-30°	173,6671	0,386665
30-45°	2,1425	0,004771
Unité de Téremba	41,0816	0,091466
0-15°	6,1020	0,013586
15-30°	27,2511	0,060673
30-45°	7,7284	0,017207
Unités de la Chaîne Centrale	9,9965	0,022257
0-15°	1,8997	0,00423
15-30°	5,6097	0,01249
30-45°	2,4870	0,005537
Unités métamorphiques intermédiaires	0,1339	0,000298
15-30°	0,0346	0,000077
30-45°	0,0993	0,000221
Unités ophiolitiques de type Koh	0,1877	0,000418
0-15°	0,0008	0,000002
15-30°	0,1869	0,000416

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	1 902,6857	4,236274
Formations d'altération	1 107,0480	2,464809
0-15°	417,8811	0,930399
15-30°	672,6005	1,497526
30-45°	16,5209	0,036783
45-90°	0,0455	0,000101
Formations d'épandages et de versants	0,5592	0,001246
0-15°	0,2276	0,000507
15-30°	0,3026	0,000674
30-45°	0,0290	0,000065
Formations fluviatiles et littorales	12,3630	0,027526
0-15°	10,5910	0,023581
15-30°	1,7719	0,003945
30-45°	0,0001	0
Intrusifs post-obduction	2,2130	0,004927
0-15°	0,4536	0,00101
15-30°	1,3191	0,002937
30-45°	0,4403	0,00098
Intrusifs post-péridotites	22,5171	0,050133
0-15°	9,8326	0,021892
15-30°	12,4134	0,027638
30-45°	0,2711	0,000603
Nappe des péridotites	757,9855	1,687633
0-15°	295,6039	0,658153
15-30°	426,2299	0,94899
30-45°	35,1429	0,078244
45-90°	1,0087	0,002246

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	2 826,2457	6,292558
Crétacé supérieur - Paléocène	0,8338	0,001856
0-15°	0,2176	0,000484
15-30°	0,6071	0,001352
30-45°	0,0091	0,00002
Formations anthropiques	24,4103	0,05435
0-15°	0,7989	0,001779
15-30°	3,9608	0,008819
30-45°	16,3177	0,036331
45-90°	3,3328	0,007421
Formations d'altération	1 506,4275	3,354019
0-15°	609,9587	1,358054
15-30°	848,9367	1,890136
30-45°	45,6268	0,101588
45-90°	1,9054	0,004241
Formations d'épandages et de versants	38,8470	0,086491
0-15°	15,2571	0,033969
15-30°	22,7324	0,050613
30-45°	0,8158	0,001816
45-90°	0,0418	0,000093
Formations fluviales et littorales	36,9094	0,082176
0-15°	17,4149	0,038773
15-30°	17,9540	0,039974
30-45°	1,4859	0,003308
45-90°	0,0547	0,000121
Formations résiduelles	0,0478	0,000106
15-30°	0,0001	0
30-45°	0,0477	0,000106
Intrusifs post-obduction	4,3588	0,009703
0-15°	1,1497	0,002559
15-30°	3,1550	0,007024
30-45°	0,0541	0,00012
Intrusifs post-péridotites	39,7905	0,088594
0-15°	15,9855	0,035591
15-30°	23,2969	0,051871
30-45°	0,5080	0,001132
Nappe des péridotites	1 174,6207	2,615263
0-15°	346,0454	0,77046
15-30°	688,9517	1,533933
30-45°	125,0546	0,278431
45-90°	14,5690	0,032439

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	12,4278	0,027671
Formations d'altération	8,8966	0,019808
0-15°	3,0685	0,006832
15-30°	5,3507	0,011913
30-45°	0,4775	0,001063
Nappe des péridotites	1,5944	0,00355
0-15°	0,1132	0,000252
15-30°	0,6502	0,001448
30-45°	0,7740	0,001723
45-90°	0,0570	0,000127
Unités de la Chaîne Centrale	1,9368	0,004313
0-15°	0,1571	0,00035
15-30°	1,5408	0,003431
30-45°	0,2389	0,000532

7.3. Annexe 03 : Analyse imbriquées pour les zones de sol nu indifférencié – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	1 362,3565	3,033242
Crétacé supérieur - Paléocène	180,2918	0,401415
0-15°	85,8891	0,19123
15-30°	76,6487	0,170657
30-45°	16,4594	0,036646
45-90°	1,2946	0,002882
Flysch éocène	93,6377	0,208481
0-15°	54,1617	0,12059
15-30°	30,7136	0,068382
30-45°	8,6202	0,019193
45-90°	0,1422	0,000316
Formations anthropiques	1,6973	0,00378
0-15°	1,4655	0,003263
15-30°	0,1016	0,000227
30-45°	0,1302	0,00029
Formations d'altération	58,6877	0,130665
0-15°	33,4323	0,074436
15-30°	24,3414	0,054194
30-45°	0,9133	0,002034
45-90°	0,0006	0,000001
Formations d'épandages et de versants	70,1950	0,156289
0-15°	45,2196	0,100682
15-30°	24,5132	0,054578
30-45°	0,4622	0,001029
Formations fluviales et littorales	513,7105	1,143762
0-15°	511,0319	1,137799
15-30°	2,5409	0,005656
30-45°	0,1348	0,0003
45-90°	0,0030	0,000007
Intrusifs post-obduction	0,1608	0,000357
0-15°	0,1126	0,00025
15-30°	0,0481	0,000107
Nappe des péridotites	24,8679	0,055366
0-15°	8,3469	0,018584
15-30°	11,5538	0,025724
30-45°	4,3227	0,009624
45-90°	0,6445	0,001434
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	1,0635	0,002368
0-15°	0,5852	0,001303
15-30°	0,4783	0,001065
Unité de la Boghen	1,3268	0,002954
0-15°	0,7148	0,001592
15-30°	0,1839	0,000409
30-45°	0,3965	0,000883
45-90°	0,0315	0,00007
Unité de Poya	281,7830	0,627384
0-15°	233,0650	0,518914
15-30°	42,3994	0,094402
30-45°	6,3122	0,014054
45-90°	0,0064	0,000014
Unité de Téremba	95,6537	0,212967
0-15°	83,1362	0,185096
15-30°	11,2015	0,024941
30-45°	1,3160	0,00293
Unités de la Chaîne Centrale	37,2056	0,082835
0-15°	19,5516	0,04353
15-30°	13,3518	0,029727
30-45°	4,2365	0,009432
45-90°	0,0657	0,000146
Unités métamorphiques intermédiaires	1,2142	0,002703
0-15°	1,0902	0,002427
15-30°	0,1200	0,000267
30-45°	0,0040	0,000009
Unités ophiolitiques de type Koh	0,8611	0,001916
0-15°	0,3582	0,000797
15-30°	0,2571	0,000572
30-45°	0,2075	0,000462
45-90°	0,0382	0,000085

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	1 665,9879	3,709279
Formations anthropiques	0,0295	0,000066
0-15°	0,0295	0,000066
Formations d'altération	951,6576	2,118841
0-15°	568,6886	1,26617
15-30°	366,1428	0,815207
30-45°	16,7610	0,037318
45-90°	0,0651	0,000146
Formations d'épandages et de versants	7,0843	0,015773
0-15°	5,9361	0,013216
15-30°	1,1125	0,002477
30-45°	0,0357	0,00008
Formations fluviales et littorales	474,5735	1,056625
0-15°	473,4381	1,054097
15-30°	1,1038	0,002458
30-45°	0,0315	0,00007
Formations plaquées récentes	11,5797	0,025782
0-15°	11,5287	0,025668
15-30°	0,0510	0,000114
Intrusifs post-péridotites	16,8405	0,037495
0-15°	5,7848	0,012879
15-30°	10,3701	0,023089
30-45°	0,6856	0,001527
Nappe des péridotites	204,1798	0,454602
0-15°	55,5822	0,123752
15-30°	117,5452	0,261711
30-45°	29,7586	0,066258
45-90°	1,2938	0,002881
Unité de Poya	0,0430	0,000095
0-15°	0,0430	0,000095

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	4 383,7678	9,760341
Crétacé supérieur - Paléocène	2,2996	0,00512
0-15°	1,7874	0,00398
15-30°	0,4933	0,001098
30-45°	0,0189	0,000042
Flysch éocène	0,7161	0,001595
0-15°	0,6180	0,001376
15-30°	0,0982	0,000219
Formations anthropiques	5,9771	0,013307
0-15°	2,2338	0,004973
15-30°	2,6056	0,005802
30-45°	1,0980	0,002444
45-90°	0,0397	0,000088
Formations d'altération	1 512,0712	3,366583
0-15°	654,0949	1,456323
15-30°	782,5049	1,742224
30-45°	74,0473	0,164866
45-90°	1,4241	0,00317
Formations d'épandages et de versants	81,4253	0,181291
0-15°	46,5120	0,103558
15-30°	32,2899	0,071892
30-45°	2,3986	0,005341
45-90°	0,2247	0,0005
Formations fluviatiles et littorales	1 144,1468	2,547414
0-15°	1 097,4062	2,443347
15-30°	42,0998	0,093734
30-45°	4,3422	0,009668
45-90°	0,2986	0,000665
Formations plaquées récentes	0,4512	0,001005
0-15°	0,4512	0,001005
Intrusifs post-obduction	10,3720	0,023094
0-15°	5,2929	0,011785
15-30°	4,9441	0,011008
30-45°	0,1350	0,000301
Intrusifs post-péridotites	33,8537	0,075375
0-15°	14,4133	0,032091
15-30°	18,2513	0,040636
30-45°	1,1875	0,002644
45-90°	0,0016	0,000004
Nappe des péridotites	1 586,4060	3,532089
0-15°	472,9644	1,053044
15-30°	900,6460	2,005263
30-45°	202,5689	0,451013
45-90°	10,2267	0,022769
Unité de la Boghen	0,0048	0,000011
0-15°	0,0009	0,000002
15-30°	0,0039	0,000009
Unité de Poya	5,3903	0,012001
0-15°	3,7050	0,008249
15-30°	1,3826	0,003078
30-45°	0,3027	0,000674
Unités de la Chaîne Centrale	0,6538	0,001456
0-15°	0,2186	0,000487
15-30°	0,3265	0,000727
30-45°	0,1087	0,000242

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	49,5373	0,11029
Crétacé supérieur - Paléocène	0,6142	0,001367
0-15°	0,1775	0,000395
15-30°	0,3154	0,000702
30-45°	0,1213	0,00027
Flysch éocène	0,8726	0,001943
0-15°	0,5530	0,001231
15-30°	0,2905	0,000647
30-45°	0,0291	0,000065
Formations d'altération	17,5043	0,038971
0-15°	8,7567	0,019496
15-30°	8,2969	0,018472
30-45°	0,4508	0,001003
Formations fluviatiles et littorales	2,0231	0,004505
0-15°	2,0201	0,004498
15-30°	0,0029	0,000007
Intrusifs post-péridotites	0,3393	0,000755
0-15°	0,2562	0,00057
15-30°	0,0825	0,000184
30-45°	0,0006	0,000001
Nappe des péridotites	2,3250	0,005177
0-15°	0,6523	0,001452
15-30°	1,3048	0,002905
30-45°	0,3242	0,000722
45-90°	0,0437	0,000098
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	0,2840	0,000632
0-15°	0,0658	0,000146
15-30°	0,1998	0,000445
30-45°	0,0184	0,000041
Unité de la Boghen	14,5507	0,032396
0-15°	7,4384	0,016561
15-30°	5,8338	0,012989
30-45°	1,2613	0,002808
45-90°	0,0172	0,000038
Unités de la Chaîne Centrale	10,0145	0,022296
0-15°	2,0086	0,004472
15-30°	4,1503	0,00924
30-45°	3,5712	0,007951
45-90°	0,2843	0,000633
Unités ophiolitiques de type Koh	1,0096	0,002248
0-15°	0,4187	0,000933
15-30°	0,4543	0,001011
30-45°	0,1268	0,000282
45-90°	0,0099	0,000022

7.4. Annexe 04 : Analyse imbriquées pour les zones de carrières – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	559,7418	1,246252
Crétacé supérieur - Paléocène	80,8672	0,180047
0-15°	58,9897	0,131338
15-30°	17,1515	0,038188
30-45°	4,1460	0,00923
45-90°	0,5801	0,001291
Flysch éocène	25,2803	0,056287
0-15°	15,6542	0,034854
15-30°	9,4158	0,020965
30-45°	0,2103	0,000468
Formations anthropiques	256,8097	0,571781
0-15°	183,5573	0,408686
15-30°	59,1563	0,13171
30-45°	12,8200	0,028544
45-90°	1,2762	0,002841
Formations d'altération	81,4753	0,181404
0-15°	35,3649	0,07874
15-30°	41,0628	0,091426
30-45°	4,9753	0,011077
45-90°	0,0723	0,000161
Formations d'épandages et de versants	6,3116	0,014052
0-15°	6,1160	0,013617
15-30°	0,1956	0,000435
Formations fluviatiles et littorales	35,9614	0,080066
0-15°	35,3853	0,078784
15-30°	0,5761	0,001282
Nappe des péridotites	25,2428	0,056202
0-15°	3,8411	0,008552
15-30°	13,9177	0,030988
30-45°	6,8213	0,015187
45-90°	0,6626	0,001475
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	1,9125	0,004258
0-15°	0,6174	0,001375
15-30°	1,0847	0,002415
30-45°	0,2103	0,000468
Unité de Poya	3,0089	0,006699
0-15°	2,3949	0,005332
15-30°	0,5805	0,001292
30-45°	0,0335	0,000075
Unité de Téremba	5,3946	0,012012
0-15°	5,0543	0,011254
15-30°	0,3383	0,000753
30-45°	0,0020	0,000005
Unités de la Chaîne Centrale	37,4775	0,083444
0-15°	30,4973	0,067902
15-30°	6,3163	0,014063
30-45°	0,5819	0,001296
45-90°	0,0820	0,000183

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	1 458,1234	3,246473
Formations d'altération	1 321,3249	2,941895
0-15°	1 127,0996	2,509456
15-30°	185,7883	0,413653
30-45°	8,4213	0,018751
45-90°	0,0156	0,000035
Formations d'épandages et de versants	6,0524	0,013475
0-15°	5,9939	0,013345
15-30°	0,0585	0,00013
Formations fluviales et littorales	59,9897	0,133564
0-15°	58,8648	0,13106
15-30°	1,1150	0,002482
30-45°	0,0100	0,000022
Intrusifs post-péridotites	1,6589	0,003694
0-15°	0,8408	0,001872
15-30°	0,8181	0,001822
Nappe des péridotites	69,0974	0,153845
0-15°	20,4083	0,04544
15-30°	35,4546	0,078939
30-45°	12,9108	0,028746
45-90°	0,3236	0,00072

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	2 595,7999	5,779477
Formations anthropiques	192,8655	0,429411
0-15°	90,4565	0,201399
15-30°	83,9038	0,18681
30-45°	17,8559	0,039756
45-90°	0,6493	0,001446
Formations d'altération	1 851,6655	4,122682
0-15°	829,0698	1,845901
15-30°	874,9616	1,948077
30-45°	144,9128	0,322644
45-90°	2,7213	0,00606
Formations d'épandages et de versants	1,0084	0,002244
0-15°	0,0094	0,000021
15-30°	0,4560	0,001015
30-45°	0,5430	0,001208
Formations fluviales et littorales	18,3277	0,040807
0-15°	17,3437	0,038615
15-30°	0,8163	0,001818
30-45°	0,1678	0,000374
Intrusifs post-péridotites	8,1846	0,018223
0-15°	3,2355	0,007204
15-30°	4,4146	0,009829
30-45°	0,5308	0,001182
45-90°	0,0038	0,000008
Nappe des péridotites	523,7411	1,166094
0-15°	200,2896	0,445939
15-30°	254,0471	0,565628
30-45°	66,3304	0,147684
45-90°	3,0740	0,006843
Unité de Poya	0,0072	0,000016
30-45°	0,0072	0,000016

Géologie et classes de pente 	Superficie (ha)	% du Total de la HER
 Cœur de la Chaîne Centrale	0,1147	0,000256
 Formations d'altération	0,1056	0,000235
0-15°	0,0003	0,000001
15-30°	0,0391	0,000087
30-45°	0,0539	0,00012
45-90°	0,0123	0,000027
 Nappe des péridotites	0,0091	0,000021
30-45°	0,0084	0,000019
45-90°	0,0007	0,000002

7.5. Annexe 05 : Analyse imbriquées pour les bâtis et autres surfaces imperméabilisées – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	2 755,8559	6,135839
Crétacé supérieur - Paléocène	475,7336	1,059209
0-15°	438,8070	0,976993
15-30°	35,7589	0,079616
30-45°	1,1650	0,002594
45-90°	0,0027	0,000006
Flysch éocène	726,8401	1,618285
0-15°	661,7182	1,473296
15-30°	63,9881	0,142467
30-45°	1,1013	0,00245
45-90°	0,0325	0,000072
Formations anthropiques	229,6244	0,511252
0-15°	229,4373	0,510835
15-30°	0,1871	0,000417
30-45°	0,0000	0
Formations d'altération	0,7906	0,00176
0-15°	0,6751	0,001503
15-30°	0,1126	0,00025
30-45°	0,0030	0,000007
Formations d'épandages et de versants	242,2079	0,53927
0-15°	239,5795	0,533418
15-30°	2,6230	0,00584
30-45°	0,0054	0,000012
Formations fluviales et littorales	573,0851	1,275959
0-15°	570,3241	1,269812
15-30°	2,6486	0,005897
30-45°	0,1124	0,00025
45-90°	0,0000	0
Intrusifs post-obduction	0,1427	0,000317
0-15°	0,0708	0,000157
15-30°	0,0719	0,00016
Nappe des péridotites	1,3411	0,002987
0-15°	1,2454	0,002773
15-30°	0,0815	0,000182
30-45°	0,0142	0,000032
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	3,8176	0,0085
0-15°	2,6266	0,005848
15-30°	1,1020	0,002454
30-45°	0,0890	0,000198
Unité de la Boghen	3,2819	0,007307
0-15°	2,5142	0,005598
15-30°	0,7375	0,001642
30-45°	0,0302	0,000067
Unité de Poya	70,5110	0,156991
0-15°	68,9054	0,153416
15-30°	1,5977	0,003557
30-45°	0,0079	0,000018
Unité de Téremba	65,2597	0,145301
0-15°	62,5231	0,139208
15-30°	2,6441	0,005887
30-45°	0,0925	0,000206
Unités de la Chaîne Centrale	362,7847	0,807731
0-15°	349,1939	0,777471
15-30°	13,3815	0,029794
30-45°	0,2093	0,000466
Unités métamorphiques intermédiaires	0,0797	0,000177
0-15°	0,0797	0,000177
Unités ophiolitiques de type Koh	0,3560	0,000793
0-15°	0,3097	0,00069
15-30°	0,0463	0,000103

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	213,8314	0,476086
Formations anthropiques	0,0106	0,000024
45-90°	0,0106	0,000024
Formations d'altération	120,3316	0,267914
0-15°	111,0221	0,247187
15-30°	9,2741	0,020648
30-45°	0,0354	0,000079
Formations d'épandages et de versants	9,3567	0,020832
0-15°	9,0525	0,020155
15-30°	0,2998	0,000667
30-45°	0,0044	0,00001
Formations fluviatiles et littorales	41,7695	0,092998
0-15°	41,0200	0,09133
15-30°	0,7489	0,001667
30-45°	0,0006	0,000001
Formations plaquées récentes	34,0425	0,075795
0-15°	33,2933	0,074127
15-30°	0,7491	0,001668
Intrusifs post-obduction	0,0396	0,000088
0-15°	0,0396	0,000088
Intrusifs post-péridotites	0,3167	0,000705
0-15°	0,2760	0,000614
15-30°	0,0407	0,000091
Nappe des péridotites	7,9515	0,017702
0-15°	4,5374	0,010101
15-30°	3,1415	0,006994
30-45°	0,2369	0,000527
45-90°	0,0358	0,00008
Unité de Poya	0,0126	0,000028
0-15°	0,0126	0,000028

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	241,9195	0,538627
Crétacé supérieur - Paléocène	13,4525	0,029952
0-15°	12,8033	0,028506
15-30°	0,6363	0,001417
30-45°	0,0128	0,000029
Flysch éocène	0,6958	0,001549
0-15°	0,4466	0,000994
15-30°	0,2492	0,000555
Formations anthropiques	2,0320	0,004524
0-15°	1,5593	0,003472
15-30°	0,1988	0,000442
30-45°	0,1174	0,000261
45-90°	0,1565	0,000349
Formations d'altération	29,0082	0,064587
0-15°	20,0358	0,044609
15-30°	8,4849	0,018892
30-45°	0,4874	0,001086
Formations d'épandages et de versants	22,9237	0,051037
0-15°	22,1078	0,049221
15-30°	0,8061	0,001794
30-45°	0,0098	0,000022
Formations fluviales et littorales	104,1100	0,231799
0-15°	101,1102	0,225119
15-30°	2,9284	0,00652
30-45°	0,0697	0,000156
45-90°	0,0017	0,000004
Formations plaquées récentes	0,6583	0,001466
0-15°	0,4878	0,001086
15-30°	0,1658	0,000369
30-45°	0,0047	0,000011
Formations résiduelles	0,0359	0,00008
0-15°	0,0209	0,000046
15-30°	0,0151	0,000034
Intrusifs post-obduction	1,5849	0,003529
0-15°	0,8312	0,001851
15-30°	0,7220	0,001607
30-45°	0,0317	0,000071
Intrusifs post-péridotites	0,8790	0,001957
0-15°	0,5517	0,001229
15-30°	0,3273	0,000728
Nappe des péridotites	30,8714	0,068734
0-15°	21,1974	0,047196
15-30°	8,5988	0,019146
30-45°	1,0638	0,002367
45-90°	0,0114	0,000025
Unité de Poya	28,3352	0,063087
0-15°	26,7339	0,059522
15-30°	1,5664	0,003487
30-45°	0,0350	0,000078
Unités de la Chaîne Centrale	7,3326	0,016326
0-15°	3,8476	0,008567
15-30°	3,3084	0,007366
30-45°	0,1765	0,000393

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	35,2484	0,078479
Crétacé supérieur - Paléocène	0,0318	0,000071
0-15°	0,0318	0,000071
Flysch éocène	0,8474	0,001887
0-15°	0,5570	0,00124
15-30°	0,2783	0,00062
30-45°	0,0121	0,000027
Formations d'altération	0,0206	0,000046
0-15°	0,0001	0
15-30°	0,0205	0,000046
Formations fluviatiles et littorales	1,0350	0,002305
0-15°	1,0105	0,00225
15-30°	0,0245	0,000055
Nappe des péridotites	0,1597	0,000356
0-15°	0,1373	0,000306
15-30°	0,0224	0,00005
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	0,9339	0,002079
0-15°	0,2009	0,000447
15-30°	0,7012	0,001561
30-45°	0,0317	0,000071
Unité de la Boghen	15,6914	0,034937
0-15°	8,0143	0,017844
15-30°	7,2050	0,016042
30-45°	0,4721	0,001051
Unités de la Chaîne Centrale	12,6201	0,028097
0-15°	4,8638	0,010829
15-30°	6,9428	0,015457
30-45°	0,8136	0,001811
Unités ophiolitiques de type Koh	3,9086	0,008701
0-15°	1,6668	0,003711
15-30°	2,0509	0,004566
30-45°	0,1688	0,000375
45-90°	0,0221	0,000049

7.6. Annexe 06 : Analyse imbriquées pour les pistes – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	2 246,2028	5,001103
Crétacé supérieur - Paléocène	204,4433	0,455187
0-15°	165,7708	0,369084
15-30°	37,0214	0,082428
30-45°	1,6509	0,003675
45-90°	0,0002	0
Flysch éocène	197,7088	0,44019
0-15°	147,7853	0,329038
15-30°	46,6120	0,10378
30-45°	3,2960	0,007338
45-90°	0,0155	0,000034
Formations anthropiques	3,5119	0,007819
0-15°	2,8293	0,006299
15-30°	0,6349	0,001414
30-45°	0,0477	0,000106
Formations d'altération	56,5461	0,125897
0-15°	22,1661	0,049352
15-30°	32,3815	0,072096
30-45°	1,9967	0,004445
45-90°	0,0018	0,000004
Formations d'épandages et de versants	48,9721	0,109036
0-15°	48,0999	0,107094
15-30°	0,8723	0,001942
Formations fluviatiles et littorales	577,0481	1,284784
0-15°	574,1683	1,278373
15-30°	2,8374	0,006316
30-45°	0,0424	0,000095
Intrusifs post-obduction	0,0927	0,000207
0-15°	0,0701	0,000156
15-30°	0,0201	0,000045
30-45°	0,0026	0,000006
Intrusifs post-péridotites	0,0054	0,000012
0-15°	0,0031	0,000007
15-30°	0,0023	0,000005
Nappe des péridotites	17,0852	0,038038
0-15°	5,9663	0,013284
15-30°	9,1094	0,020281
30-45°	1,9463	0,004333
45-90°	0,0632	0,00014
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	2,6202	0,005834
0-15°	2,0278	0,004515
15-30°	0,5820	0,001296
30-45°	0,0104	0,000023
Unité de la Boghen	2,7354	0,00609
0-15°	1,8707	0,004165
15-30°	0,7204	0,001604
30-45°	0,1443	0,000321
Unité de Poya	625,8744	1,393492
0-15°	540,7040	1,203862
15-30°	80,5368	0,179313
30-45°	4,6337	0,010317
Unité de Téremba	287,9663	0,641147
0-15°	273,7432	0,609482
15-30°	14,0478	0,031276
30-45°	0,1753	0,000389
Unités de la Chaîne Centrale	195,8488	0,436052
0-15°	165,1104	0,367613
15-30°	29,4094	0,06548
30-45°	1,3290	0,002959
Unités métamorphiques intermédiaires	16,3665	0,03644
0-15°	13,9670	0,031097
15-30°	2,3516	0,005236
30-45°	0,0479	0,000107
Unités ophiolitiques de type Koh	9,3774	0,020878
0-15°	7,1823	0,015991
15-30°	2,1033	0,004683
30-45°	0,0918	0,000204

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	473,8894	1,055102
Formations d'altération	347,9128	0,77462
0-15°	276,6656	0,615988
15-30°	68,4748	0,152459
30-45°	2,7724	0,006173
Formations d'épandages et de versants	3,0940	0,006889
0-15°	2,9283	0,00652
15-30°	0,1380	0,000307
30-45°	0,0278	0,000062
Formations fluviatiles et littorales	93,1533	0,207402
0-15°	92,6887	0,206368
15-30°	0,4514	0,001004
30-45°	0,0133	0,00003
Formations plaquées récentes	6,4214	0,014297
0-15°	6,4171	0,014288
15-30°	0,0042	0,000009
Formations résiduelles	0,0694	0,000154
0-15°	0,0688	0,000153
15-30°	0,0006	0,000001
Intrusifs post-péridotites	1,8851	0,004197
0-15°	0,9544	0,002124
15-30°	0,8913	0,001985
30-45°	0,0395	0,000088
Nappe des péridotites	21,0023	0,046761
0-15°	7,2579	0,01616
15-30°	10,4709	0,023314
30-45°	3,2671	0,007273
45-90°	0,0064	0,000014
Unité de Poya	0,3511	0,000782
0-15°	0,3507	0,000781
15-30°	0,0004	0,000001

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	1 084,5752	2,414775
Crétacé supérieur - Paléocène	2,2834	0,005084
0-15°	2,0480	0,00456
15-30°	0,2354	0,000524
Flysch éocène	2,4790	0,005519
0-15°	1,8708	0,004165
15-30°	0,6073	0,001352
30-45°	0,0010	0,000002
Formations anthropiques	8,0190	0,017853
0-15°	2,4924	0,005549
15-30°	4,1196	0,009172
30-45°	1,4052	0,003128
45-90°	0,0019	0,000004
Formations d'altération	592,2717	1,318675
0-15°	266,1878	0,592658
15-30°	294,2854	0,655218
30-45°	31,7199	0,070624
45-90°	0,0786	0,000175
Formations d'épandages et de versants	21,7080	0,04833
0-15°	16,4572	0,03664
15-30°	5,0868	0,011325
30-45°	0,1550	0,000345
45-90°	0,0090	0,00002
Formations fluviales et littorales	107,2655	0,238822
0-15°	93,8119	0,208869
15-30°	12,2504	0,027274
30-45°	1,1902	0,00265
45-90°	0,0130	0,000029
Formations plaquées récentes	0,1985	0,000442
0-15°	0,1985	0,000442
Intrusifs post-obduction	3,6459	0,008118
0-15°	1,8076	0,004025
15-30°	1,7688	0,003938
30-45°	0,0695	0,000155
Intrusifs post-péridotites	9,3763	0,020877
0-15°	3,3256	0,007404
15-30°	5,6115	0,012495
30-45°	0,4392	0,000978
Nappe des péridotites	331,4368	0,737937
0-15°	100,3055	0,223328
15-30°	190,7495	0,424699
30-45°	39,9552	0,088959
45-90°	0,4266	0,000951
Unité de la Boghen	0,0106	0,000024
15-30°	0,0106	0,000024
Unité de Poya	2,4858	0,005534
0-15°	1,9602	0,004364
15-30°	0,5125	0,001141
30-45°	0,0130	0,000029
Unités de la Chaîne Centrale	3,3948	0,00756
0-15°	1,8866	0,004201
15-30°	1,4921	0,003323
30-45°	0,0160	0,000036

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Cœur de la Chaîne Centrale	50,3206	0,112041
Crétacé supérieur - Paléocène	0,6355	0,001416
0-15°	0,3456	0,00077
15-30°	0,2899	0,000646
Flysch éocène	4,9155	0,010944
0-15°	2,8069	0,00625
15-30°	1,9533	0,004348
30-45°	0,1553	0,000346
Formations d'altération	8,4740	0,018868
0-15°	4,8169	0,010725
15-30°	3,6105	0,008038
30-45°	0,0467	0,000105
Formations fluviatiles et littorales	2,0140	0,004485
0-15°	1,9100	0,004253
15-30°	0,1040	0,000232
Intrusifs post-péridotites	0,1879	0,000418
0-15°	0,1339	0,000298
15-30°	0,0540	0,00012
Nappe des péridotites	0,5746	0,00128
0-15°	0,1317	0,000294
15-30°	0,4426	0,000985
30-45°	0,0003	0,000001
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	0,4755	0,001059
0-15°	0,2105	0,000469
15-30°	0,2383	0,000531
30-45°	0,0266	0,000059
Unité de la Boghen	22,3030	0,049657
0-15°	11,7418	0,026143
15-30°	9,7236	0,021649
30-45°	0,8299	0,001848
45-90°	0,0076	0,000017
Unités de la Chaîne Centrale	9,5357	0,021231
0-15°	4,9594	0,011042
15-30°	4,0565	0,009032
30-45°	0,5195	0,001156
45-90°	0,0004	0,000001
Unités ophiolitiques de type Koh	1,2049	0,002683
0-15°	0,8528	0,001899
15-30°	0,3498	0,000779
30-45°	0,0024	0,000005

7.7. Annexe 07 : Analyse imbriquées pour les aménagements indifférenciés – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	2 048,8721	4,561762
Crétacé supérieur - Paléocène	211,3791	0,470628
0-15°	185,5922	0,413214
15-30°	22,6671	0,050468
30-45°	3,0910	0,006882
45-90°	0,0288	0,000064
Flysch éocène	275,1158	0,612538
0-15°	252,1074	0,56131
15-30°	21,3356	0,047504
30-45°	1,5326	0,003412
45-90°	0,1401	0,000312
Formations anthropiques	76,4007	0,170103
0-15°	75,3985	0,167872
15-30°	0,6908	0,001538
30-45°	0,3114	0,000693
Formations d'altération	9,4995	0,021153
0-15°	3,8764	0,008631
15-30°	4,5484	0,010129
30-45°	1,0431	0,002323
45-90°	0,0315	0,00007
Formations d'épandages et de versants	104,2161	0,232036
0-15°	100,7265	0,224266
15-30°	3,4897	0,00777
Formations fluviatiles et littorales	804,4922	1,791179
0-15°	804,0026	1,790089
15-30°	0,4603	0,001025
30-45°	0,0294	0,000065
Intrusifs post-péridotites	0,0891	0,000198
15-30°	0,0891	0,000198
Nappe des péridotites	3,5639	0,007935
0-15°	1,6627	0,003702
15-30°	1,2517	0,002787
30-45°	0,5869	0,001307
45-90°	0,0626	0,000139
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	1,4981	0,003336
0-15°	1,4143	0,003149
15-30°	0,0793	0,000177
30-45°	0,0045	0,00001
Unité de la Boghen	1,7480	0,003892
0-15°	0,7859	0,00175
15-30°	0,9621	0,002142
Unité de Poya	188,2307	0,419091
0-15°	179,1563	0,398887
15-30°	8,9173	0,019854
30-45°	0,1571	0,00035
Unité de Téremba	128,9366	0,287074
0-15°	125,6849	0,279833
15-30°	3,1964	0,007118
30-45°	0,0554	0,000123
Unités de la Chaîne Centrale	225,1092	0,501202
0-15°	213,7981	0,476017
15-30°	11,3109	0,025184
30-45°	0,0002	0,000001
Unités métamorphiques intermédiaires	18,4368	0,041049
0-15°	17,3192	0,038561
15-30°	1,1176	0,002488
Unités ophiolitiques de type Koh	0,1562	0,000348
0-15°	0,0850	0,000189
15-30°	0,0712	0,000159

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	265,3749	0,590848
Formations anthropiques	0,1100	0,000245
0-15°	0,0746	0,000166
30-45°	0,0100	0,000022
45-90°	0,0254	0,000057
Formations d'altération	181,4981	0,404101
0-15°	147,1183	0,327555
15-30°	33,3216	0,07419
30-45°	1,0240	0,00228
45-90°	0,0342	0,000076
Formations d'épandages et de versants	4,6541	0,010362
0-15°	4,6329	0,010315
15-30°	0,0182	0,00004
30-45°	0,0031	0,000007
Formations fluviatiles et littorales	61,7553	0,137495
0-15°	61,6807	0,137329
15-30°	0,0746	0,000166
Formations plaquées récentes	6,7831	0,015103
0-15°	6,7750	0,015085
15-30°	0,0082	0,000018
Intrusifs post-péridotites	1,0237	0,00228
0-15°	0,4170	0,000929
15-30°	0,5802	0,001292
30-45°	0,0266	0,000059
Nappe des péridotites	8,8215	0,019639
0-15°	3,6736	0,008178
15-30°	4,2642	0,009495
30-45°	0,8070	0,001796
45-90°	0,0766	0,00017
Unité de Poya	0,7289	0,001623
0-15°	0,7155	0,001593
15-30°	0,0134	0,00003

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	730,4245	1,62627
Crétacé supérieur - Paléocène	6,5270	0,014532
0-15°	6,0933	0,013567
15-30°	0,4169	0,000928
30-45°	0,0168	0,000037
Flysch éocène	0,1973	0,000439
0-15°	0,1855	0,000413
15-30°	0,0118	0,000026
Formations anthropiques	23,0136	0,051238
0-15°	6,2970	0,014021
15-30°	11,4491	0,02549
30-45°	5,0948	0,011343
45-90°	0,1728	0,000384
Formations d'altération	358,0906	0,797277
0-15°	151,9855	0,338392
15-30°	184,5737	0,410947
30-45°	21,0104	0,046779
45-90°	0,5210	0,001159
Formations d'épandages et de versants	11,4348	0,02546
0-15°	10,3731	0,023095
15-30°	0,9726	0,002166
30-45°	0,0859	0,000192
45-90°	0,0033	0,000007
Formations fluviatiles et littorales	90,7898	0,202142
0-15°	83,7593	0,186488
15-30°	6,5990	0,014692
30-45°	0,4313	0,000961
45-90°	0,0002	0,000001
Formations plaquées récentes	0,3083	0,000686
0-15°	0,3083	0,000686
Intrusifs post-obduction	0,1670	0,000372
0-15°	0,1486	0,000331
15-30°	0,0184	0,000041
Intrusifs post-péridotites	16,7150	0,037215
0-15°	6,4248	0,014304
15-30°	9,7016	0,0216
30-45°	0,5886	0,001311
Nappe des péridotites	215,7185	0,480293
0-15°	81,7782	0,182078
15-30°	112,9691	0,251523
30-45°	19,7476	0,043967
45-90°	1,2236	0,002725
Unité de Poya	7,3224	0,016303
0-15°	6,2321	0,013875
15-30°	1,0110	0,002251
30-45°	0,0793	0,000177
Unités de la Chaîne Centrale	0,1402	0,000313
0-15°	0,1152	0,000257
15-30°	0,0250	0,000056

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
☒ Cœur de la Chaîne Centrale	4,6227	0,010292
☒ Flysch éocène	1,0845	0,002415
0-15°	1,0704	0,002383
15-30°	0,0141	0,000032
☒ Formations fluviatiles et littorales	1,0106	0,00225
0-15°	0,8613	0,001918
15-30°	0,1492	0,000332
☒ Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	0,0867	0,000193
0-15°	0,0867	0,000193
☒ Unité de la Boghen	1,4805	0,003297
0-15°	1,3554	0,003018
15-30°	0,1251	0,000279
☒ Unités de la Chaîne Centrale	0,9350	0,00208
0-15°	0,8514	0,001895
15-30°	0,0789	0,000175
30-45°	0,0046	0,00001
☒ Unités ophiolitiques de type Koh	0,0254	0,000057
0-15°	0,0207	0,000046
15-30°	0,0047	0,000011

7.8. Annexe 08 : Analyse imbriquées pour les sols peu végétalisés – Détails des chiffres par HER – Géologie et classes de pente

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine littorale ouest	6 199,8208	13,803724
Crétacé supérieur - Paléocène	659,5485	1,468466
0-15°	369,5938	0,822891
15-30°	243,2619	0,541615
30-45°	45,5043	0,101313
45-90°	1,1886	0,002647
Flysch éocène	557,4371	1,241114
0-15°	293,5175	0,653504
15-30°	203,8046	0,453766
30-45°	59,5859	0,132666
45-90°	0,5291	0,001178
Formations anthropiques	44,5460	0,099181
0-15°	29,6261	0,065962
15-30°	10,7413	0,023916
30-45°	3,6530	0,008133
45-90°	0,5255	0,00117
Formations d'altération	134,5057	0,299472
0-15°	62,6527	0,139494
15-30°	67,1036	0,149404
30-45°	4,6990	0,010462
45-90°	0,0504	0,000112
Formations d'épandages et de versants	265,6618	0,591492
0-15°	190,0282	0,423094
15-30°	74,0454	0,164862
30-45°	1,5882	0,003536
Formations fluviales et littorales	1 389,6653	3,094051
0-15°	1 375,7757	3,063125
15-30°	12,9941	0,028932
30-45°	0,8838	0,001968
45-90°	0,0117	0,000026
Intrusifs post-obduction	0,1991	0,000443
0-15°	0,0507	0,000113
15-30°	0,1156	0,000257
30-45°	0,0328	0,000073
Intrusifs post-péridotites	0,0921	0,000205
15-30°	0,0054	0,000012
30-45°	0,0866	0,000193
Nappe des péridotites	50,1887	0,111744
0-15°	14,6111	0,032531
15-30°	26,1656	0,058257
30-45°	8,5057	0,018938
45-90°	0,9063	0,002018
Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	9,7338	0,021672
0-15°	5,3983	0,012019
15-30°	4,1194	0,009172
30-45°	0,2162	0,000481
Unité de la Boghen	8,9321	0,019887
0-15°	5,3351	0,011878
15-30°	2,8748	0,006401
30-45°	0,6781	0,00151
45-90°	0,0440	0,000098
Unité de Poya	1 538,8057	3,426106
0-15°	1 056,5479	2,352373
15-30°	441,1455	0,982198
30-45°	41,0861	0,091477
45-90°	0,0262	0,000058
Unité de Téremba	710,4672	1,581837
0-15°	538,8970	1,199841
15-30°	158,9044	0,353797
30-45°	12,6644	0,028196
45-90°	0,0014	0,000003
Unités de la Chaîne Centrale	771,7492	1,718278
0-15°	570,1185	1,269353
15-30°	170,8865	0,380474
30-45°	30,6024	0,068135
45-90°	0,1418	0,000316
Unités métamorphiques intermédiaires	48,3840	0,107725
0-15°	31,7203	0,070624
15-30°	14,6570	0,032633
30-45°	2,0067	0,004468
Unités ophiolitiques de type Koh	9,9045	0,022051
0-15°	6,9049	0,015373
15-30°	2,1895	0,004875
30-45°	0,6383	0,001421
45-90°	0,1718	0,000382

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Plaine du Grand Sud	1 803,1199	4,014596
Formations anthropiques	0,0083	0,000019
0-15°	0,0083	0,000019
Formations d'altération	1 174,1499	2,61421
0-15°	628,0563	1,398351
15-30°	509,3065	1,133955
30-45°	36,6353	0,081566
45-90°	0,1518	0,000338
Formations d'épandages et de versants	11,8260	0,02633
0-15°	10,6820	0,023783
15-30°	1,1349	0,002527
30-45°	0,0092	0,00002
Formations fluviales et littorales	273,4792	0,608895
0-15°	272,5644	0,606857
15-30°	0,9048	0,002015
30-45°	0,0100	0,000023
Formations plaquées récentes	43,2454	0,096284
0-15°	43,0634	0,095879
15-30°	0,1821	0,000405
Formations résiduelles	0,0250	0,000055
0-15°	0,0225	0,00005
15-30°	0,0024	0,000005
Intrusifs post-obduction	0,2445	0,000545
0-15°	0,0860	0,000191
15-30°	0,1420	0,000317
30-45°	0,0165	0,000037
Intrusifs post-péridotites	7,4534	0,016594
0-15°	2,7013	0,006014
15-30°	4,4321	0,009868
30-45°	0,3200	0,000712
Nappe des péridotites	292,5204	0,65129
0-15°	71,7451	0,159739
15-30°	156,7678	0,349039
30-45°	62,1617	0,138402
45-90°	1,8458	0,00411
Unité de Poya	0,1678	0,000374
0-15°	0,1629	0,000363
15-30°	0,0049	0,000011

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
Massifs ultrabasiques	4 792,0641	10,669403
Crétacé supérieur - Paléocène	4,3786	0,00975
0-15°	3,4657	0,007716
15-30°	0,9047	0,002015
30-45°	0,0082	0,000019
Flysch éocène	8,1753	0,018202
0-15°	3,8718	0,00862
15-30°	4,0343	0,008982
30-45°	0,2693	0,0006
Formations anthropiques	28,6881	0,063874
0-15°	6,7167	0,014955
15-30°	11,6009	0,025829
30-45°	9,6022	0,021379
45-90°	0,7684	0,001711
Formations d'altération	2 072,4827	4,614326
0-15°	695,2129	1,547872
15-30°	1 175,7418	2,617756
30-45°	197,2555	0,439185
45-90°	4,2726	0,009513
Formations d'épandages et de versants	93,9814	0,209246
0-15°	55,5335	0,123643
15-30°	34,3179	0,076407
30-45°	3,7104	0,008261
45-90°	0,4196	0,000935
Formations fluviales et littorales	453,3926	1,009466
0-15°	400,3900	0,891458
15-30°	49,3772	0,109938
30-45°	3,4870	0,007763
45-90°	0,1384	0,000307
Formations plaquées récentes	0,6693	0,00149
0-15°	0,6693	0,00149
Formations résiduelles	0,0157	0,000035
15-30°	0,0042	0,000009
30-45°	0,0115	0,000026
Intrusifs post-obduction	11,8107	0,026297
0-15°	4,1995	0,00935
15-30°	6,3891	0,014226
30-45°	1,1555	0,002573
45-90°	0,0665	0,000148
Intrusifs post-péridotites	33,2537	0,074039
0-15°	12,6166	0,028091
15-30°	18,9378	0,042164
30-45°	1,6905	0,003764
45-90°	0,0089	0,00002
Nappe des péridotites	2 060,5339	4,587722
0-15°	496,3666	1,105146
15-30°	1 101,5677	2,45261
30-45°	432,9118	0,963867
45-90°	29,6879	0,066099
Unité de la Boghen	0,0178	0,00004
0-15°	0,0170	0,000038
15-30°	0,0008	0,000002
Unité de Poya	12,4492	0,027718
0-15°	7,0734	0,015749
15-30°	4,8188	0,010729
30-45°	0,5571	0,00124
Unités de la Chaîne Centrale	12,2150	0,027198
0-15°	3,9549	0,008806
15-30°	6,4647	0,014394
30-45°	1,7953	0,003998

Géologie et classes de pente	Superficie (ha)	% du Total de la HER
☐ Cœur de la Chaîne Centrale	114,1003	0,254036
☐ Crétacé supérieur - Paléocène	0,9133	0,002033
0-15°	0,2037	0,000453
15-30°	0,2704	0,000602
30-45°	0,4118	0,000917
45-90°	0,0274	0,000061
☐ Flysch éocène	2,7527	0,006128
0-15°	1,5007	0,003341
15-30°	1,1240	0,002502
30-45°	0,1280	0,000285
☐ Formations d'altération	30,3934	0,06767
0-15°	12,0481	0,026825
15-30°	17,4221	0,03879
30-45°	0,9232	0,002055
☐ Formations fluviatiles et littorales	3,3881	0,007543
0-15°	3,1698	0,007057
15-30°	0,1706	0,00038
30-45°	0,0477	0,000106
☐ Intrusifs post-péridotites	0,1526	0,00034
0-15°	0,0878	0,000195
15-30°	0,0645	0,000144
30-45°	0,0003	0,000001
☐ Nappe des péridotites	3,4847	0,007758
0-15°	0,6268	0,001396
15-30°	2,1323	0,004747
30-45°	0,7183	0,001599
45-90°	0,0073	0,000016
☐ Serpentinites non définies ou anté-sénoniennes	1,4297	0,003183
0-15°	0,5704	0,00127
15-30°	0,7869	0,001752
30-45°	0,0724	0,000161
☐ Unité de la Boghen	35,0069	0,077942
0-15°	11,1356	0,024793
15-30°	16,5669	0,036886
30-45°	6,8997	0,015362
45-90°	0,4048	0,000901
☐ Unités de la Chaîne Centrale	34,1399	0,076011
0-15°	11,1126	0,024742
15-30°	15,9440	0,0355
30-45°	6,7338	0,014991
45-90°	0,3494	0,000778
☐ Unités ophiolitiques de type Koh	2,4390	0,005428
0-15°	0,9918	0,002207
15-30°	0,7114	0,001583
30-45°	0,6625	0,001475
45-90°	0,0733	0,000163