

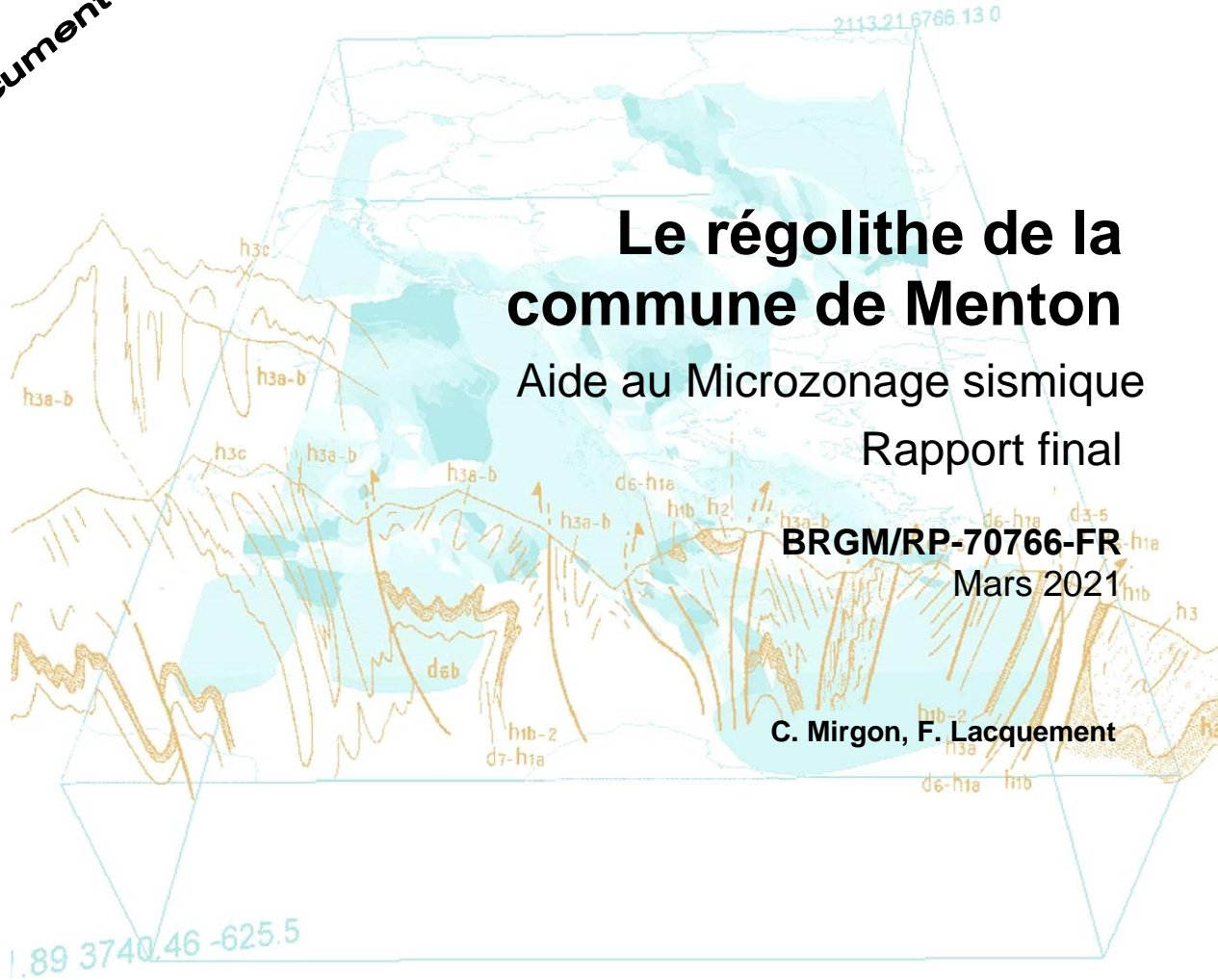


RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



Document public



# Le régolithe de la commune de Menton

Aide au Microzonage sismique  
Rapport final

**BRGM/RP-70766-FR**  
Mars 2021

C. Mirgon, F. Lacquement



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

Étude réalisée dans le cadre des opérations de Service public (ou projets de Recherche) du BRGM

Ce document a été vérifié par : (Baptiste Julien, géologue du régolithe) date : 07/07/2021

**Approbateur :**

Nom : Y.Callec

Fonction : Responsable Unité DGR/CGEO

Date : 12/07/2021

Signature :



Yannick CALLEC  
Responsable de l'Unité DGR/CGEO  
Cartographie Géologique des territoires

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : [qualite@brgm.fr](mailto:qualite@brgm.fr)

**Mots clés :** Aléa sismique, Menton, Cartographie prédictive, Régolithe.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

**Mirgon C., Lacquement F.** (2021) – Microzonage sismique de la commune de Menton- Aide à la cartographie du régolithe. Rapport BRGM/RP-70766-FR, 80 p., 23 fig., 3 ann.

## Synthèse

À la demande de la DDTM06, un Plan de Prévention du Risque sismique (PPRs) de la commune de Menton dans les Alpes-Maritimes (06) est en cours de réalisation et doit se dérouler en plusieurs phases :

- 2020 : affiner la connaissance du terrain existant sous la ville de Menton ;
- 2021 : réalisation du microzonage proprement dit ;
- 2022 : finalisation du PPRs.

En 2020, le travail a consisté à inventorier et à structurer la connaissance déjà acquise, mais également à en acquérir de nouvelles, à l'aide de campagne de terrain géologique et géophysique complémentaires.

Ces campagnes ont été menées grâce à une collaboration BRGM-CEREMA, le BRGM étant responsable de la campagne géophysique et le CEREMA du travail sur la géologie, avec la participation respective de chacun, dans les deux phases.

Concernant la géologie, l'objectif est d'obtenir une cartographie fine au 1/5 000 pour définir avec précision les formations superficielles, susceptibles de présenter un effet de site associé à la nature lithologique des dépôts de type régolithe (alluvions, colluvions, éboulis, formations altérées).

Ce travail s'est appuyé sur des cartographies existantes<sup>1</sup>, complétées et affinées par des levés de terrain.

Le BRGM a participé à ce travail, en apportant une aide à la cartographie du régolithe basée sur un accompagnement sur site des équipes du CEREMA afin de préciser les terrains concernés par cette étude. Dans un second temps, le BRGM, à partir d'une méthodologie d'analyse morphologique croisée avec la nature lithologique, basée sur une analyse statistique, a proposé une cartographie prédictive des formations meubles. Ces cartes prédictives sont produites et transmises au CEREMA. Cette cartographie est une aide pour orienter le travail de terrain et vérifier les zones qui semblent être concernées par le régolithe.

Ce rapport décrit la méthodologie appliquée, les traitements effectués et les résultats cartographiques obtenus pour ce travail géomorphologique statistique.

---

<sup>1</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur)

# Sommaire

<b>1. Contexte général de l'étude .....</b>	<b>6</b>
<b>2. Contexte et données géologiques.....</b>	<b>8</b>
2.1. CONTEXTE GLOBAL .....	8
2.2. DONNÉES UTILISÉES .....	8
2.2.1. Formations crétacées (C3-7) .....	10
2.2.2. Formations éocènes / oligocènes (e <sub>5</sub> , e <sub>6-7</sub> , g) .....	10
2.2.3. Formations superficielles .....	11
<b>3. Contexte et données morphologiques.....</b>	<b>14</b>
3.1. CONTEXTE GLOBAL .....	14
3.2. DONNÉES UTILISÉES .....	14
<b>4. Méthode appliquée .....</b>	<b>18</b>
<b>5. Résultats .....</b>	<b>20</b>
5.1. RÉSULTATS ISSUS DES DONNÉES SIG .....	20
5.2. RÉSULTATS INTERPRÉTÉS .....	24
5.3. RÉSULTATS CARTOGRAPHIQUES.....	26
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>28</b>
<b>7. Bibliographie.....</b>	<b>29</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Carte scan100@IGN .....	7
Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Menton à 1/50 000@BRGM (Gèze et al., 1968) .....	9
Figure 3 : Légende de la carte géologique de Menton à 1/50 000@BRGM (Gèze et al., 1968) .....	10
Figure 4 : Cône de déjection du Pian (en bleu) formé et tronqué par les torrents indiqués par des flèches rouge .....	13
Figure 5 : Extrait du MNT50@IGN des Alpes-Maritimes.....	15
Figure 6 : MNT5@IGN de Menton.....	15
Figure 7 : Carte des valeur de pentes issues du MNT50@IGN .....	16
Figure 8 : Carte des valeur de pentes issues du MNT5@IGN .....	16
Figure 9 : Variation morphologique sur la commune de menton.....	17
Figure 10 : Différentes étapes de traitements cartographiques - Phase 1 .....	19
Figure 11 : Différentes étapes de traitements statistiques .....	19
Figure 12 : Différentes étapes de traitements cartographiques - Phase 2.....	19



Figure 13 : Histogramme pour les formations sédimentaires détritiques et anthropiques .....	21
Figure 14 : Histogramme des pentes pour l'ensemble Éocène et Oligocène .....	21
Figure 15 : Histogramme des pentes pour l'ensemble des dépôts calcaires du Jurassique supérieur .....	22
Figure 16 : Histogramme des pentes pour l'ensemble des dépôts marno-calcaire du Crétacé .....	22
Figure 17 : Histogrammes des pentes pour l'ensemble des dépôts marno calcaires du Jurassique et du Crétacé .....	22
Figure 18 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts de l'Éocène et de l'Oligocène .....	24
Figure 19 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts marno-calcaires du Crétacé .....	25
Figure 20 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts calcaires du Jurassique supérieur .....	25
Figure 21 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé .....	25
Figure 22 : Ensemble Éocène-Oligocène - Seuil de pente estimé à 14° .....	27
Figure 23 : Carte des emprises des terrains susceptible de contenir des formations géologiques peu cohésives (altérites et roches remaniées) pour la commune de Menton.....	28

## Liste des annexes

Annexe 1: Ensemble des résultats statistiques .....	30
Annexe 2 : Résultats cartographiques d'intervalles de valeurs seuil des formations .....	45
Annexe 3 : Résultats cartographiques des seuils moyens pour tous les ensembles géologiques .....	76

# 1. Contexte général de l'étude

Pour mieux caractériser le risque sismique sur le département des Alpes-Maritimes, la DDTM06 pilote un ensemble de missions portant, entre autres, sur l'élaboration de Plan de Prévention des Risques Sismiques (PPRS). Après celui de Saint-Laurent-du-Var, la Préfecture souhaite porter les efforts de connaissance sur la commune de Menton, grâce à la réalisation d'un microzonage sismique en deux phases entre 2020-2021, pour aboutir à un PPRS en 2022.

Dans ce cadre, la phase 1 (2020) de ce travail a permis d'apporter la connaissance nécessaire à l'élaboration du microzonage, à la fois en inventoriant et structurant l'existant, mais également à l'aide de campagne de terrain géologique et géophysique complémentaires. Ces campagnes ont été menées grâce à une collaboration BRGM-CEREMA, le BRGM étant responsable de la campagne géophysique et le CEREMA du travail sur la géologie.

Néanmoins, il était convenu que chaque organisme intervenait de façon ponctuelle dans ces deux phases de travail à la fois pour permettre les échanges d'informations sur la connaissance du terrain et/ou les méthodologies appliquées.

La campagne de terrain géologique a consisté à réaliser une carte géologique au 1/5 000 de la commune de Menton, à partir de cartographies existantes<sup>2</sup>, complétées et affinées par des levés de terrain. Au final ce travail a permis de cartographier avec précision les formations superficielles susceptibles de présenter un effet de site lithologique (alluvions, éboulis, formations altérées).

Le BRGM a participé à cette phase de travail, en apportant une aide à la cartographie du régolithe basée sur une méthode d'analyse géomorphologique statistique permettant d'orienter la campagne de terrain du CEREMA. Cette aide a consisté plus précisément à faire une pré-cartographie du régolithe à partir des données géologiques et morphologiques existantes, afin de localiser ces formations qui doivent ensuite être vérifiées sur le terrain.

Le présent rapport explicite le travail effectué par le BRGM pour réaliser cette phase de cartographie préliminaire, basée sur cette méthode géomorphologique statistique.

Ce travail s'est effectué sur l'ensemble d'une zone un peu plus vaste que l'étendue communale stricte. La figure ci-dessous (Figure 1) montre l'étendue de cette zone (rectangle noir) par rapport à l'étendue de la commune (contour violet).

---

<sup>2</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur)



Figure 1 : Carte scan100@IGN.

## **2. Contexte et données géologiques**

### **2.1. CONTEXTE GLOBAL**

La commune de Menton se situe sur des terrains sédimentaires datés de l'Éocène. Ces terrains reposent en discordance sur des séries datées du Jurassique et du Crétacé. Les roches sont affectées par les déformations qui ont conduit à la formation des Alpes et du relief actuel. La série datée de l'Éocène et son substratum sont plissés et décrivent une gouttière synclinale affectée de failles et de plis secondaires de direction globalement N-S. Les flancs du pli sont fortement redressés, les terrains du Jurassique forment de grandes falaises qui entourent la ville. L'axe de la structure plissée plonge vers le sud d'une vingtaine de degrés. Une altération de sub-surface peu épaisse affecte l'ensemble des roches de manière différentielle selon la lithologie. L'érosion est particulièrement active du fait des reliefs. Les profils formés sont rapidement érodés et évacués comme en témoigne la présence de dépôts de pentes (colluvions de faible épaisseur) et d'alluvions (localement épais) pouvant constituer des cônes de déjections entaillés par l'érosion au sorti de vallées encaissées.

### **2.2. DONNÉES UTILISÉES**

Les données géologiques utilisées pour réaliser ce travail d'analyse statistique géomorphologique sont les données issues de carte géologique de Menton au 1/50 000 (Gèze *et al.*, 1968) du BRGM. Elles concernent la zone comprise dans le rectangle noir définie précédemment (Figures 2 et 3).

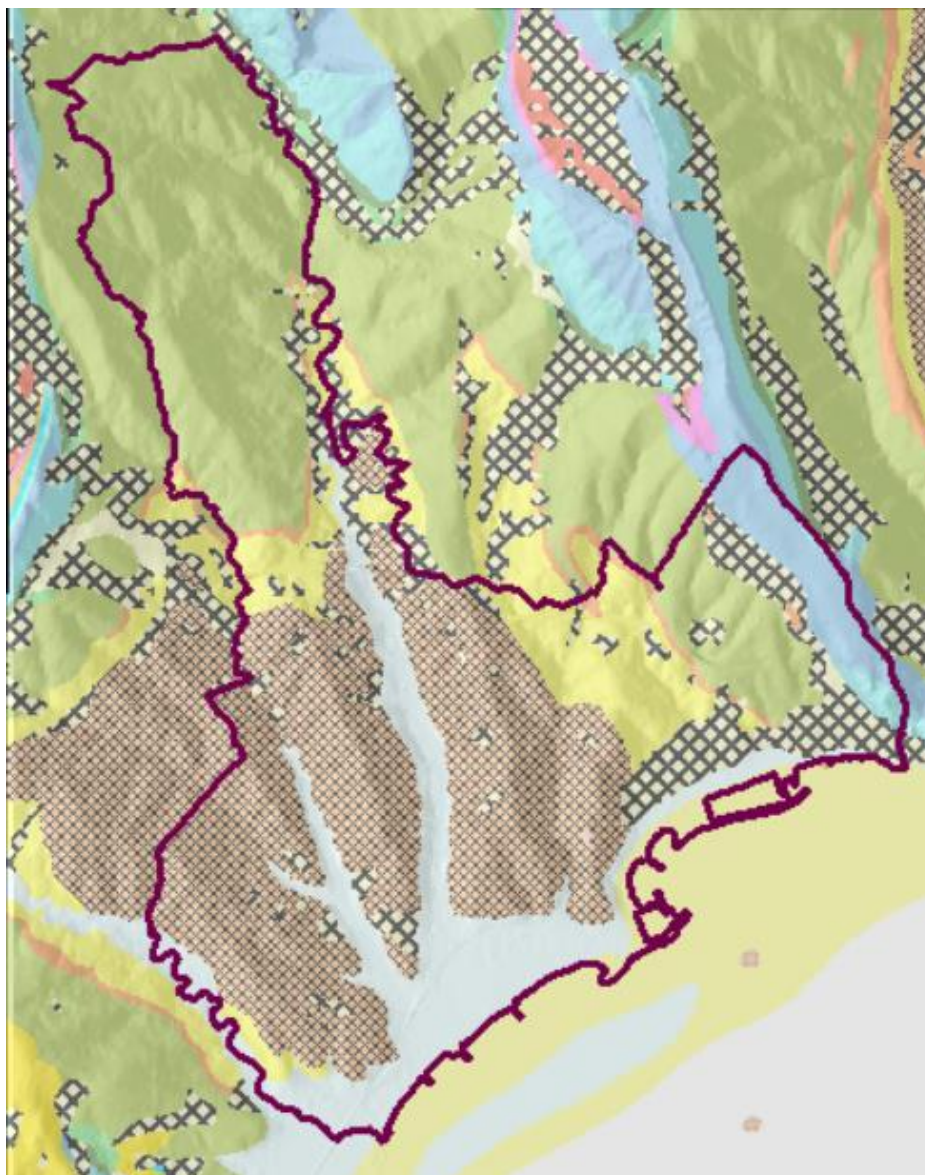


Figure 2 : Extrait de la carte géologique de Menton à 1/50 000 @ BRGM (Gèze et al., 1968).



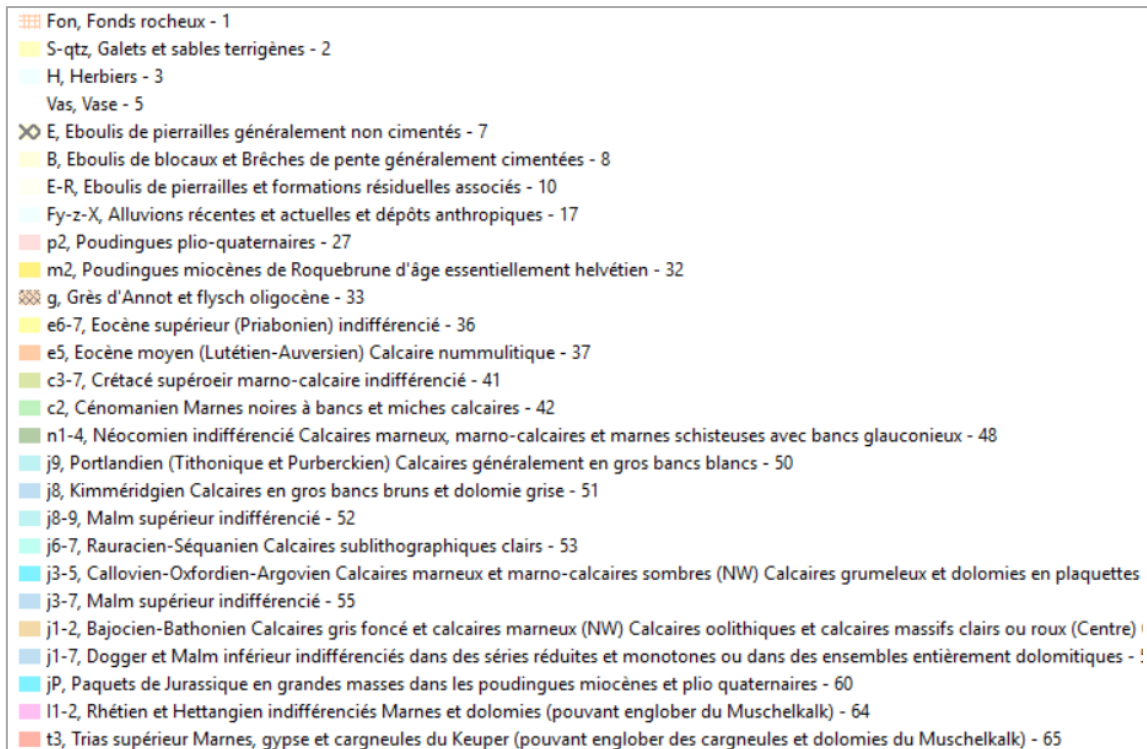


Figure 3 : Légende de la carte géologique de Menton à 1/50 000 @BRGM (Gèze et al., 1968).

Ces données sont initialement sous forme vecteur représentant les diverses formations géologiques (Figure 2).

Elles ont été rastérisées pour effectuer les traitements.

Les diverses formations géologiques et leurs natures lithologiques rencontrées dans la zone d'étude sont décrites ci-après, à l'exception des formations anté-Crétacé, qui ne sont pas concernées par l'étude.

### 2.2.1. Formations crétacées (C3-7)

Les terrains du Crétacé sont caractérisés par une série marno-carbonatée indifférenciée, avec des alternances de bancs calcaro-marneux et des bancs marneux centimétriques à métriques. Fortement déformées, les séries décrivent un large synclinal aux flancs très redressés. De nombreuses failles, diaclases et fentes structurent les couches.

Concernant l'altération, les carbonates sont affectés par des dissolutions fragilisant la roche et la rendant instable en surface. Les niveaux plus marneux altérés s'argilisent ce qui favorise le déchaussement des blocs. Les fortes pentes qui caractérisent le secteur ne permettent pas de développer des fronts d'altération épais, les roches étant rapidement évacuées par l'érosion sous la forme de colluvions, de chutes de blocs ou de glissements de surface. Les formations superficielles développées au dépend de ce substratum sont peu épaisses.

### 2.2.2. Formations éocènes / oligocènes (e5, e6-7, g)

À Menton, la série éo-oligocène repose en légère discordance sur les terrains du Crétacé. Elle évolue depuis un pôle carbonaté vers un pôle détritique avec, de la base vers le sommet : les calcaires à nummulites (e5), les marnes du flysch éocène (e6-7), les grès d'Annot et le flysch oligocène (g).

### ***Calcaire à nummulites (e5)***

La base de la série est marquée par la présence de calcaires marneux massifs, riches en nummulites. La puissance de cette série calcaire est d'environ une vingtaine de mètres. Ces calcaires sont facilement reconnaissables grâce aux nummulites qu'ils contiennent qui peuvent parfois atteindre plusieurs centimètres. Cette barre carbonatée est généralement marquée sur la topographie par un relief net, notamment quand les couches sont verticales. L'altération des calcaires est faible et n'affecte que la pellicule de surface des roches. Il n'y a quasiment pas de formation superficielles se dégageant de cette lithologie.

Selon la carte géologique ces calcaires sont parfois absents, notamment dans le coin N-W du synclinal. Cette absence est soit due au fait que le dépôt n'est pas continu, soit parce qu'il est tronqué par des failles alpines non cartographiées sur la carte géologique à 1/50 000. Une révision de la carte dans ce secteur mériterait d'être réalisées avec les nouveaux affleurements observés durant cette étude.

### ***Marnes du flysch éocène (e6-7)***

Directement au-dessus du calcaire apparaissent des marnes grises bleutées monotones sur plusieurs dizaines de mètres de puissance. À l'affleurement, le sol se développe facilement sur la formation marneuse ne laissant que rarement les roches affleurer. À la faveur de talus frais, les marnes affleurantes sont affectées par un débit particulière millimétrique à centimétrique à l'origine de la formation de petits cônes d'éboulis de pieds de pente. Il n'y a pas de profil d'altération épais développé au dépend de cette formation. Seule la partie sub-affleurante a subi une altération supergène sur quelques dizaines de centimètres d'épaisseur, cette altération se marque par une décoloration de la roche qui devient grise clair.

### ***Grès d'Annot et le flysch oligocène (g)***

La puissance des terrains attribués à l'Oligocène est supérieure à 350 mètres. Ils sont caractérisés par une série gréseuse où le ciment carbonaté est peu présent. Le passage des marnes inférieures de l'Éocène au grès d'Annot est marqué par la présence de séquences granoclassées avec des dépôts sableux moyens homogènes à la base laissant peu à peu la place à des marnes argileuses. La base des séquences est érosive, chaque séquence ayant une puissance de 1,5 à 2 m. Peu à peu le terme argileux disparaît pour laisser la place à des dépôts gréseux épais plurimétriques. Les lithologies rencontrées au sein des grès sont variables. Les sables à grains moyens dominent la série. Quelques passées conglomératiques lenticulaires s'intercalent, elles permettent de souligner le litage. Au sein de la série, quelques séquences silto-marneuses sont présentes, elles forment des paquets épais de quelques mètres. Vers le sommet de la série les grès prédominent.

En surface les grès sont systématiquement altérés, cette altération se marque la présence d'une bande altérée d'épaisseur métrique (1 à 2 mètres maximum) qui suit la topographie et qui se caractérise par la formation de fissures planes, subparallèle à la surface topographique et par la transformation de la roche. L'altération des grès permet la production de sables. Le passage des grès (faciès « sain ») aux sables (faciès altéré) s'effectue très rapidement. Compte tenu des pentes relativement fortes, le matériel sableux est évacué rapidement, il drape les versants avec une fine pellicule discontinue.

### **2.2.3. Formations superficielles**

La carte géologique contient deux caissons qui traitent des formations superficielles : les « Éboulis de pierrailles » et les « Alluvions récentes et actuelles et dépôts anthropiques » (Gèze et al., 1968). Ces formations sont très peu décrites dans la notice de la carte

géologique, elles correspondent à des dépôts meubles. Les caissons de la carte géologique ne décrivent pas l'ensemble des lithologies rencontrées sur le terrain. Au cours du projet, une mission de terrain a permis de caractériser de manière plus précise les différents dépôts récents présents décrits ci-après.

### ***Colluvions de pente***

Développées sur la formation d'Annot, les colluvions sont constituées de sables argileux à blocs de grès dont la taille maximale observée est de 1 m. Ils sont présents uniquement dans les petits vallons latéraux des vallées principales ou ils tapissent les versants et s'accumulent dans le fond du vallon pour migrer vers les drains principaux. Leur épaisseur est variable, elle peut atteindre la dizaine de mètres. Ces dépôts de pente notés comme « éboulis » sont sous représentés sur la carte géologique.

### ***Alluvions***

Les vallées des torrents de Gorbio, du Borrigo et du Carei sont fortement aménagés. L'habitat repose en partie sur des dépôts anthropiques. Sous ces dépôts anthropiques sont présents des alluvions grossières conglomératiques litées et des sables grossiers.

Les affleurements laissant voir ces dépôts sont particulièrement difficile à trouver. Lors de la mission de terrain effectuée en septembre 2020, au niveau du chantier de construction de plusieurs immeubles situés en face du supermarché du quartier de Résédas, des profondes excavations ont mis à jours au niveau de l'entrée de la résidence, sous 2 mètres d'alluvions des calcaires massifs sains bleutés appartenant très certainement à la base de la série Éocène (calcaires à nummulites). Au-dessus, les alluvions correspondent à des dépôts lités conglomératiques dont l'épaisseur dépasse plusieurs mètres. La puissance totale d'alluvions grossières à cet endroit avoisine la quinzaine de mètres entre les niveaux les plus hauts et le fond de vallée actuel. Une partie du dépôt est érodé, notamment dans la partie centrale de la vallée. Vers le Sud et dans le cœur des vallées, au vue de la largeur des vallées, la présence de plusieurs mètres de sédiments préservées sous les dépôts anthropiques n'est pas à exclure.

### ***Complexe littoral***

Le long du littoral, au débouché des torrents et là où la ville de Menton s'est principalement installée (sud de la voie de chemin de fer) se côtoient les dépôts anthropiques, les formations littorales sableuses et caillouteuses ainsi que les dépôts alluviaux. De manière générale, si les dépôts anthropiques sont situés au-dessus de l'ensemble des formations géologiques, à la vue du bâti, il n'est pas possible de distinguer les différents dépôts et d'en caractériser les emprises. Dans ce cas, l'ensemble est rassemblé sous le terme de « ***Complexe littoral indifférencié*** ». La puissance de ce complexe tend à croître en direction de la mer, son épaisseur n'est pas connue.

Au niveau du parc du Pian, il existe une surface avec une faible pente douce constante (nettement plus douces que les pentes naturelles développées sur les grès), inclinée vers la mer, de plusieurs hectares. Les roches sous-jacentes correspondent à un ensemble meuble lité contenant des petits éléments carbonatés partiellement recristallisés noyés dans une matrice argilo-limoneuse blanchâtre. Ces dépôts sont à minima épais de plus d'une dizaine de mètres et correspondent à un dépôt de cône de déjection issu des vallées encaissées situées dans les parties amont du relief. Il correspond au « ***Cône de déjection du Pian*** » (Figure 4). Ce cône n'est plus actif, il est recoupé par 3 vallons NW-SE incisant les dépôts.



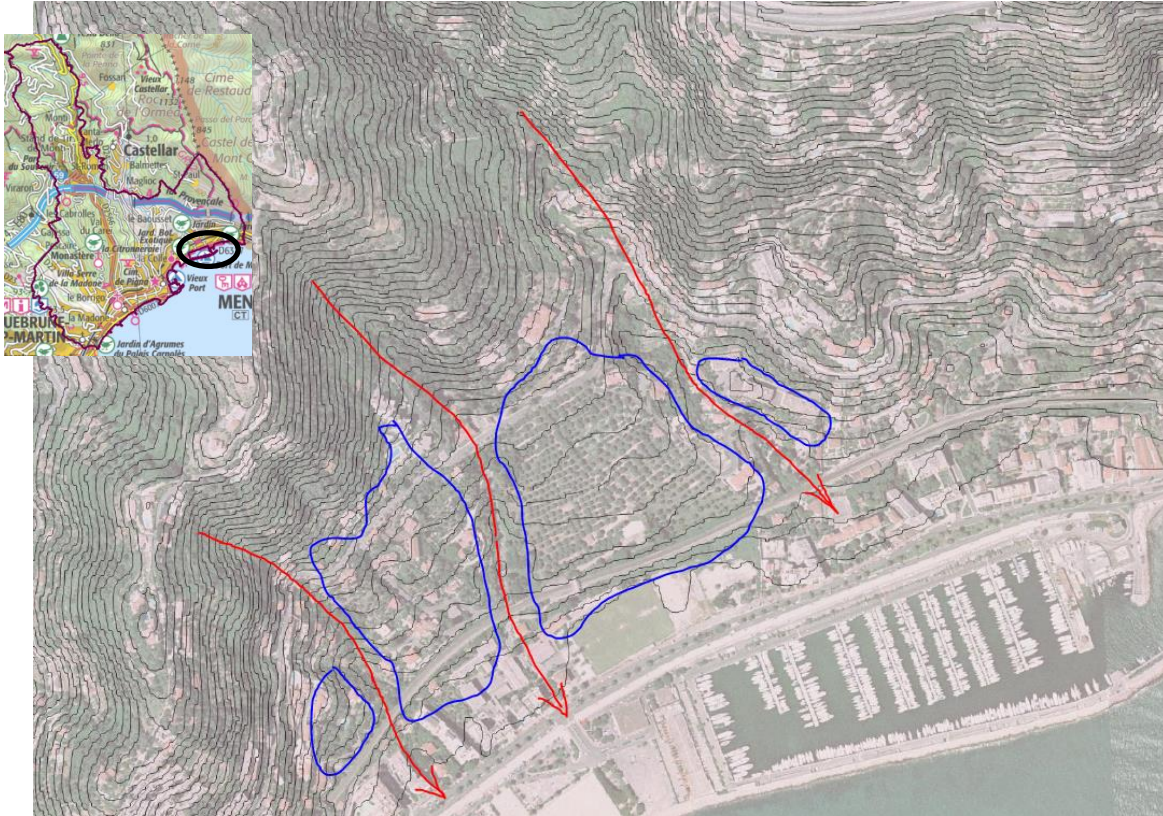


Figure 4 : Cône de déjection du Pian (en bleu) formé et tronqué par les torrents indiqués par des flèches rouge.

## 3. Contexte et données morphologiques

### 3.1. CONTEXTE GLOBAL

La morphologie des paysages varie en fonction de la nature des roches : les barres calcaires constituées par les terrains du Crétacé et du Jurassique forment des reliefs à forte dénivelée alors que l'ensemble des terrains de l'Éocène et de l'Oligocène se marque par des reliefs relativement plus doux. Dans le détail, les variations de la morphologie et de la topographie sont intimement liées à la nature des roches et de leur comportement face à l'érosion<sup>3</sup>. Sur la commune de Menton dans les grès d'Annot on note, en plus, une variation morphologique dans les versants. Les versants occidentaux sont en général à pente constante alors que les versants orientaux ne le sont pas. Les versants orientaux sont de forte pente dans la partie supérieure et de pente plus douce dans la partie inférieure. Cette différence est peut-être associée aux directions principales des pluies qui arrivent depuis l'Italie et qui affectent le massif de manière hétérogène.

### 3.2. DONNÉES UTILISÉES

Les données morphologiques utilisées pour réaliser ce travail d'analyse statistique géomorphologique sont les données issues du MNT au pas 50 m du département des Alpes-Maritimes (Figure 5) et celui au pas de 5 m de la commune de Menton et alentours (Figure 6) de l'IGN. Elles concernent la zone comprise dans le rectangle noir définie précédemment.

Ces données sont sous forme de raster exprimant des altitudes en m. Elles ont été transformées en valeurs de pentes exprimées en degrés (Figure 7 et Figure 8).

Le MNT50 a été retenu pour les traitements SIG, car il a une précision compatible avec les données géologiques au 1/50 000.

Le MNT5 a été utilisé dans un deuxième temps, pour la représentation de meilleure qualité cartographique des seuils de pentes par formations géologiques.

---

<sup>3</sup> **Thiery Y., Lacquement F., Marçot N. (2018).** Weathering related to landslide in the Maures Massif (France): towards a generic approach to assess landslide susceptibility - Part I- Articles 843 I., 28 p.

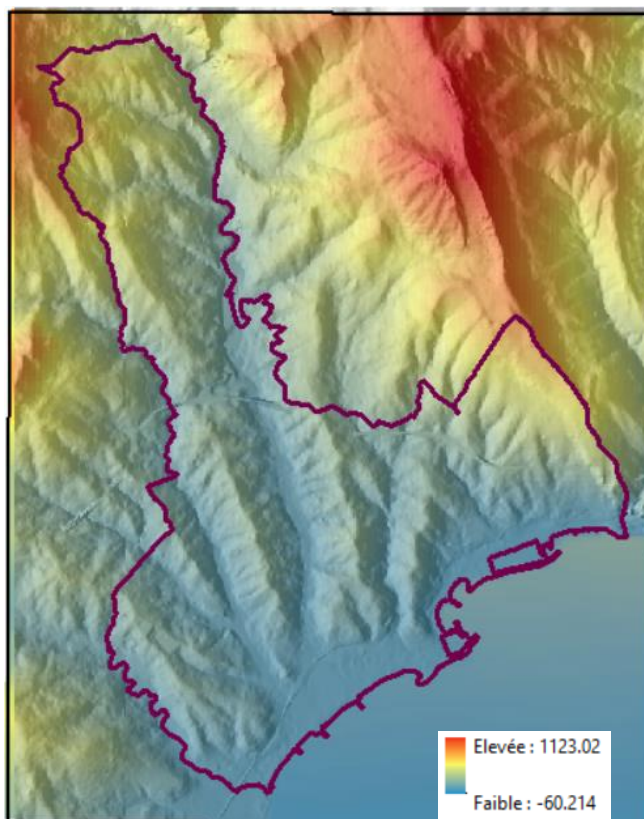


Figure 5 : Extrait du MNT50@IGN des Alpes-Maritimes

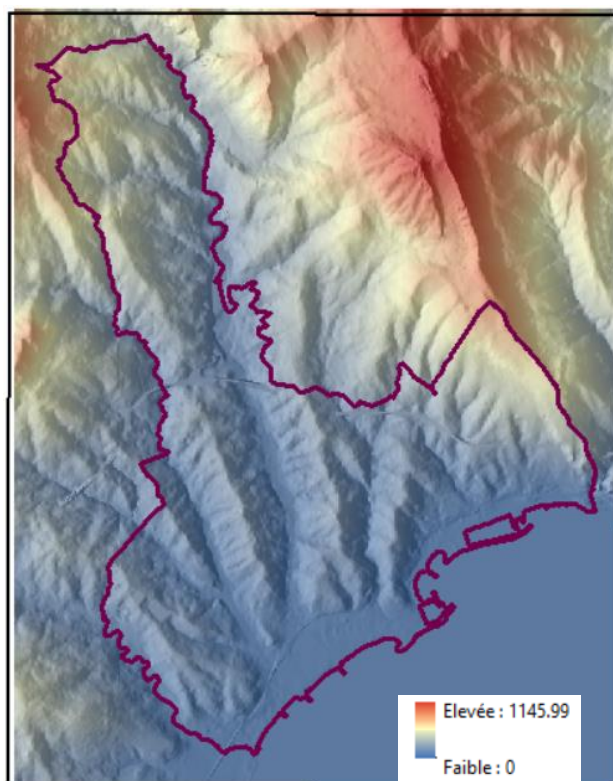


Figure 6 : MNT5@IGN de Menton



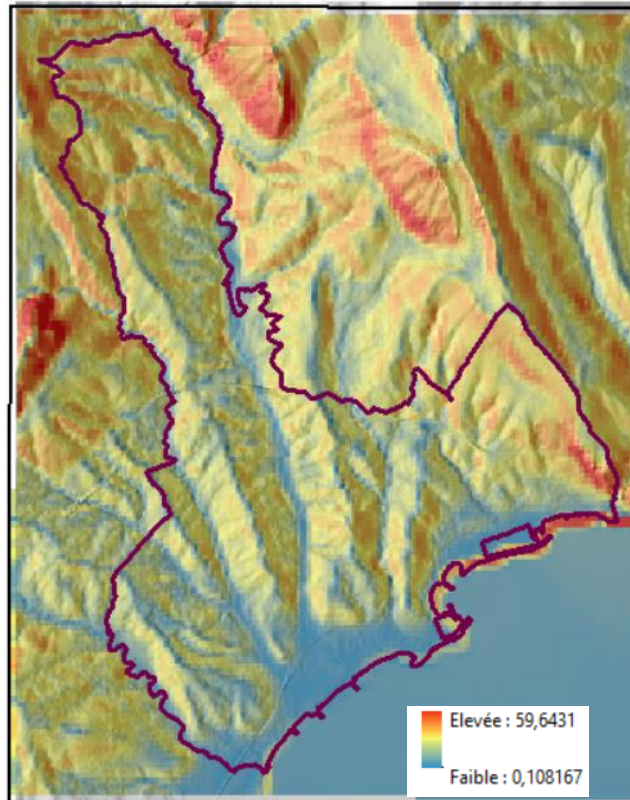


Figure 7 : Carte des valeur de pentes issues du MNT50@IGN



Figure 8 : Carte des valeur de pentes issues du MNT5@IGN

Ce MNT5 permet également la réalisation de courbes de niveaux avec une résolution précise qui met en évidence un relief très accentué et contrasté sur la commune de Menton. La Figure 9 illustre cela en montrant la variation morphologique des versants des vallées (bleu) et des crêtes (rouge).

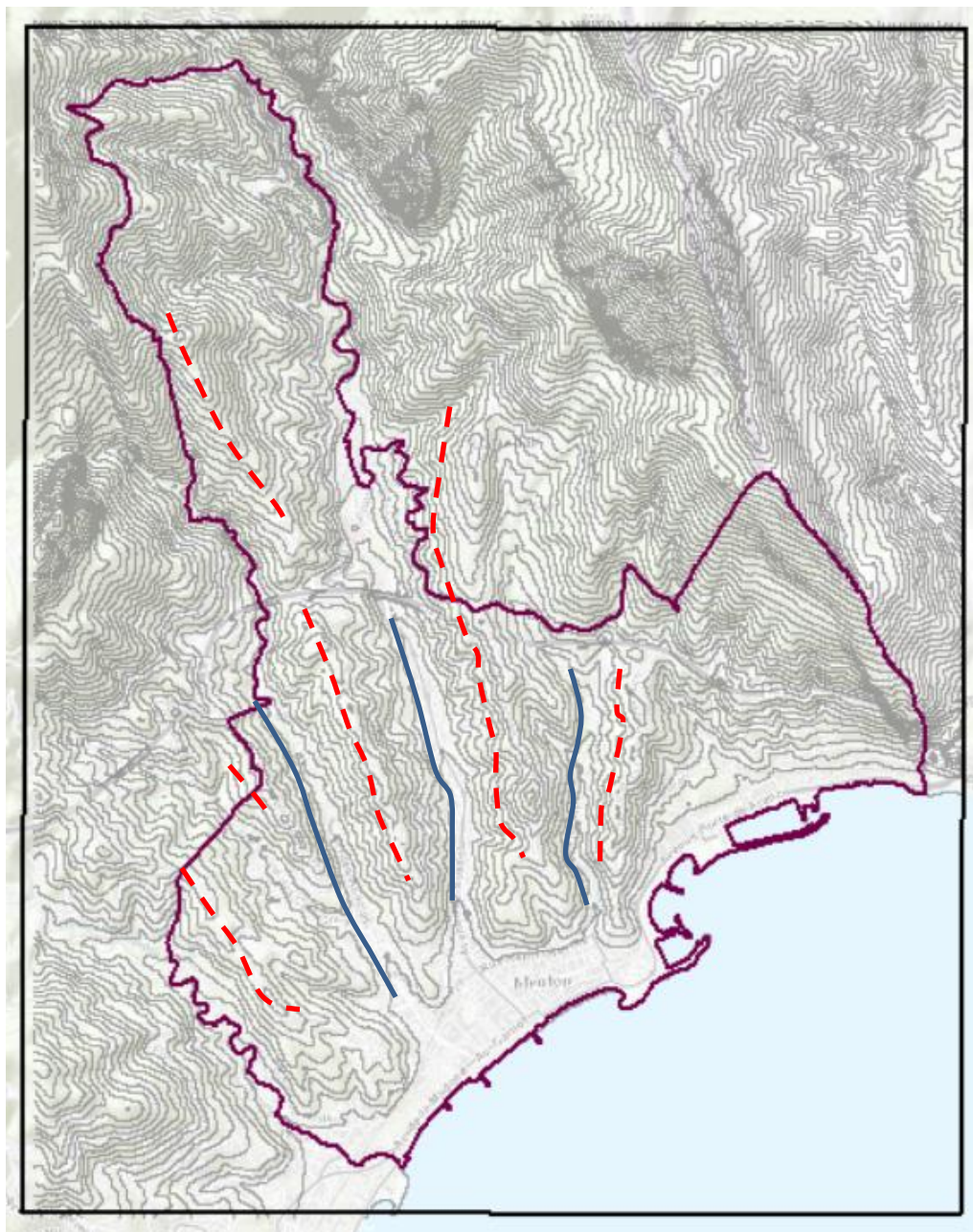


Figure 9 : Variation morphologique sur la commune de Menton.

## 4. Méthode appliquée

La méthode qui a été appliquée dans le cadre de ce rapport, est basée sur l'analyse statistique des données géologiques et morphologiques de la zone d'étude. Cette méthode a été développée dans le cadre d'une étude sur les mouvements de terrain (**Thiery Y., Lacquement F., Marçot N. 2018**).

La première étape a consisté à recenser l'ensemble des formations géologiques de la zone et de les confronter à la morphologie existante.

Ce travail s'est fait par un traitement cartographique SIG, à partir des formations géologiques rastérisées et de la carte des pentes également sous forme de raster.

Pour chaque pixel d'une formation géologique donnée, a été associée la valeur de pente existante. Un comptage du nombre de pixels d'une même formation par classe de pentes a été réalisé.

Puis ce résultat a été normé, en calculant la somme cumulée du nombre de pixels par classe de pente, puis leur pourcentage par rapport au nombre total de pixels contenu dans une formation.

Ces premiers résultats ont été transcrits sous forme de graphiques représentant en abscisse la classe de pentes en degré, et en ordonnée le pourcentage obtenu.

L'interprétation des courbes obtenues a mis en évidence des seuils de pente par type de formation géologique. Ces seuils ont été interprétés comme étant la limite entre les zones de pente naturelle avec altération et sans altération.

Un fois ces seuils de pentes établis dans un intervalle de valeurs autour d'une valeur moyenne, ces données ont été retranscrites sous forme cartographique dans laquelle sont représentées, pour chaque formation géologique, les deux zones concernées par des valeurs de pentes au-dessous et au-dessus du seuil déterminé.

Plusieurs itérations ont été nécessaires pour au final estimer la valeur de seuil la plus représentative.

Une fois ces seuils définis, des cartes résultantes ont été établies en gardant que les zones situées en dessous des seuils de pentes de l'ensemble des formations, représentant ainsi les zones ayant été altérées.

Les différentes étapes des traitements effectués sont synthétisées par des exemples schématiques ci-dessous :

- cartographie phase1 (Figure 10) ;
- traitement statistique sous Excel (Figure 11) ;
- cartographie phase 2 (Figure 12).



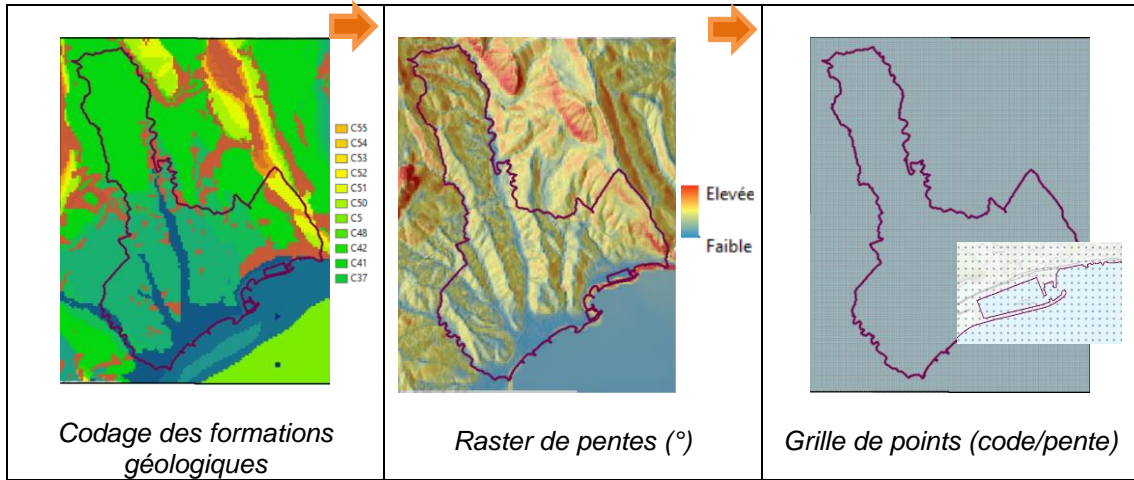


Figure 10 : Différentes étapes de traitements cartographiques – Phase 1

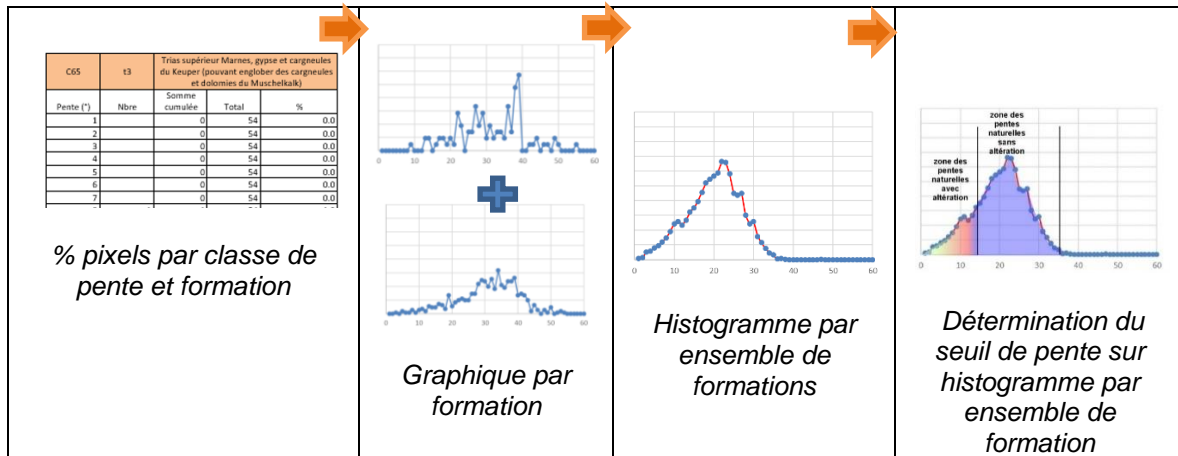


Figure 11 : Différentes étapes de traitements statistiques

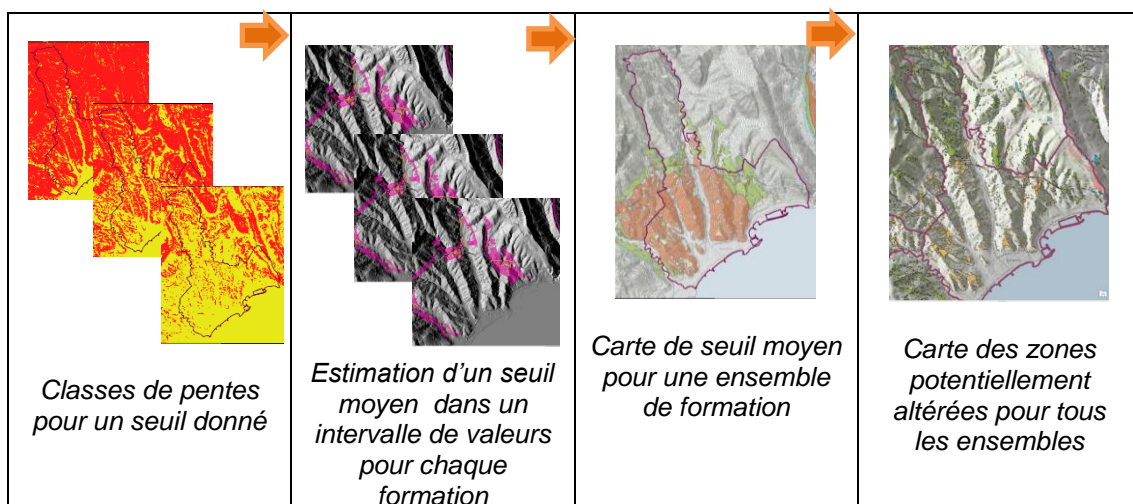


Figure 12 : Différentes étapes de traitements cartographiques - Phase 2

## 5. Résultats

### 5.1. RÉSULTATS ISSUS DES DONNÉES SIG

Comme cela est expliqué dans le chapitre 2, en croisant les contours de la carte géologique avec la carte des valeurs de pentes calculées à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT), il a été possible de réaliser des histogrammes de pente par entité géologique normé sur le nombre d'échantillons afin de pouvoir comparer les diagrammes des différentes lithologies.

Les données brutes permettant la réalisation des diagrammes, ainsi que les histogrammes pour les séries se situant dans la zone élargie sont fournis en **annexe1**.

Seuls les histogrammes des lithologies rencontrées sur le territoire de la commune de Menton sont reportés ci-dessous.

Chaque histogramme correspond à un ensemble de caissons de la carte géologique regroupés par ensemble ayant les mêmes affinités lithologiques.

Ainsi, sont produits 5 histogrammes pour :

- **Les formations sédimentaires détritiques et anthropiques** regroupant les lithologies (Figure 13) :
  - Alluvions récentes et actuelles et dépôts anthropiques (Fy-z-X), nombre total de pixels : 1012 ;
  - Poudingues miocènes (C32/m2), nombre total de pixels : 117 ;
  - Nombre total final de pixels : 1129.
- **L'ensemble des dépôts de l'Éocène et de l'Oligocène** regroupant les lithologies (Figure 14) :
  - *Grès d'Annot et Flysch - Oligocène (C33/g)*, nombre total de pixels : 2680;
  - *Éocène supérieur (Priabonien) indifférencié (C36/e6-7)*, nombre total de pixels : 1086;
  - *Calcaire nummulitique - Éocène moyen (C37/e5)*, nombre total de pixels : 293 ;
  - Nombre total final de pixels : 4059.
- **L'ensemble des dépôts marno-calcaires du Crétacé** regroupant les lithologies (Figure 16) :
  - *Marno calcaire indifférencié - Crétacé supérieur - (C41/c3-7)*, nombre total de pixels : 4777 ;
  - *Marnes noires à bancs et miches calcaires - Cénomaniens (C42/c2)*, nombre total de pixels : 95 ;
  - Nombre total final de pixels : 4872.
- **L'ensemble des dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé** regroupant les lithologies (Figure 17) :
  - *Calcaires marneux, marno-calcaires et marnes schisteuses avec bancs glauconieux - Néocomien (C48/n1-4)*, nombre total de pixels : 105 ;
  - *Calcaires en gros bancs bruns et dolomie grise - Kimméridgien (C51/j8)* ; 549 ;
  - Marno calcaires, Malm supérieur (C55/j3-7), nombre total de pixels : 165
  - Nombre total final de pixels : 819.



- **L'ensemble des dépôts calcaires du Jurassique supérieur** regroupant une seule lithologie (Figure 15) : *Calcaires généralement en gros bancs blancs - Portlandien (C50/9)*, nombre total de pixels : 547.

Chaque histogramme représente le % de pixels par classe de pentes exprimée en degré allant de 0 à 60°, avec un pas de 1° ->  **$y(\%) = f(x = \text{classe de pentes en degré})$** .

Le % est obtenu par le nombre de pixels dans la classe de pente considérée, ordonné et cumulé, par rapport au nombre total de pixels pour la formation étudiée.

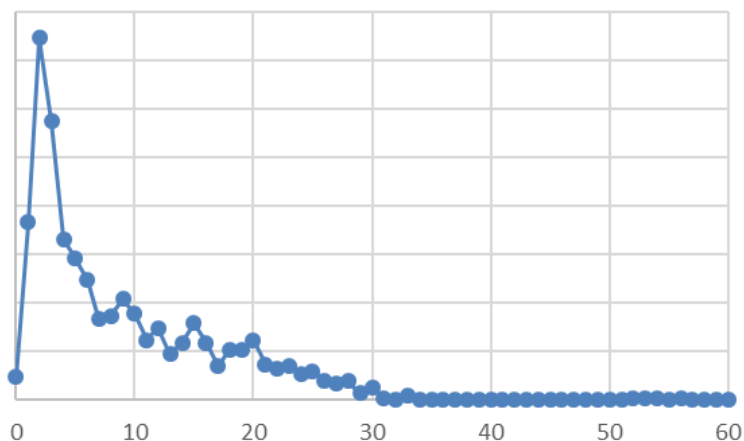


Figure 13 : Histogramme pour les formations sédimentaires détritiques et anthropiques

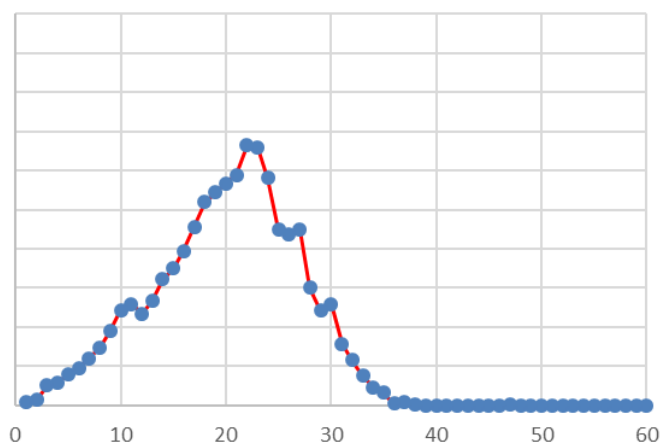


Figure 14 : Histogramme des pentes pour l'ensemble Éocène et Oligocène

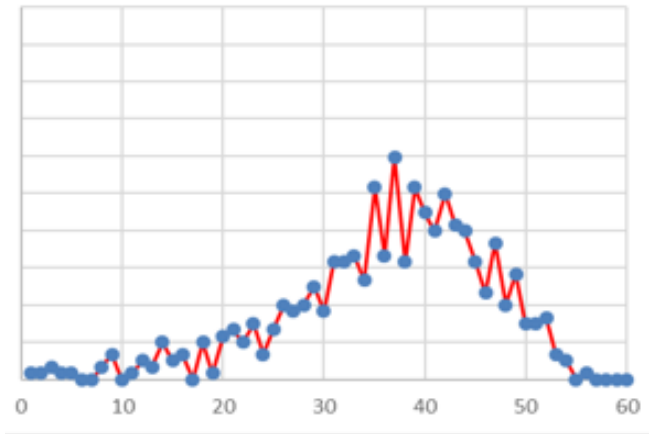


Figure 15 : Histogramme des pentes pour l'ensemble des dépôts calcaires du Jurassique supérieur

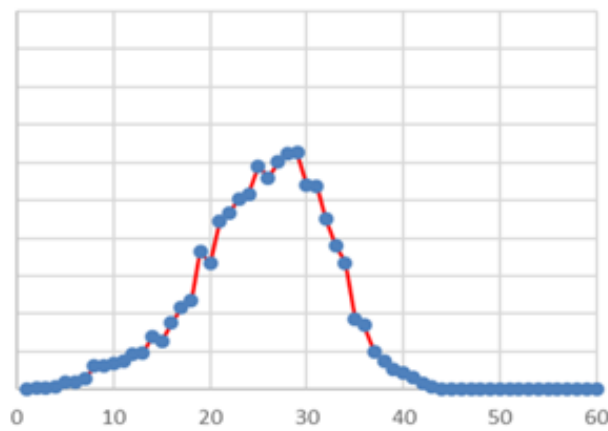


Figure 16 : Histogramme des pentes pour l'ensemble des dépôts marno-calcaire du Crétacé

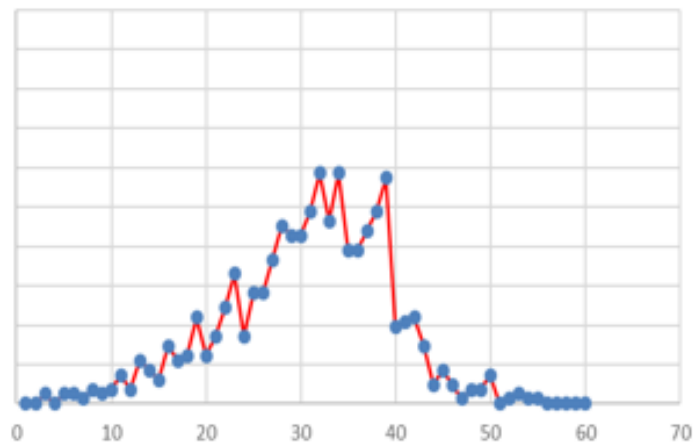


Figure 17 : Histogrammes des pentes pour l'ensemble des dépôts marno calcaires du Jurassique et du Crétacé

Pour chaque grande famille lithologique, les tendances des histogrammes sont nettement différentes.

Ainsi les formations alluvionnaires sont systématiquement cartographiées là où les pentes sont faibles (inférieures à 10°), et donc seront laissées de côté pour cette étude.

Dans le cas des formations du substrat qui nous intéressent pour cette étude, nous constatons que les profils topographiques sont intimement dépendant de la nature des dépôts (Figures 14, 15, 16 et 17).

Pour l'ensemble des lithologies les diagrammes topographiques sont dissymétriques avec un plus grand nombre de valeurs sous le seuil maximal (dissymétrie gauche).

Les seuils et différents paramètres pour les histogrammes sont les suivants :

Les seuils de pentes maximaux sont :

- pour les dépôts Éocène et Oligocène : 22° ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique supérieur : 40° ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé : 35 ;
- pour les dépôts marno-calcaires du Crétacé : 28°.

Les dissymétries sont :

- pour les dépôts Éocène et Oligocène : 2/3 ,1/3 ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique supérieur : 2/3 ,1/3 ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé : 4/5, 1/5 ;
- pour les dépôts marno-calcaires du Crétacé : 3/5, 2/5.

Selon la nature lithologique on note un étalement plus ou moins important, à savoir les valeurs de pentes mesurées pour les lithologies peuvent s'étaler sur des intervalles variant :

- pour les dépôts Éocène et Oligocène : 0 à 35° ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique supérieur : 0 à 55° ;
- pour les dépôts calcaires du Jjurassique et du Crétacé : 0 à 50° ;
- pour les dépôts marno-calcaires du Crétacé : 5 à 42°.

Le nombre de pixel pour chaque lithologie s'accroît progressivement pour décroître rapidement sauf dans le cas des calcaires du Crétacé où le diagramme est beaucoup plus compact. Pour chaque lithologie, les bornes contenant plus de 90 % des valeurs de pentes sont :

- pour les dépôts Éocène et Oligocène : 10 à 30° ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique supérieur : 25 à 52° ;
- pour les dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé : 15 à 42° ;
- pour les dépôts marno-calcaires du Crétacé : 15 à 35°.

## 5.2. RÉSULTATS INTERPRÉTÉS

Ces diagrammes permettent d'aborder le comportement des roches face à l'érosion. En effet, il est supposé que ces diagrammes reflètent la capacité de la roche à rester en place avant de subir l'érosion. Ainsi par exemple, il n'existe aucun point sur la carte où une valeur de pente est supérieure à 35° pour les roches du flysch Éocène et Oligocène, c'est la valeur maximale de pente naturelle que peut avoir le flysch dans ce secteur. Au vue des dénivelées au-delà de cette pente il y a érosion pour rééquilibrage. Lorsque les roches sont altérées, elles présentent une cohésion moindre. Cette cohésion plus faible impose un comportement face à l'érosion différent et par conséquent plus sensible. S'il n'y avait uniquement que des roches saines massives à l'affleurement, elles seraient en capacité de résister à l'érosion et par conséquent le diagramme de pente ne devrait pas contenir de faibles valeurs. Or ce n'est pas le cas, il est donc possible de considérer que la présence de ces faibles valeurs de pente est à relier avec la présence de roches meubles, peu cohésifs, liées à l'altération des roches et/ou leur remaniement dans les pentes. Cette altération engendre des désordres ne permettant plus à la roche d'être stable.

Les histogrammes ci-dessous correspondent aux histogrammes des quatre ensembles de formations que l'on souhaite cartographier (Figures 18, 19, 20 et 21).

De manière générale, cette représentation en histogramme de % de pixels par rapport à la pente, permet de faire un lien entre la morphologie du terrain et l'altération des formations.

L'analyse de ces histogrammes et leurs interprétations a donc permis de différencier les zones correspondant à des pentes naturelles avec ou sans altération.

La limite de ces deux zones étant estimée à l'aide d'un seuil de pente visible sur un histogramme. Ce seuil de pente est difficile à définir précisément, il est plutôt compris dans un intervalle de valeurs de plus ou moins quelques degrés.

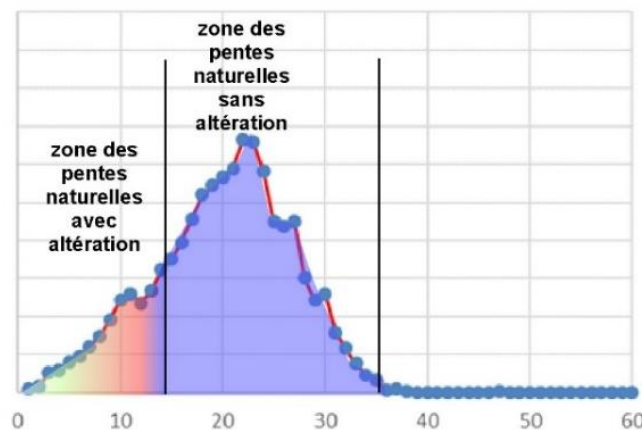


Figure 18 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts de l'Éocène et de l'Oligocène.

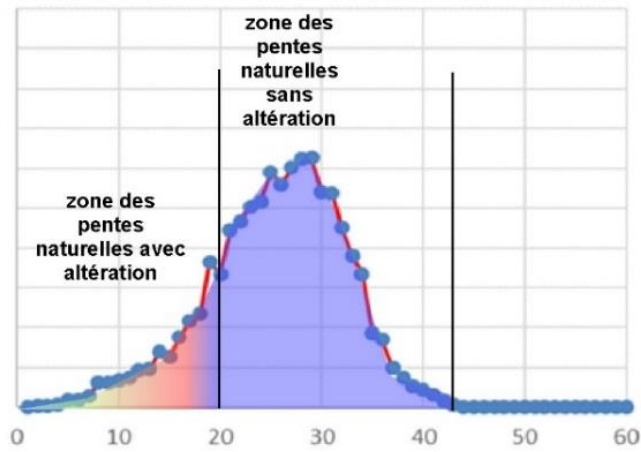


Figure 19 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts marno-calcaires du Crétacé.

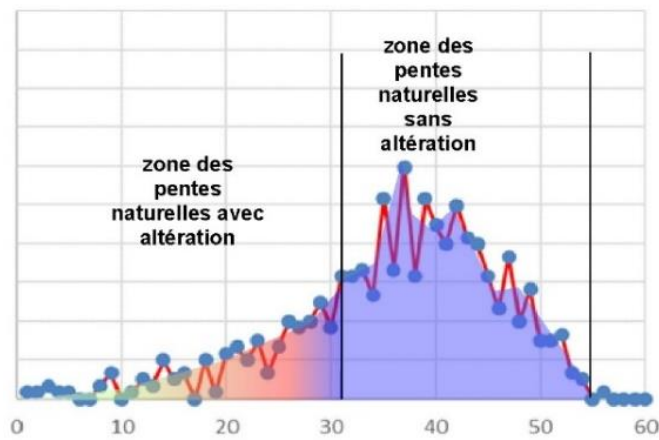


Figure 20 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts calcaires du Jurassique supérieur.

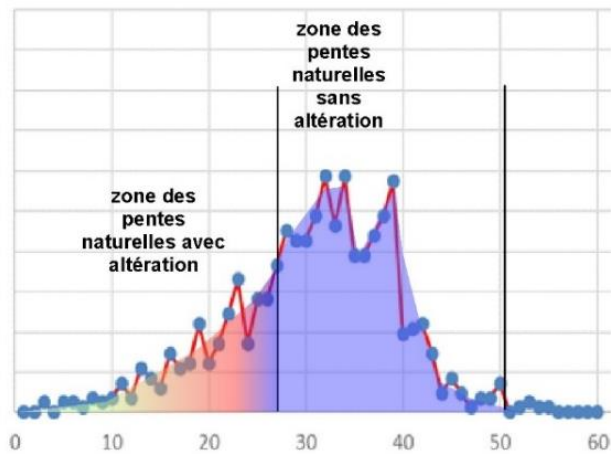


Figure 21 : Analyse des histogrammes - Ensemble des dépôts calcaires du Jurassique et du Crétacé.

Les premières observations sur le terrain corroborent ces interprétations. En effet, dans les zones de faible pente, s'observent la plupart du temps des roches altérées, ainsi que, souvent, le remaniement de ces roches sous la forme de colluvions dont l'épaisseur est variable mais généralement faible. À partir des conclusions de l'analyse de ces diagrammes, l'identification des secteurs où la pente est plus faible qu'attendu pour une roche saine est un guide pour la cartographie des formations de pente. Ainsi, en réutilisant ces diagrammes, il est possible de sélectionner les zones où les pentes sont faibles et/ou les formations d'altération ainsi leur remaniement devraient être présentes. Pour chaque diagramme, nous appliquons une valeur de seuil à partir de laquelle on considère que l'on franchi la limite entre la roche en place non meuble et la partie altérée ou remaniée. Les valeurs de seuils sont définies à partir des observations de terrain et des diagrammes.

### 5.3. RÉSULTATS CARTOGRAPHIQUES

Un traitement cartographique a ensuite été réalisé sur la base des résultats précédents. Pour chaque grand ensemble géologique, une gamme de seuils autour d'un seuil moyen a été définie à partir des histogrammes précédents. Ces seuils devraient représenter la limite entre les zones des pentes naturelles avec altération et celles sans altération et produit de remaniement.

Ces deux types de zones sont ensuite élaborées sous forme cartographique à partir des rasters de pente au pas de 5 m pour chaque formation identifiée dans un des quatre ensembles analysés.

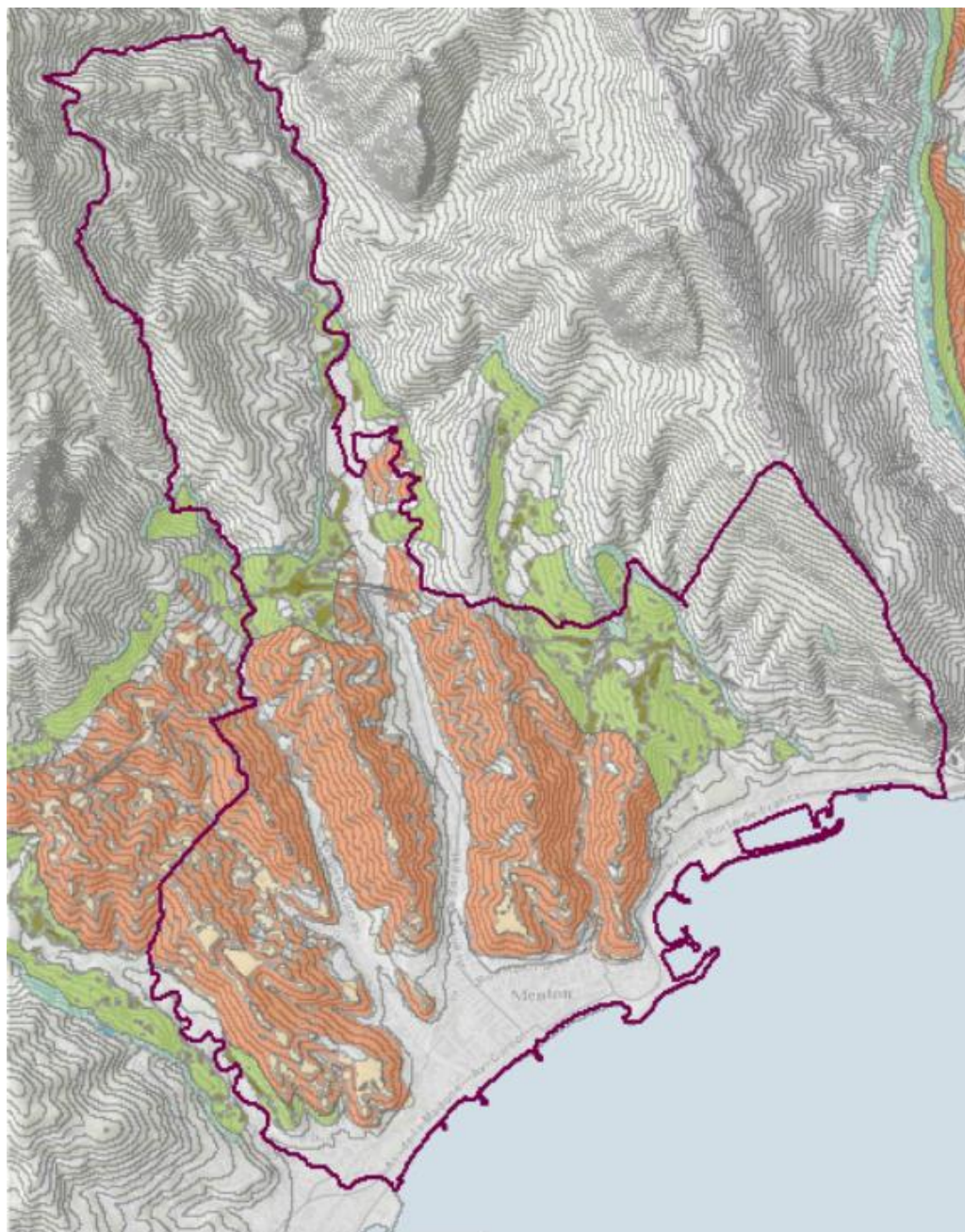
Les résultats cartographiques obtenus sont présentés en **annexe2** pour les quatre ensembles géologiques ayant une gamme de seuils spécifique, et par type formation identifiées, les ensembles éocène-oligocène, marno-calcaires crétacés, marno-calcaires jurassique-crétacés et calcaires du Jurassique supérieur.

Chaque carte représente la zone de la formation (carte géologique 50 vecteur du BRGM) de chaque grand ensemble concerné par la zone interprétée comme ayant subi une altération et celle sans altération. Ces cartes s'accompagnent d'un fond raster des pentes au pas de 5 m, les courbes de niveaux espacées de 20 m, et du scan25 ou autre fond de carte.

L'analyse des résultats cartographie précédents a permis de tester la variabilité des valeurs de seuil dans l'intervalle défini par l'analyse des histogrammes pour chaque formation, et de définir un seuil de pente moyen pour chaque grand ensemble de formations.

De nouvelles cartes ont été élaborées avec ces seuils de pente moyens définis. Ces résultats sont donnés par grand ensemble de formations (carte géologique 50 vecteur du BRGM). Elles s'accompagnent des courbes de niveaux espacées de 20 m et du scan25.

La figure ci-après montre la carte obtenue pour l'ensemble des dépôts éocène et oligocène comme exemple (Figure 22). Les autres cartes sont présentées en **annexe3**.



Seuil C33	Seuil C36	Seuil C37
$\leq 14^\circ$	$\leq 14^\circ$	$\leq 14^\circ$
$> 14^\circ$	$> 14^\circ$	$> 14^\circ$

Ensemble éocène oligocène  
 C33 : Grès d'Annot et Flysh  
 C36 : Marnes éocènes  
 C37 : Calcaire nummulitique

Figure 22 : Ensemble Éocène-Oligocène - Seuil de pente estimé à  $14^\circ$

Les fonds affichés sont ceux de la carte physique du monde @ESRI et l'ombrage MNT5@IGN. Les courbes de niveaux de 20 issues du MNT5@IGN y sont superposées.



## 6. Conclusion

Les résultats de l'analyse morphologique et statistique de la géologie de Menton a été effectuée pour apporter une aide à la cartographie du régolithe dans le cadre du travail de cartographie de la géologie au 1/5 000 sur la commune de Menton. Les résultats de synthèse obtenus sont présentés ci-dessus (Figure 23) sur un fond carte physique du monde @ESRI et ombrage MNT5@IGN.

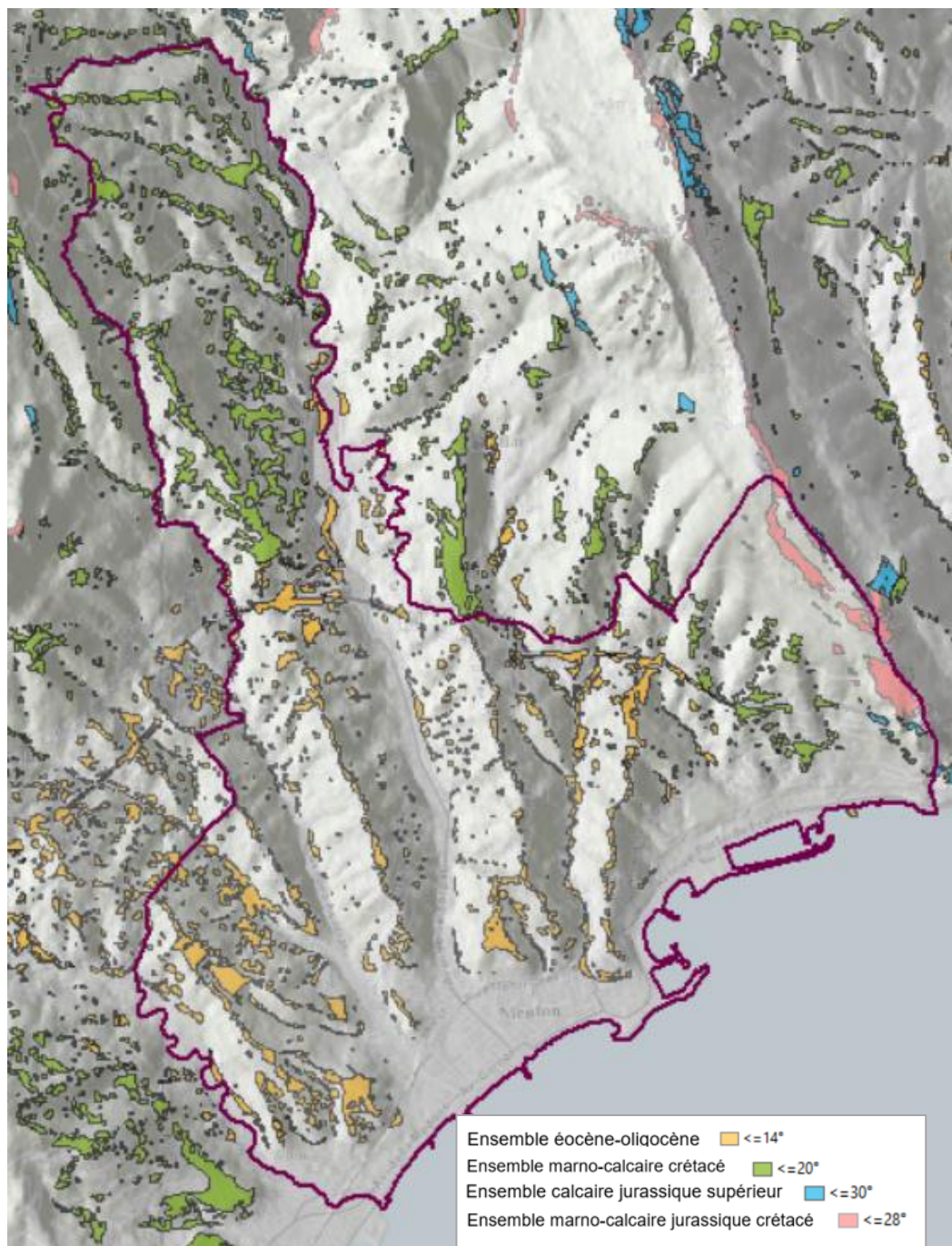


Figure 23 : Carte des emprises des terrains susceptibles de contenir des formations géologiques peu cohésives (altérites et roches remaniées) pour la commune de Menton.



La carte résultante identifie l'ensemble des zones situées sous les valeurs de seuils définis selon la méthodologie retenue pour cette étude. Les valeurs de seuils diffèrent selon la nature lithologique des roches constituant le substratum. Les polygones dessinés rassemblent ainsi pour chaque grande famille de roche les emprises des terrains susceptibles de contenir des formations géologiques peu cohésives (altérites et roches remaniées) pour la commune de Menton. Ce document apporte une information majeure pour cibler les zones à visiter lors d'un retour terrain pour caractériser la nature et l'épaisseur des terrains meubles non cartographiés susceptibles d'être présent à l'affleurement.

## 7. Bibliographie

**Thiery Y., Lacquement F., Marçot N. (2018)** - Weathering related to landslide in the Maures Massif (France): towards a generic approach to assess landslide susceptibility - Part I- Articles 843 I., 28p.

**Gèze B. et Nesteroff W. (1968)** - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM.

# Annexe 1

## Ensemble des résultats statistiques

### Paramètres des histogrammes

% par le nombre de pixels dans la classe de pente considérée, ordonné et cumulé, par rapport au nombre total de pixels pour une formation donnée

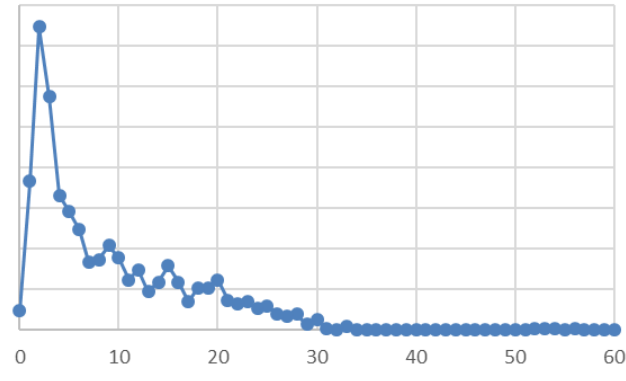
**$y (\%) = f (x=\text{classe de pentes en degré})$** .

Le régolithe de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

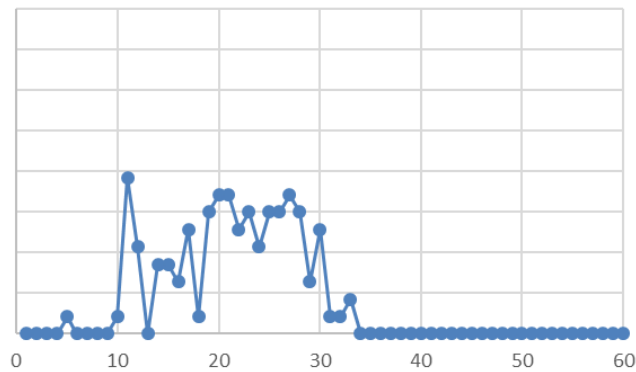
C17	Alluvions récentes et actuelles et dépôts anthropiques			
	Fy-z-X			
Pente (°)	Nbre	Somme cumulée	Total	%
0	10	10	1012	1.0
1	74	84	1012	7.3
2	151	235	1012	14.9
3	116	351	1012	11.5
4	67	418	1012	6.6
5	59	477	1012	5.8
6	50	527	1012	4.9
7	34	561	1012	3.4
8	35	596	1012	3.5
9	42	638	1012	4.2
10	36	674	1012	3.6
11	25	699	1012	2.5
12	30	729	1012	3.0
13	19	748	1012	1.9
14	24	772	1012	2.4
15	32	804	1012	3.2
16	24	828	1012	2.4
17	14	842	1012	1.4
18	21	863	1012	2.1
19	21	884	1012	2.1
20	25	909	1012	2.5
21	15	924	1012	1.5
22	13	937	1012	1.3
23	14	951	1012	1.4
24	11	962	1012	1.1
25	12	974	1012	1.2
26	8	982	1012	0.8
27	7	989	1012	0.7
28	8	997	1012	0.8
29	3	1000	1012	0.3
30	5	1005	1012	0.5
31	1	1006	1012	0.1
32		1006	1013	0.0
33	2	1008	1012	0.2
34		1008	1012	0.0
35		1008	1012	0.0
36		1008	1012	0.0
37		1008	1012	0.0
38		1008	1012	0.0
39		1008	1012	0.0
40		1008	1012	0.0
41		1008	1012	0.0
42		1008	1012	0.0
43		1006	1012	0.0
44		1008	1012	0.0
45		1008	1012	0.0
46		1008	1012	0.0
47		1008	1012	0.0
48		1008	1012	0.0
49		1008	1012	0.0
50		1008	1012	0.0
51		1008	1012	0.0
52	1	1009	1012	0.1
53	1	1010	1012	0.1
54	1	1011	1012	0.1
55		1011	1012	0.0
56	1	1012	1012	0.1
57		1012	1012	0.0
58		1012	1012	0.0
59		1012	1012	0.0
60		1012	1012	0.0

C32	m2	Poudingues miocènes de Roquebrune d'âge essentiellement helvétique		
Pente (°)	Nbre	Somme cumulée	Total	%
1		0	117	0.0
2		0	117	0.0
3		0	117	0.0
4		0	117	0.0
5	1	1	117	0.9
6		0	117	0.0
7		0	117	0.0
8		0	117	0.0
9		0	117	0.0
10	1	2	117	0.9
11	9	11	117	7.7
12	5	16	117	4.3
13		0	117	0.0
14	4	20	117	3.4
15	4	24	117	3.4
16	3	27	117	2.6
17	6	33	117	5.1
18	1	34	117	0.9
19	7	41	117	6.0
20	8	49	117	6.8
21	8	57	117	6.8
22	6	63	117	5.1
23	7	70	117	6.0
24	5	75	117	4.3
25	7	82	117	6.0
26	7	89	117	6.0
27	8	97	117	6.8
28	7	104	117	6.0
29	3	107	117	2.6
30	6	113	117	5.1
31	1	114	117	0.9
32	1	115	117	0.9
33	2	117	117	1.7
34		117	117	0.0
35		117	117	0.0
36		117	117	0.0
37		117	117	0.0
38		117	117	0.0
39		117	117	0.0
40		117	117	0.0
41		117	117	0.0
42		117	117	0.0
43		117	117	0.0
44		117	117	0.0
45		117	117	0.0
46		117	117	0.0
47		117	117	0.0
48		117	117	0.0
49		117	117	0.0
50		117	117	0.0
51		117	117	0.0
52		117	117	0.0
53		117	117	0.0
54		117	117	0.0
55		117	117	0.0
56		117	117	0.0
57		117	117	0.0
58		117	117	0.0
59		117	117	0.0
60		117	117	0.0

**Histogrammes de pente pour les formations sédimentaires détritiques et anthropiques**



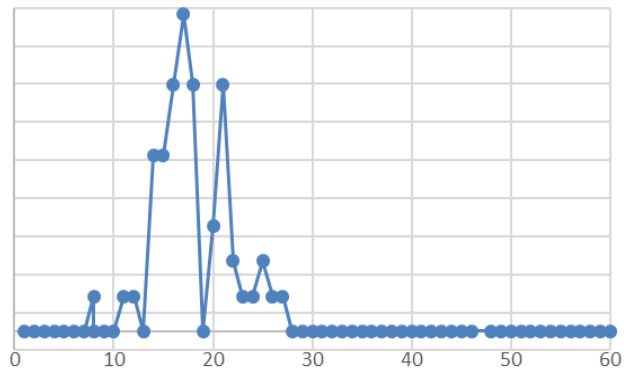
Ensemble des dépôts alluvionnaires récents et actuels et dépôts anthropiques



Ensemble des dépôts du Miocène de Roquebrunes (Poudingues) d'âge essentiellement d'âge Helvétien

Le réfolithe de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

C65	t3	Trias supérieur Marnes, gypse et cargneules du Keuper (pouvant englober des cargneules et dolomies du Muschelkalk)		
		Somme cumulée	Total	%
Pente (°)	Nbre			
1		0	54	0.0
2		0	54	0.0
3		0	54	0.0
4		0	54	0.0
5		0	54	0.0
6		0	54	0.0
7		0	54	0.0
8	1	1	54	1.9
8		1	54	0.0
9		1	54	0.0
10		1	54	0.0
11	1	2	54	1.9
12	1	3	54	1.9
13		3	54	0.0
14	5	8	54	9.3
15	5	13	54	9.3
16	7	20	54	13.0
17	9	29	54	16.7
18	7	36	54	13.0
19		36	54	0.0
20	3	39	54	5.6
21	7	46	54	13.0
22	2	48	54	3.7
23	1	49	54	1.9
24	1	50	54	1.9
25	2	52	54	3.7
26	1	53	54	1.9
27	1	54	54	1.9
28		54	54	0.0
29		54	54	0.0
30		54	54	0.0
31		54	54	0.0
32		54	54	0.0
33		54	54	0.0
34		54	54	0.0
35		54	54	0.0
36		54	54	0.0
37		54	54	0.0
38		54	54	0.0
39		54	54	0.0
40		54	54	0.0
41		54	54	0.0
42		54	54	0.0
43		54	54	0.0
44		54	54	0.0
45		54	54	0.0
46		54	54	0.0
48		54	54	0.0
49		54	54	0.0
50		54	54	0.0
51		54	54	0.0
52		54	54	0.0
53		54	54	0.0
54		54	54	0.0
55		54	54	0.0
56		54	54	0.0
57		54	54	0.0
58		54	54	0.0
59		54	54	0.0
60		54	54	0.0

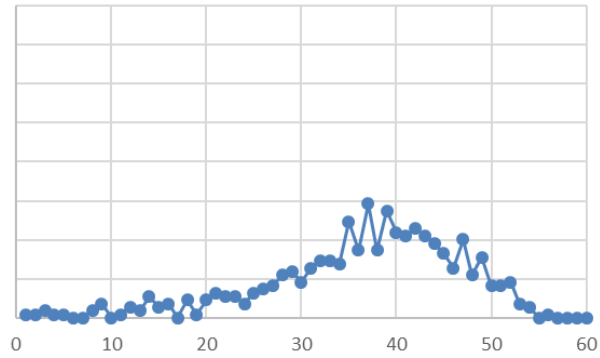


Ensemble des dépôts du Trias Supérieur, constitué par des marnes, gypse et carneules du Keuper

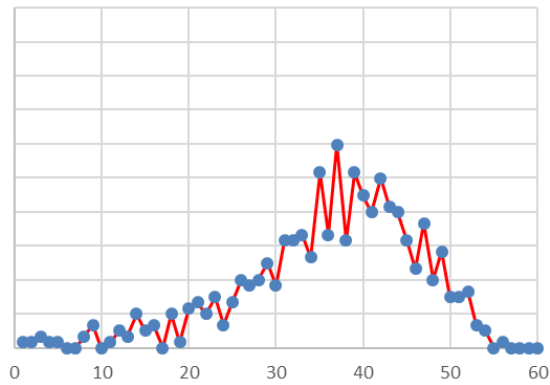
Le régalithe de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

C50	j9	Portlandien (Tithonique et Purberckien) Calcaires généralement en gros bancs blancs		
		Somme cumulée	Total	%
1	1	1	547	0.2
2	1	2	547	0.2
3	2	4	547	0.4
4	1	5	547	0.2
5	1	6	547	0.2
6		6	547	0.0
7		6	547	0.0
8	2	8	547	0.4
9	4	12	547	0.7
10		12	547	0.0
11	1	13	547	0.2
12	3	16	547	0.5
13	2	18	547	0.4
14	6	24	547	1.1
15	3	27	547	0.5
16	4	31	547	0.7
17		31	547	0.0
18	5	36	547	0.9
19	1	37	547	0.2
20	5	42	547	0.9
21	7	49	547	1.3
22	6	55	547	1.1
23	6	61	547	1.1
24	4	65	547	0.7
25	7	72	547	1.3
26	8	80	547	1.5
27	9	89	547	1.6
28	12	101	547	2.2
29	13	114	547	2.4
30	10	124	547	1.8
31	14	138	547	2.6
32	16	154	547	2.9
33	16	170	547	2.9
34	15	185	547	2.7
35	27	212	547	4.9
36	19	231	547	3.5
37	32	263	547	5.9
38	19	282	547	3.5
39	30	312	547	5.5
40	24	336	547	4.4
41	23	359	547	4.2
42	25	384	547	4.6
43	23	407	547	4.2
44	21	428	547	3.8
45	18	446	547	3.3
46	14	460	547	2.6
47	22	482	547	4.0
48	12	494	547	2.2
49	17	511	547	3.1
50	9	520	547	1.6
51	9	529	547	1.6
52	10	539	547	1.8
53	4	543	547	0.7
54	3	546	547	0.5
55		546	547	0.0
56	1	547	547	0.2
57		547	547	0.0
58		547	547	0.0
59		547	547	0.0
60		547	547	0.0

**Histogrammes de pente pour les formations carbonatées calcaires**



Ensemble des dépôts du Portlandien (Thitonique et Purbeckien) constitués par des calcaires généralement en gros bancs



**Ensemble des dépôts calcaires du jurassique supérieur**

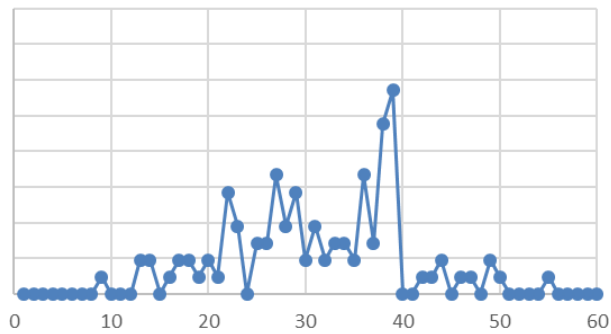


Le régo-lite de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

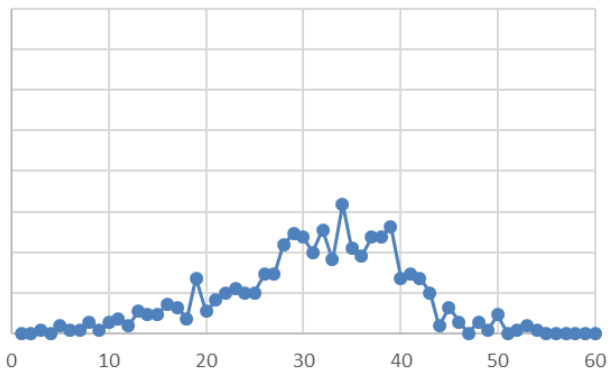
C4B	n1-4	Néocomien indifférencié Calcaires marneux, marno-calcaires et marnes schisteuses avec bancs glauconieux			C51	j8	Kimméridgien Calcaires en gros bancs bruns et dolomie grise		
		Somme cumulée	Total	%			Pente (°)	Nbre	Somme cumulée
1		0	105	0.0	1		0	549	0.0
2		0	105	0.0	2		0	549	0.0
3		0	105	0.0	3	1	1	549	0.2
4		0	105	0.0	4		1	549	0.0
5		0	105	0.0	5	2	3	549	0.4
6		0	105	0.0	6	1	4	549	0.2
7		0	105	0.0	7	1	5	549	0.2
8		0	105	0.0	8	3	8	549	0.5
9	1	1	105	1.0	9	1	9	549	0.2
10		1	105	0.0	10	3	12	549	0.5
11		1	105	0.0	11	4	16	549	0.7
12		1	105	0.0	12	2	18	549	0.4
13	2	3	105	1.9	13	6	24	549	1.1
14	2	5	105	1.9	14	5	29	549	0.9
15		5	105	0.0	15	5	34	549	0.9
16	1	6	105	1.0	16	8	42	549	1.5
17	2	8	105	1.9	17	7	49	549	1.3
18	2	10	105	1.9	18	4	53	549	0.7
19	1	11	105	1.0	19	15	68	549	2.7
20	2	13	105	1.9	20	6	74	549	1.1
21	1	14	105	1.0	21	9	83	549	1.6
22	6	20	105	5.7	22	11	94	549	2.0
23	4	24	105	3.8	23	12	106	549	2.2
24		24	95	0.0	24	11	117	549	2.0
25	3	27	105	2.9	25	11	128	549	2.0
26	3	30	105	2.9	26	16	144	549	2.9
27	7	37	105	6.7	27	16	160	549	2.9
28	4	41	105	3.8	28	24	184	549	4.4
29	6	47	105	5.7	29	27	211	549	4.9
30	2	49	105	1.9	30	26	237	549	4.7
31	4	53	105	3.8	31	22	259	549	4.0
32	2	55	105	1.9	32	28	287	549	5.1
33	3	58	105	2.9	33	20	307	549	3.6
34	3	61	105	2.9	34	35	342	549	6.4
35	2	63	105	1.9	35	23	365	549	4.2
36	7	70	105	6.7	36	21	386	549	3.8
37	3	73	105	2.9	37	26	412	549	4.7
38	10	83	105	9.5	38	26	438	549	4.7
39	12	95	105	11.4	39	29	467	549	5.3
40		95	105	0.0	40	15	482	549	2.7
41		95	105	0.0	41	16	498	549	2.9
42	1	96	105	1.0	42	15	513	549	2.7
43	1	97	105	1.0	43	11	524	549	2.0
44	2	99	105	1.9	44	2	526	549	0.4
45		99	105	0.0	45	7	533	549	1.3
46	1	100	105	1.0	46	3	536	549	0.5
47	1	101	105	1.0	47		536	549	0.0
48		101	105	0.0	48	3	539	549	0.5
49	2	103	105	1.9	49	1	540	549	0.2
50	1	104	105	1.0	50	5	545	549	0.9
51		104	105	0.0	51		545	549	0.0
52		104	105	0.0	52	1	546	549	0.2
53		104	105	0.0	53	2	548	549	0.4
54		104	105	0.0	54	1	549	549	0.2
55	1	105	105	1.0	55		549	105	0.0
56		105	105	0.0	56		549	549	0.0
57		105	105	0.0	57		549	549	0.0
58		105	105	0.0	58		549	549	0.0
59		105	105	0.0	59		549	549	0.0
60		105	105	0.0	60		549	549	0.0

C55	j3-7	Malm supérieur indifférencié			
		Pente (°)	Nbre	Somme cumulée	Total
1			0	165	0.0
2			0	165	0.0
3	1		1	165	0.6
4			1	165	0.0
5			1	165	0.0
6	1		2	165	0.6
7			2	165	0.0
8			2	165	0.0
9			2	165	0.0
10			2	165	0.0
11	2		4	165	1.2
12	1		5	165	0.6
13	1		6	165	0.6
14			6	165	0.0
15			6	165	0.0
16	3		9	165	1.8
17			9	165	0.0
18	4		13	165	2.4
19	2		15	165	1.2
20	2		17	165	1.2
21	4		21	165	2.4
22	3		24	165	1.8
23	11		35	165	6.7
24	3		38	165	1.8
25	9		47	165	5.5
26	4		51	165	2.4
27	7		58	165	4.2
28	9		67	165	5.5
29	2		69	165	1.2
30	7		76	165	4.2
31	14		90	165	8.5
32	18		108	165	10.9
33	15		123	165	9.1
34	10		133	165	6.1
35	7		140	165	4.2
36	4		144	165	2.4
37	7		151	165	4.2
38	4		155	165	2.4
39	6		161	165	3.6
40	1		162	165	0.6
41	1		163	165	0.6
42	2		165	165	1.2
43			165	165	0.0
44			165	165	0.0
45			165	165	0.0
46			165	165	0.0
47			165	165	0.0
48			165	165	0.0
49			165	165	0.0
50			165	165	0.0
51			165	165	0.0
52			165	165	0.0
53			165	165	0.0
54			165	165	0.0
55			165	165	0.0
56			165	165	0.0
57			165	165	0.0
58			165	165	0.0
59			165	165	0.0
60			165	165	0.0

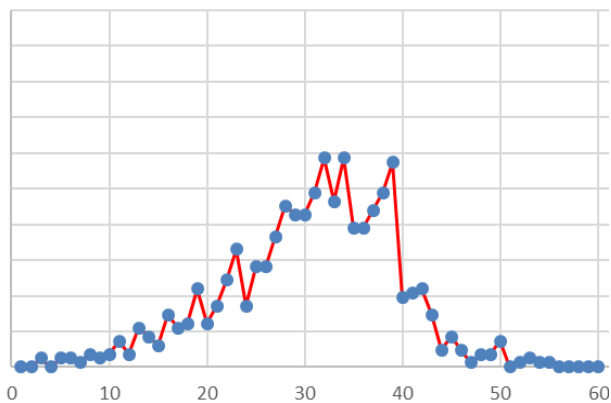
**Histogrammes de pente pour les formations carbonatées : calcaires marneux et dolomies**



Ensemble des dépôts du Néocomien indifférencié constitué de calcaires marneux, de marnes calcaires et schisteuses avec bancs glauconieux



Ensemble des dépôts du Kimméridgien constitué de calcaires en gros bancs bruns et de dolomies grises

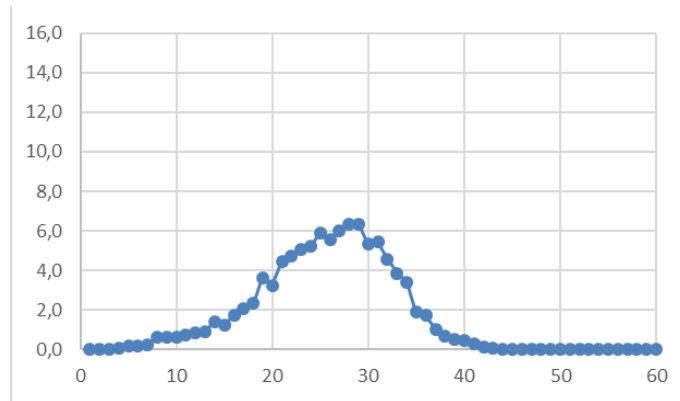


**Ensemble des dépôts marno-calcaires du Jurassique et du Crétacé**

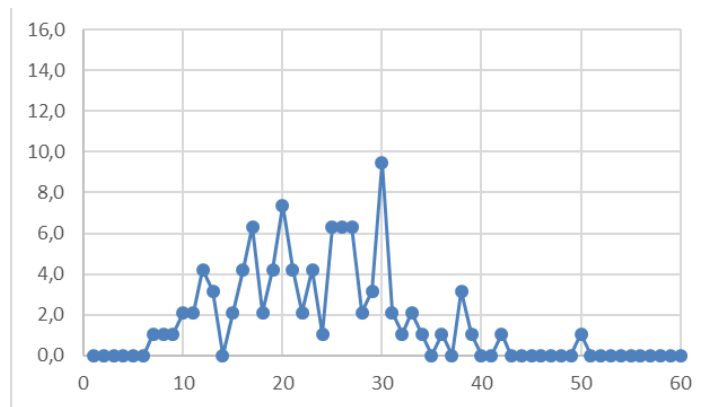
Le régolithe de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

C41	c3-7	Crétacé supérieur marno-calcaire indifférencié			C42	c2	Cénomaniens Marnes noires à bancs et miches calcaires			
		Somme cumulée	Total	%			Pente (°)	Nbre	Somme cumulée	Total
1	1	1	4777	0.0	1		0	95	0.0	
2	2	3	4777	0.0	2		0	95	0.0	
3	2	5	4777	0.0	3		0	95	0.0	
4	3	8	4777	0.1	4		0	95	0.0	
5	9	17	4777	0.2	5		0	95	0.0	
6	10	27	4777	0.2	6		0	95	0.0	
7	13	40	4777	0.3	7	1	1	95	1.1	
8	29	69	4777	0.6	8	1	2	95	1.1	
9	29	98	4777	0.6	9	1	3	95	1.1	
10	31	129	4777	0.6	10	2	5	95	2.1	
11	35	164	4777	0.7	11	2	7	95	2.1	
12	41	205	4777	0.9	12	4	11	95	4.2	
13	44	249	4777	0.9	13	3	14	95	3.2	
14	68	317	4777	1.4	14		14	95	0.0	
15	60	377	4777	1.3	15	2	16	95	2.1	
16	82	459	4777	1.7	16	4	20	95	4.2	
17	99	558	4777	2.1	17	6	26	95	6.3	
18	112	670	4777	2.3	18	2	28	95	2.1	
19	174	844	4777	3.6	19	4	32	95	4.2	
20	155	999	4777	3.2	20	7	39	95	7.4	
21	213	1212	4777	4.5	21	4	43	95	4.2	
22	226	1438	4777	4.7	22	2	45	95	2.1	
23	242	1680	4777	5.1	23	4	49	95	4.2	
24	251	1931	4777	5.3	24	1	50	95	1.1	
25	282	2213	4777	5.9	25	6	56	95	6.3	
26	267	2480	4777	5.6	26	6	62	95	6.3	
27	287	2767	4777	6.0	27	6	68	95	6.3	
28	302	3069	4777	6.3	28	2	70	95	2.1	
29	302	3371	4777	6.3	29	3	73	95	3.2	
30	254	3625	4777	5.3	30	9	82	95	9.5	
31	260	3885	4777	5.4	31	2	84	95	2.1	
32	219	4104	4777	4.6	32	1	85	95	1.1	
33	184	4288	4777	3.9	33	2	87	95	2.1	
34	162	4450	4777	3.4	34	1	88	95	1.1	
35	90	4540	4777	1.9	35		88	95	0.0	
36	82	4622	4777	1.7	36	1	89	95	1.1	
37	49	4671	4777	1.0	37		89	95	0.0	
38	33	4704	4777	0.7	38	3	92	95	3.2	
39	25	4729	4777	0.5	39	1	93	95	1.1	
40	21	4750	4777	0.4	40		93	95	0.0	
41	15	4765	4777	0.3	41		93	95	0.0	
42	7	4772	4777	0.1	42	1	94	95	1.1	
43	3	4775	4777	0.1	43		94	95	0.0	
44	1	4776	4777	0.0	44		94	95	0.0	
45		4776	4777	0.0	45		94	95	0.0	
46		4776	4777	0.0	46		94	95	0.0	
47		4671	4777	0.0	47		94	95	0.0	
48		4671	4777	0.0	48		94	95	0.0	
49	1	4777	4777	0.0	49		94	95	0.0	
50		4777	4777	0.0	50	1	95	95	1.1	
51		4777	4777	0.0	51		95	95	0.0	
52		4777	4777	0.0	52		95	95	0.0	
53		4777	4777	0.0	53		95	95	0.0	
54		4777	4777	0.0	54		95	95	0.0	
55		4777	4777	0.0	55		95	95	0.0	
56		4777	4777	0.0	56		95	95	0.0	
57		4777	4777	0.0	57		95	95	0.0	
58		4777	4777	0.0	58		95	95	0.0	
59		4777	4777	0.0	59		95	95	0.0	
60		4777	4777	0.0	60		95	95	0.0	

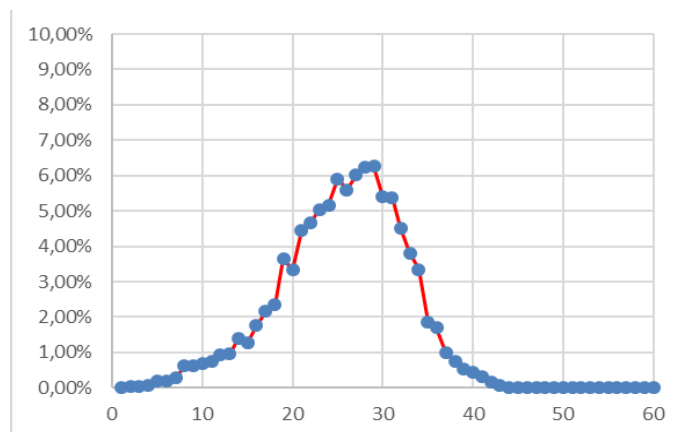
**Histogrammes de pente pour les formations carbonatées : marnes calcaires**



Ensemble des dépôts du Crétacé sup. marno-calcaires indifférenciés



Ensemble des dépôts du Cénomaniens, marnes noires à bancs et miches calcaires



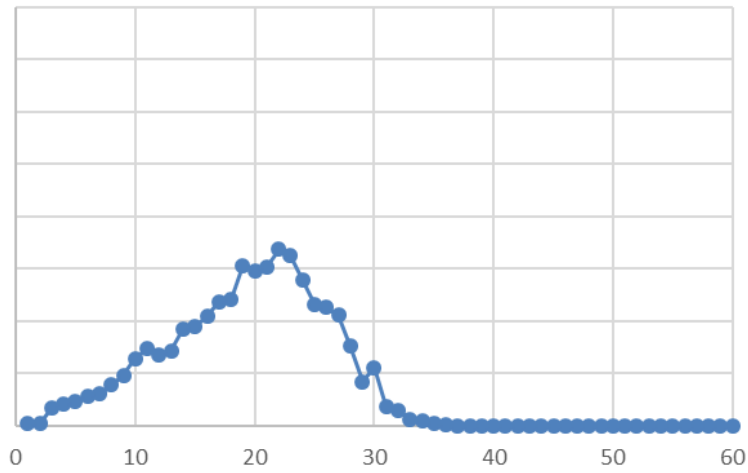
**Ensemble des dépôts marno-calcaires du Crétacé**

Le régolithe de la commune de Menton - Aide au Microzonage sismique

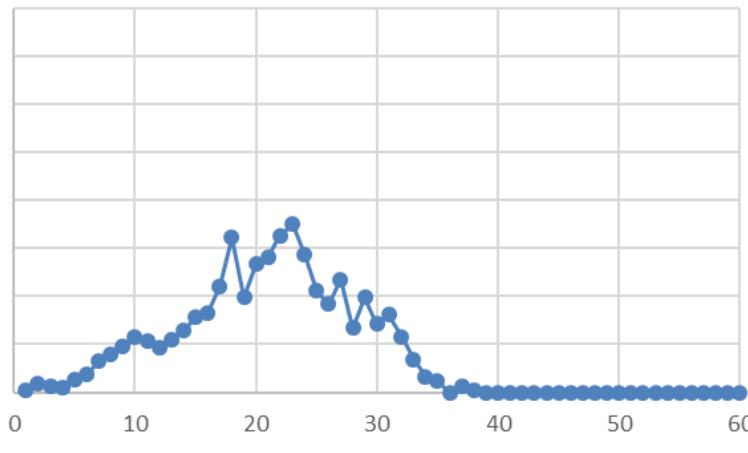
C33	g				C36	e6-7	Eocène supérieur (Priabonien) indifférencié			C37	e5	Eocène moyen (Lutétien-Auvervien) Calcaire nummulitique			
	Pente (°)	Nbre	Somme cumulée	Total			%	Pente (°)	Nbre			Somme cumulée	Total	%	Pente (°)
1	2	2	2680	0.1	1	1	1	1086	0.1	1		0	293	0.0	
2	2	4	2680	0.1	2	4	5	1086	0.4	2		0	293	0.0	
3	18	22	2680	0.7	3	3	8	1086	0.3	3		0	293	0.0	
4	22	44	2680	0.8	4	2	10	1086	0.2	4		0	293	0.0	
5	25	69	2680	0.9	5	6	16	1086	0.6	5	1	1	293	0.3	
6	30	99	2680	1.1	6	8	24	1086	0.7	6	1	2	293	0.3	
7	33	132	2680	1.2	7	14	38	1086	1.3	7	2	4	293	0.7	
8	42	174	2680	1.6	8	17	55	1086	1.6	8	1	5	293	0.3	
9	52	226	2680	1.9	9	21	76	1086	1.9	9	4	9	293	1.4	
10	69	295	2680	2.6	10	25	101	1086	2.3	10	5	14	293	1.7	
11	79	374	2680	2.9	11	23	124	1086	2.1	11	3	17	293	1.0	
12	73	447	2680	2.7	12	20	144	1086	1.8	12	2	19	293	0.7	
13	77	524	2680	2.9	13	24	168	1086	2.2	13	7	26	293	2.4	
14	99	623	2680	3.7	14	28	196	1086	2.6	14	4	30	293	1.4	
15	102	725	2680	3.8	15	34	230	1086	3.1	15	6	36	293	2.0	
16	112	837	2680	4.2	16	36	266	1086	3.3	16	12	48	293	4.1	
17	127	964	2680	4.7	17	48	314	1086	4.4	17	10	58	293	3.4	
18	130	1094	2680	4.9	18	70	384	1086	6.4	18	11	69	293	3.8	
19	164	1258	2680	6.1	19	43	427	1086	4.0	19	14	83	293	4.8	
20	159	1417	2680	5.9	20	58	485	1086	5.3	20	13	96	293	4.4	
21	162	1579	2680	6.0	21	61	546	1086	5.6	21	16	112	293	5.5	
22	181	1760	2680	6.8	22	71	617	1086	6.5	22	18	130	293	6.1	
23	174	1934	2680	6.5	23	76	693	1086	7.0	23	17	147	293	5.8	
24	150	2084	2680	5.6	24	62	755	1086	5.7	24	24	171	293	8.2	
25	124	2208	2680	4.6	25	46	801	1086	4.2	25	12	183	293	4.1	
26	121	2329	2680	4.5	26	40	841	1086	3.7	26	17	200	293	5.8	
27	113	2442	2680	4.2	27	51	892	1086	4.7	27	18	218	293	6.1	
28	82	2524	2680	3.1	28	29	921	1086	2.7	28	11	229	293	3.8	
29	45	2569	2680	1.7	29	43	964	1086	4.0	29	10	239	293	3.4	
30	60	2629	2680	2.2	30	31	995	1086	2.9	30	14	253	293	4.8	
31	20	2649	2680	0.7	31	35	1030	1086	3.2	31	9	262	293	3.1	
32	16	2665	2680	0.6	32	25	1055	1086	2.3	32	6	268	293	2.0	
33	7	2672	2680	0.3	33	15	1070	1086	1.4	33	9	277	293	3.1	
34	5	2677	2680	0.2	34	7	1077	1086	0.6	34	7	284	293	2.4	
35	2	2679	2680	0.1	35	5	1082	1086	0.5	35	6	290	293	2.0	
36	1	2680	2680	0.0	36		1082	2680	0.0	36	1	291	293	0.3	
37		2680	2680	0.0	37	3	1085	1086	0.3	37	1	292	293	0.3	
38		2680	2680	0.0	38	1	1086	1086	0.1	38		292	293	0.0	
39		2680	2680	0.0	39		1086	1086	0.0	39		292	293	0.0	
40		2680	2680	0.0	40		1086	1086	0.0	40		292	293	0.0	
41		2680	2680	0.0	41		1086	1086	0.0	41		292	293	0.0	
42		2680	2680	0.0	42		1086	1086	0.0	42		292	293	0.0	
43		2680	2680	0.0	43		1086	1086	0.0	43		292	293	0.0	
44		2680	2680	0.0	44		1086	1086	0.0	44		292	293	0.0	
45		2680	2680	0.0	45		1086	1086	0.0	45		292	293	0.0	
46		2680	2680	0.0	46		1086	1086	0.0	46		292	293	0.0	
47		2680	2680	0.0	47		1086	1086	0.0	47	1	293	293	0.3	
48		2680	2680	0.0	48		1086	1086	0.0	48		293	293	0.0	
49		2680	2680	0.0	49		1086	1086	0.0	49		293	293	0.0	
50		2680	2680	0.0	50		1086	1086	0.0	50		293	293	0.0	
51		2680	2680	0.0	51		1086	1086	0.0	51		293	293	0.0	
52		2680	2680	0.0	52		1086	1086	0.0	52		293	293	0.0	
53		2680	2680	0.0	53		1086	1086	0.0	53		293	293	0.0	
54		2680	2680	0.0	54		1086	1086	0.0	54		293	293	0.0	
55		2680	2680	0.0	55		1086	1086	0.0	55		293	293	0.0	
56		2680	2680	0.0	56		1086	1086	0.0	56		293	293	0.0	
57		2680	2680	0.0	57		1086	1086	0.0	57		293	293	0.0	
58		2680	2680	0.0	58		1086	1086	0.0	58		293	293	0.0	
59		2680	2680	0.0	59		1086	1086	0.0	59		293	293	0.0	
60		2680	2680	0.0	60		1086	1086	0.0	60		293	293	0.0	



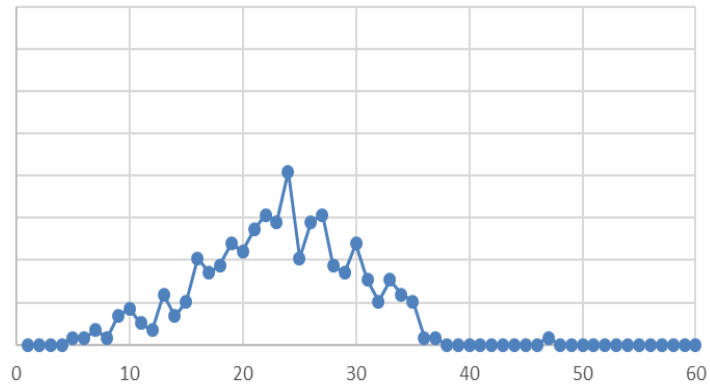
**Histogrammes de pente pour l'Éocène et Oligocène**



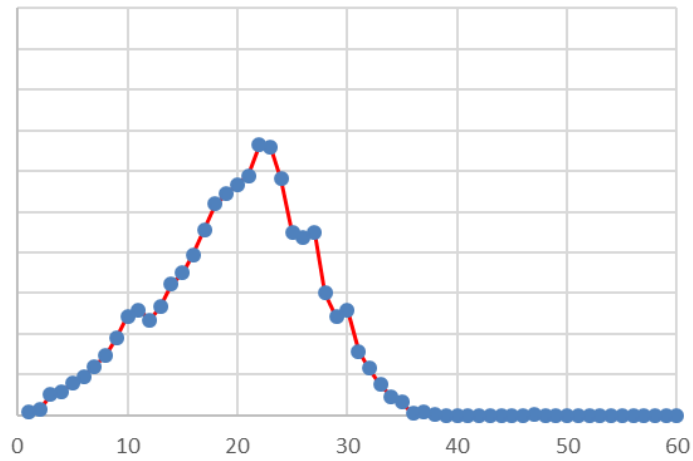
Ensemble des dépôts des Grès d'Annot et du flysch oligocène



Ensemble des dépôts de l'Éocène supérieur du Priabonien indifférencié



Ensemble des dépôts de l'Éocène moyen (Lutétien-Auversien) constitués de calcaires à nummulites



**Ensemble des dépôts de l'Éocène et l'Oligocène**

## **Annexe 2**

### **Résultats cartographiques d'intervalles de valeurs seuil des formations**

*Fonds de cartes : Ombrage issu du MNT5@IGN*

**Carte de répartition des formations Éocène/Oligocène:**

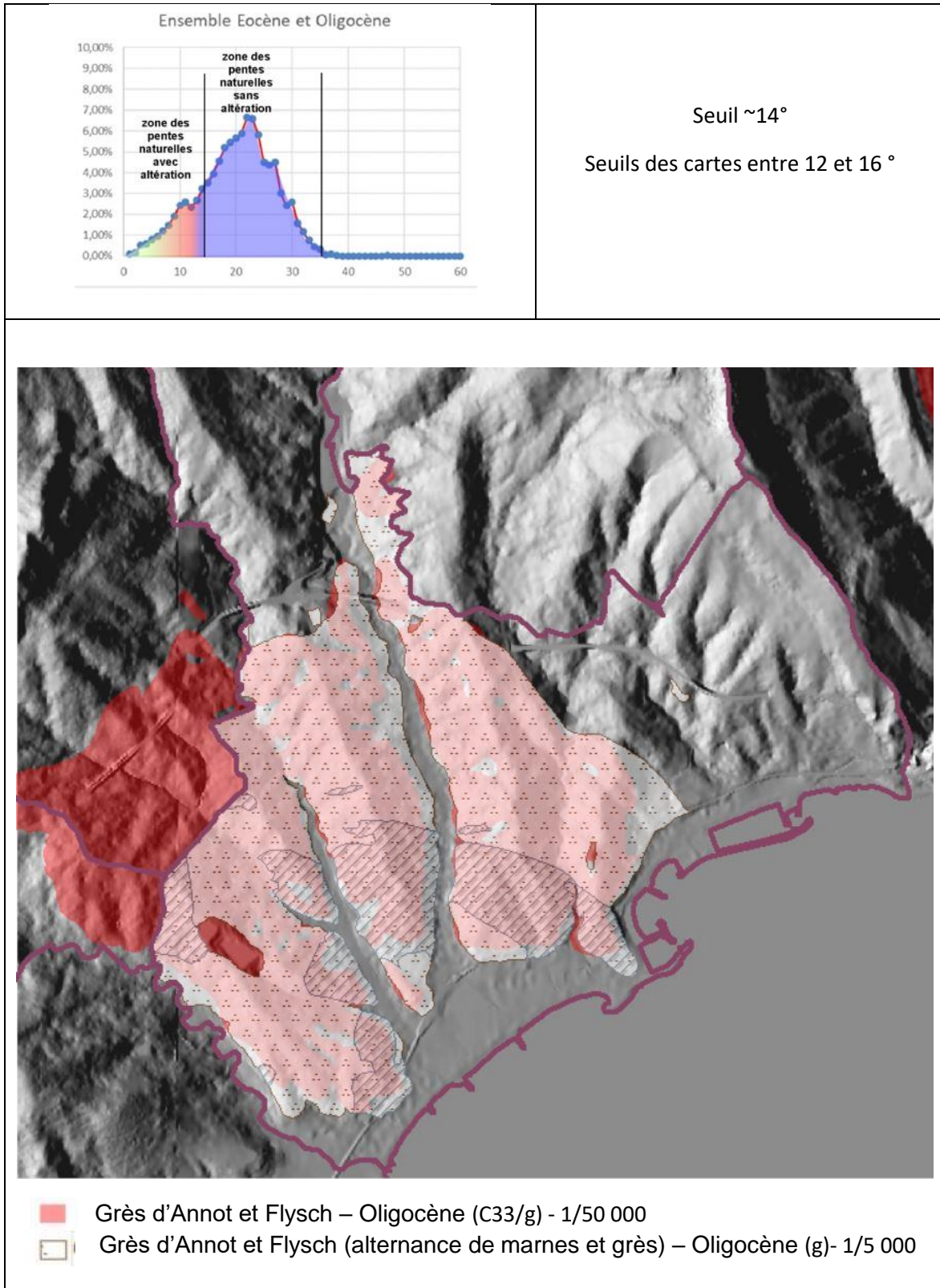
Grès d'Annot et Flysh, Oligocène (C36/e6-7)<sup>4</sup> - (g)<sup>5</sup>

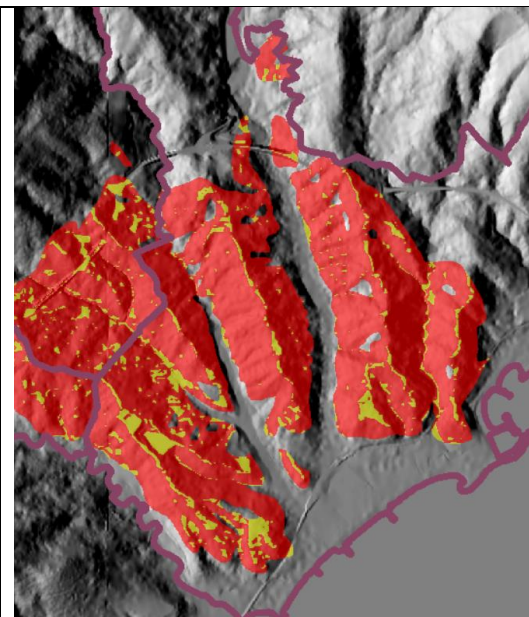
**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique des formations meubles (12 à 16°)**

---

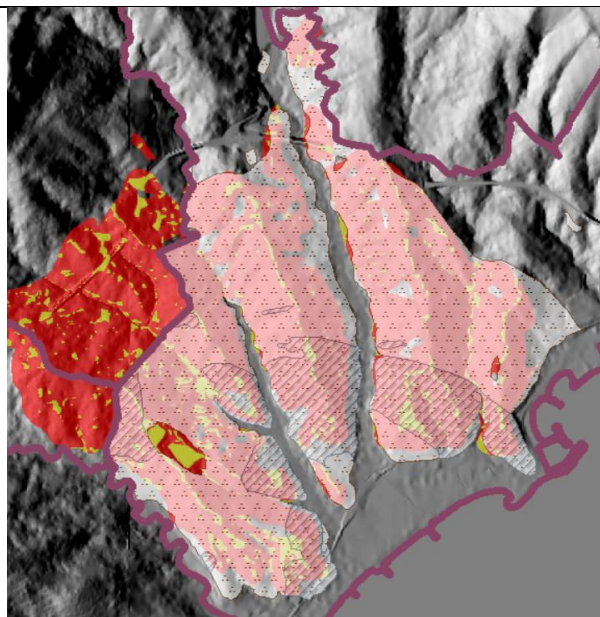
<sup>4</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

<sup>5</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).

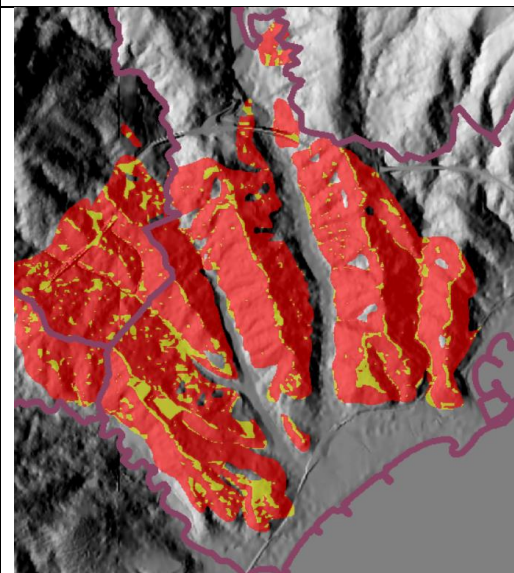




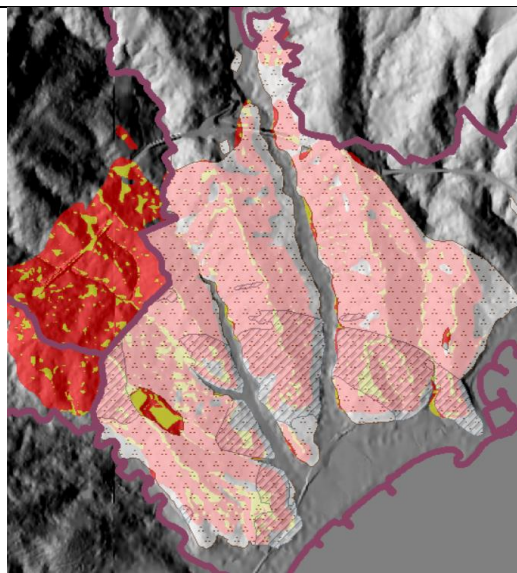
Seuil à 12°



Seuil à 12° et géologie au 1/5000

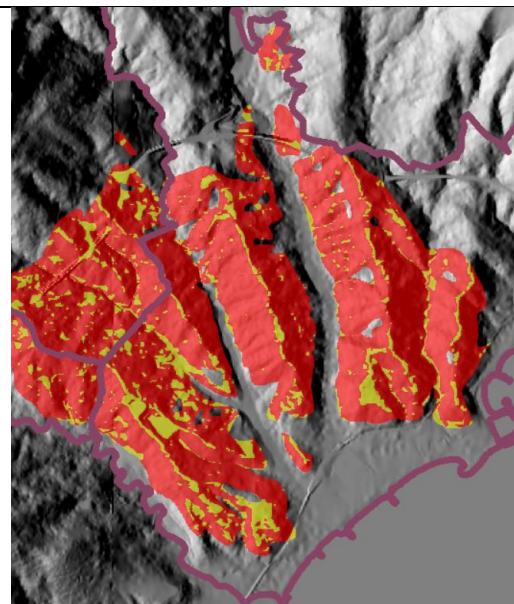


Seuil à 13°

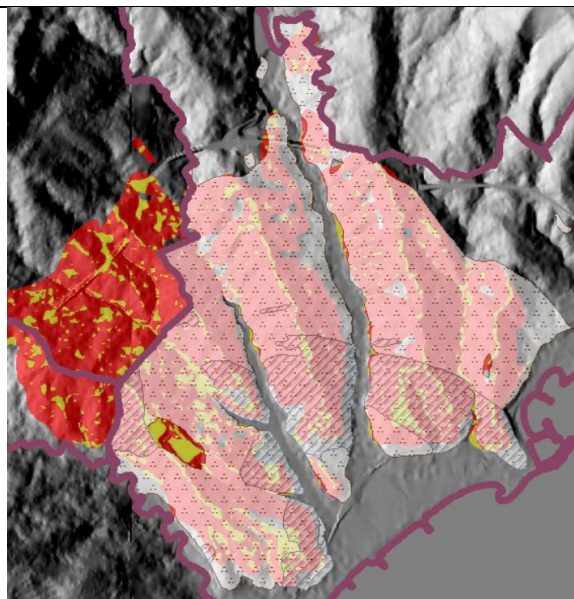


Seuil à 13° et géologie au 1/5000

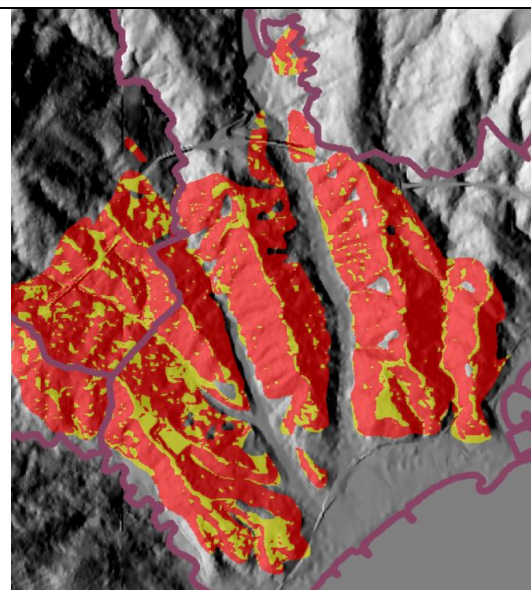




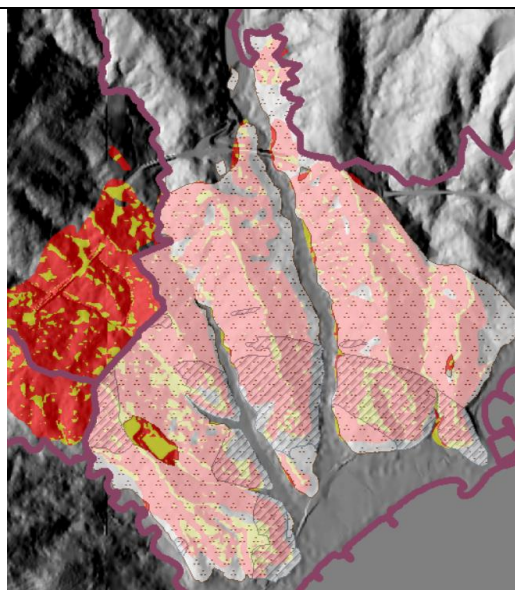
Seuil à 14°



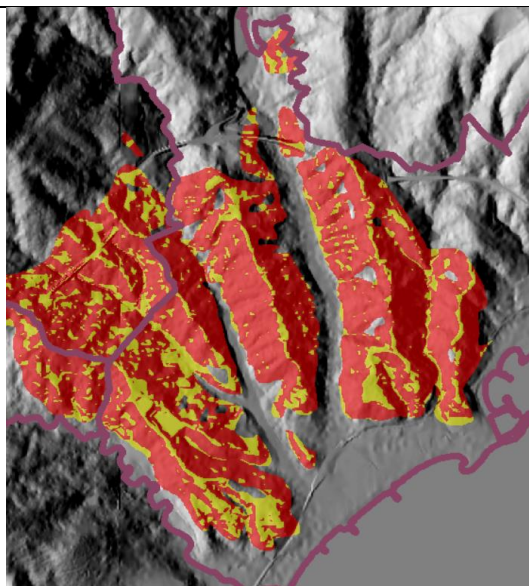
Seuil à 14° et géologie au 1/5000



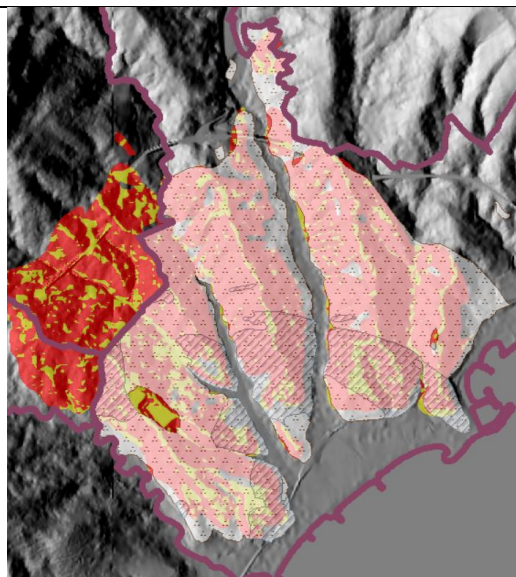
Seuil à 15°



Seuil à 15° et géologie au 1/5000



Seuil à 16°



Seuil à 16° et géologie au 1/5000

**Carte de répartition des formations Eocène/Oligocène:**

Éocène supérieur indifférencié, Priabonien (C36/e6-7)<sup>6</sup> - Marnes gris-bleu (e6-7)<sup>7</sup>

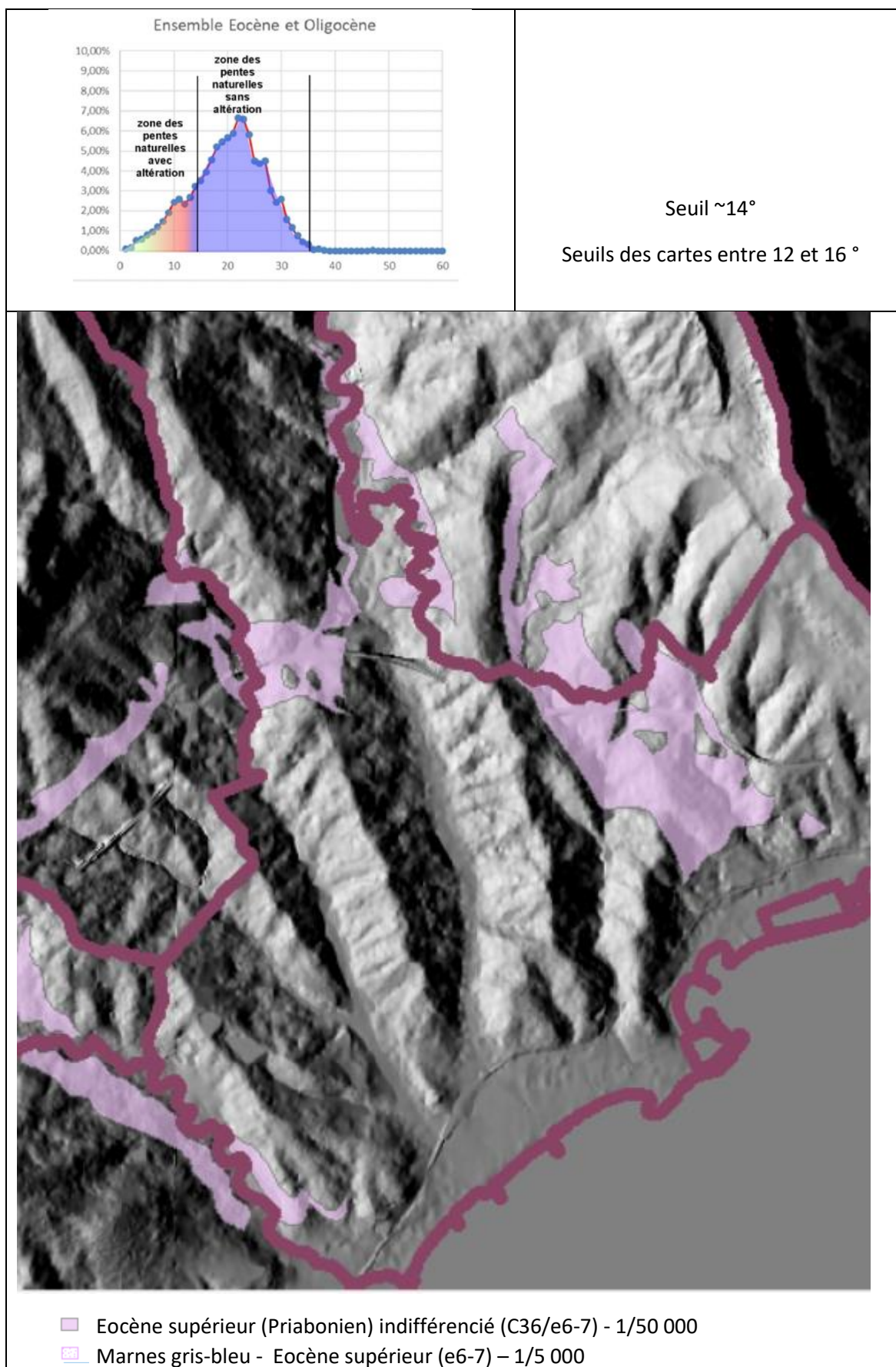
**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique  
des formations meubles (12 à 16°)**

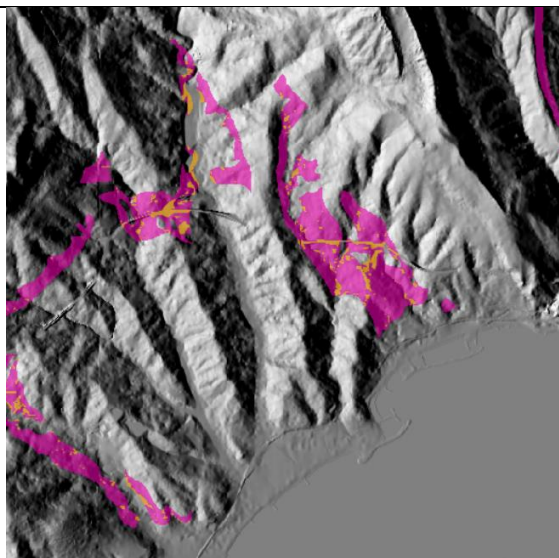
---

<sup>6</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

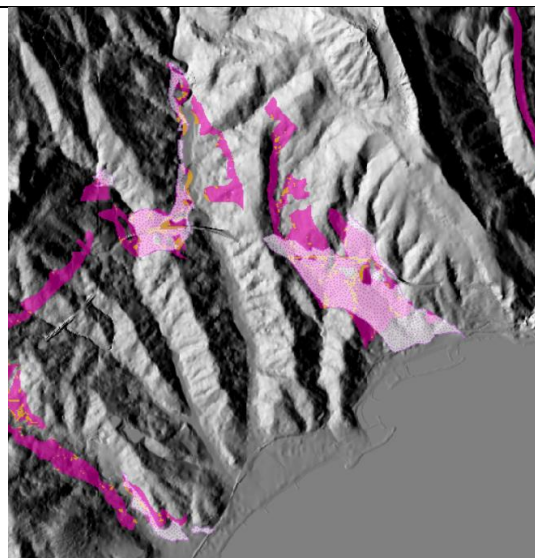
<sup>7</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).



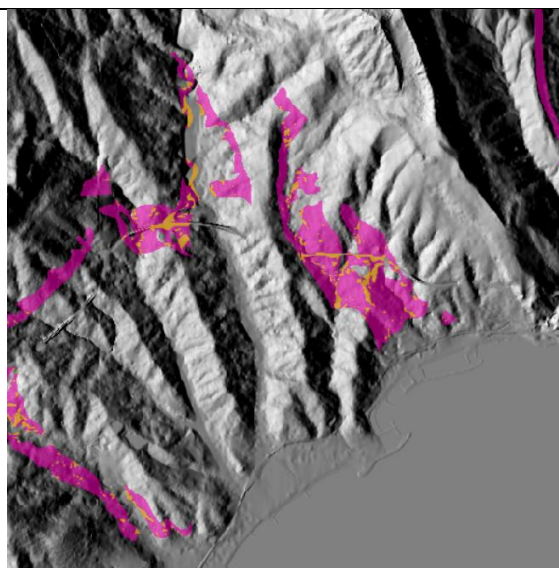




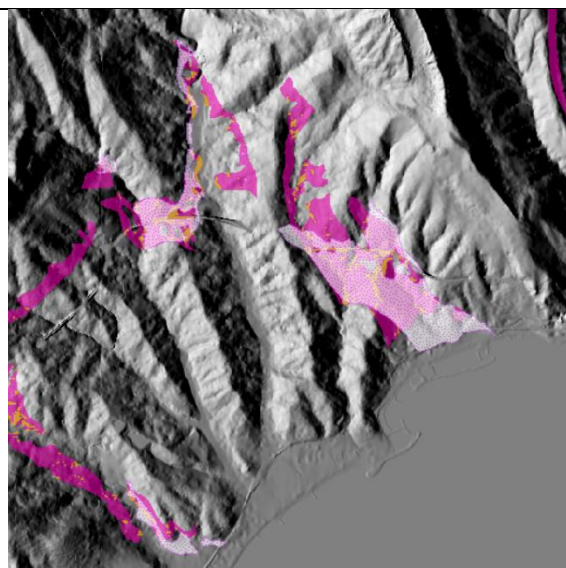
Seuil à 12°



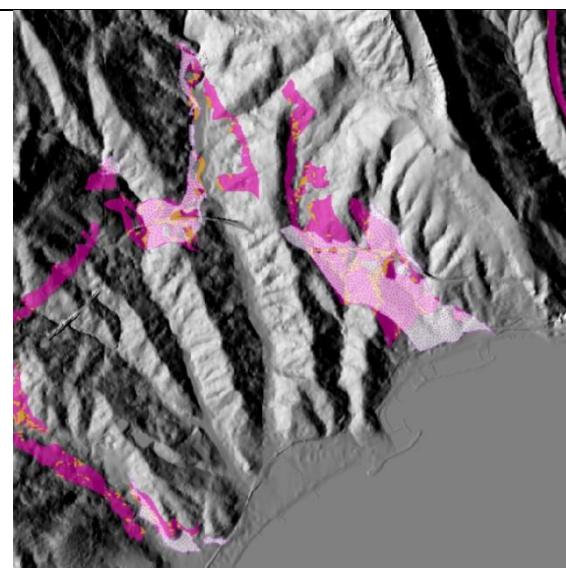
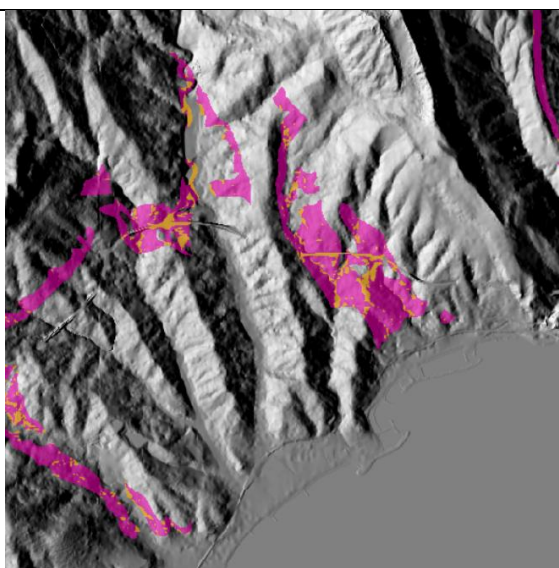
Seuil à 12° et géologie au 1/5000



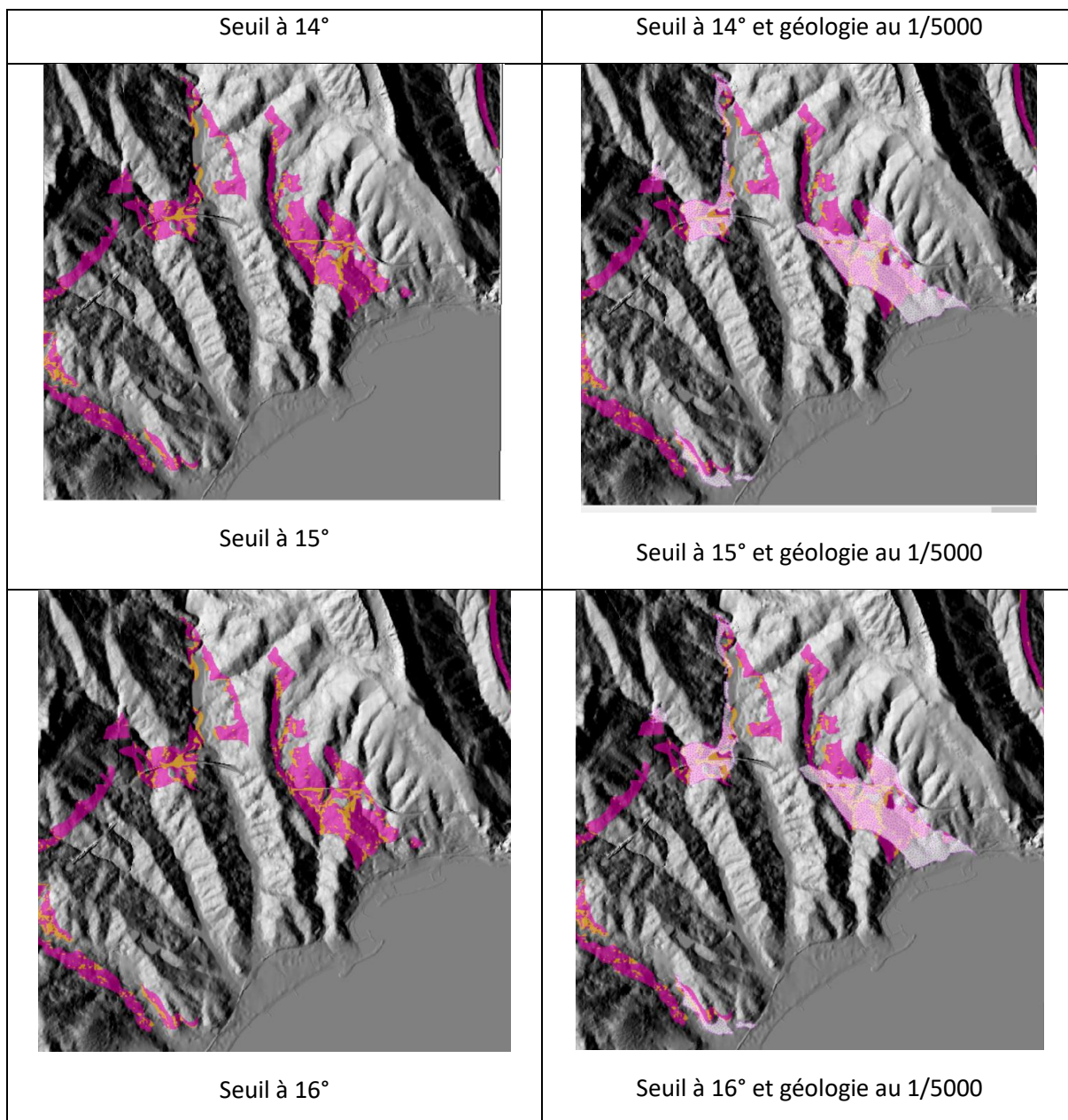
Seuil à 13°



Seuil à 13° et géologie au 1/5000









**Carte de répartition des formations Éocène/Oligocène :**

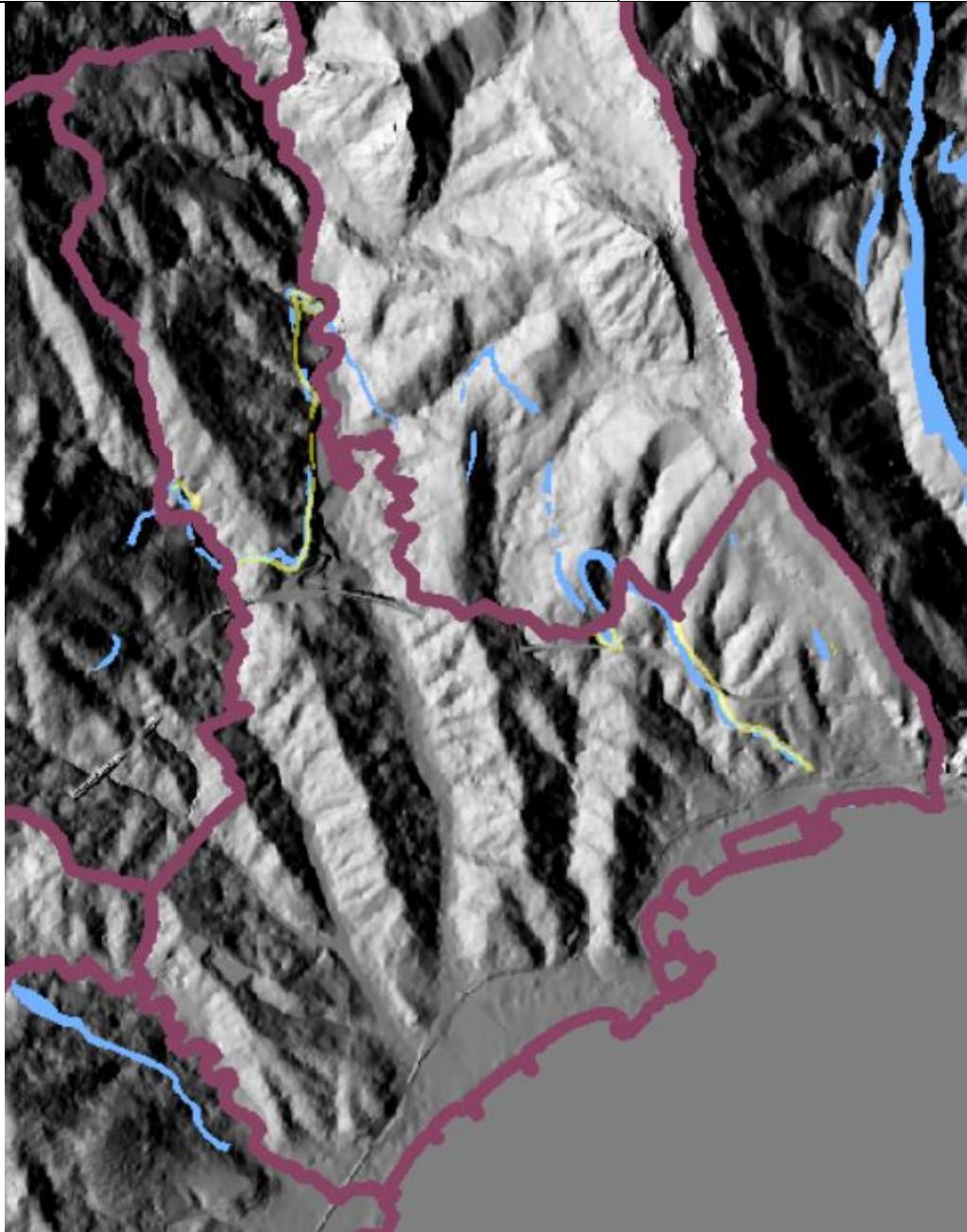
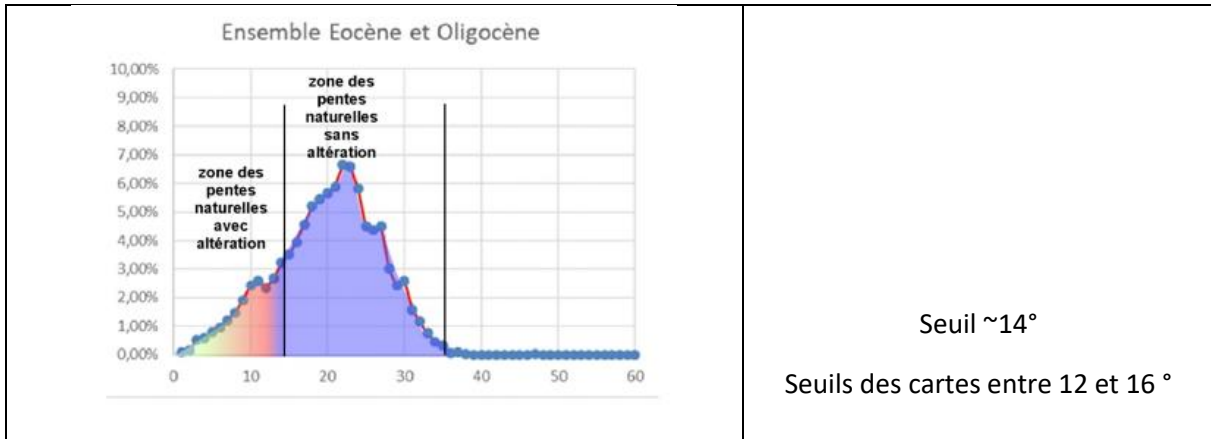
Calcaire nummulitique, Éocène moyen (C37/e5)<sup>8</sup> - (e5)<sup>9</sup>

**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique  
des formations meubles (12 à 16°)**

---

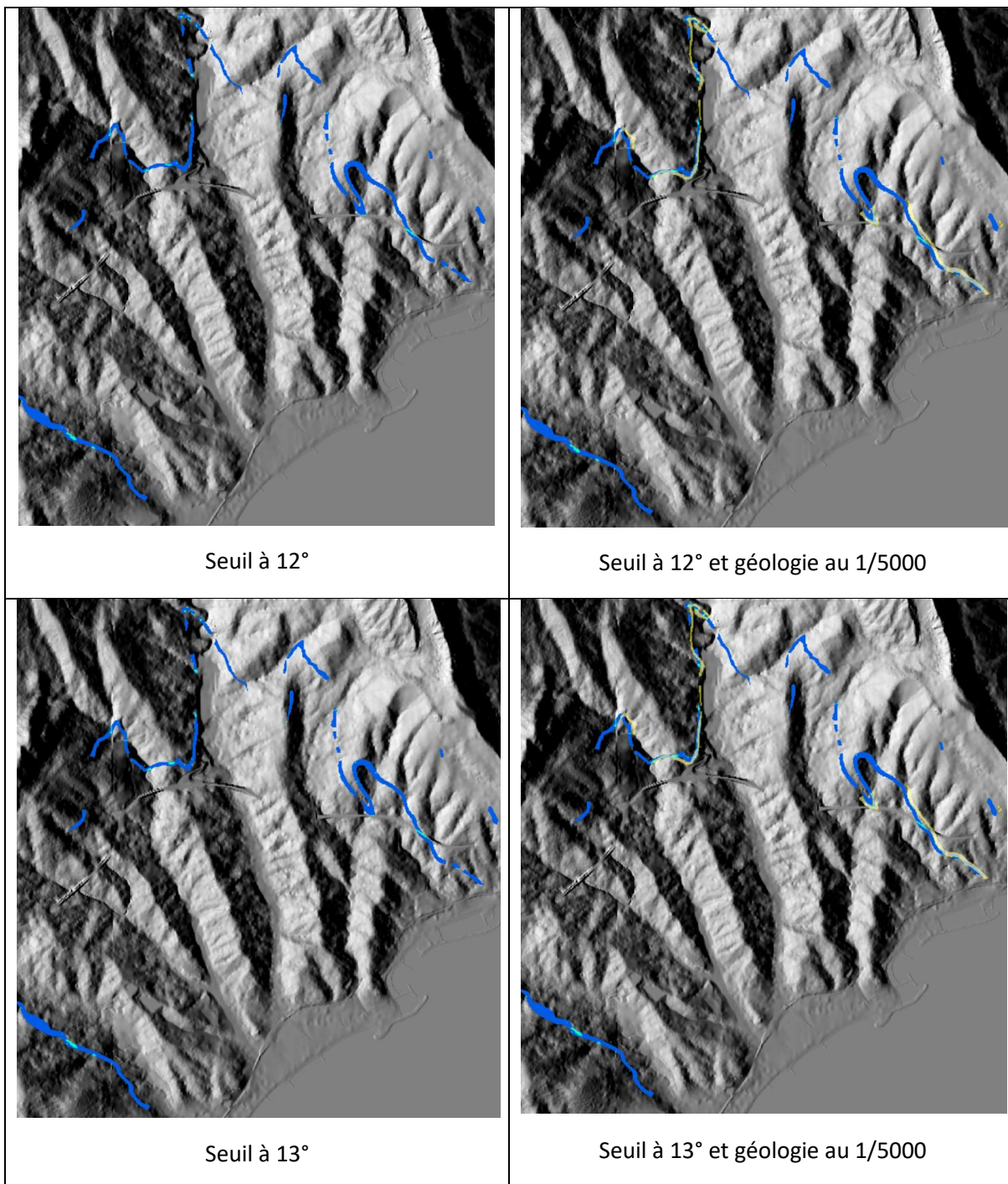
<sup>8</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

<sup>9</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).

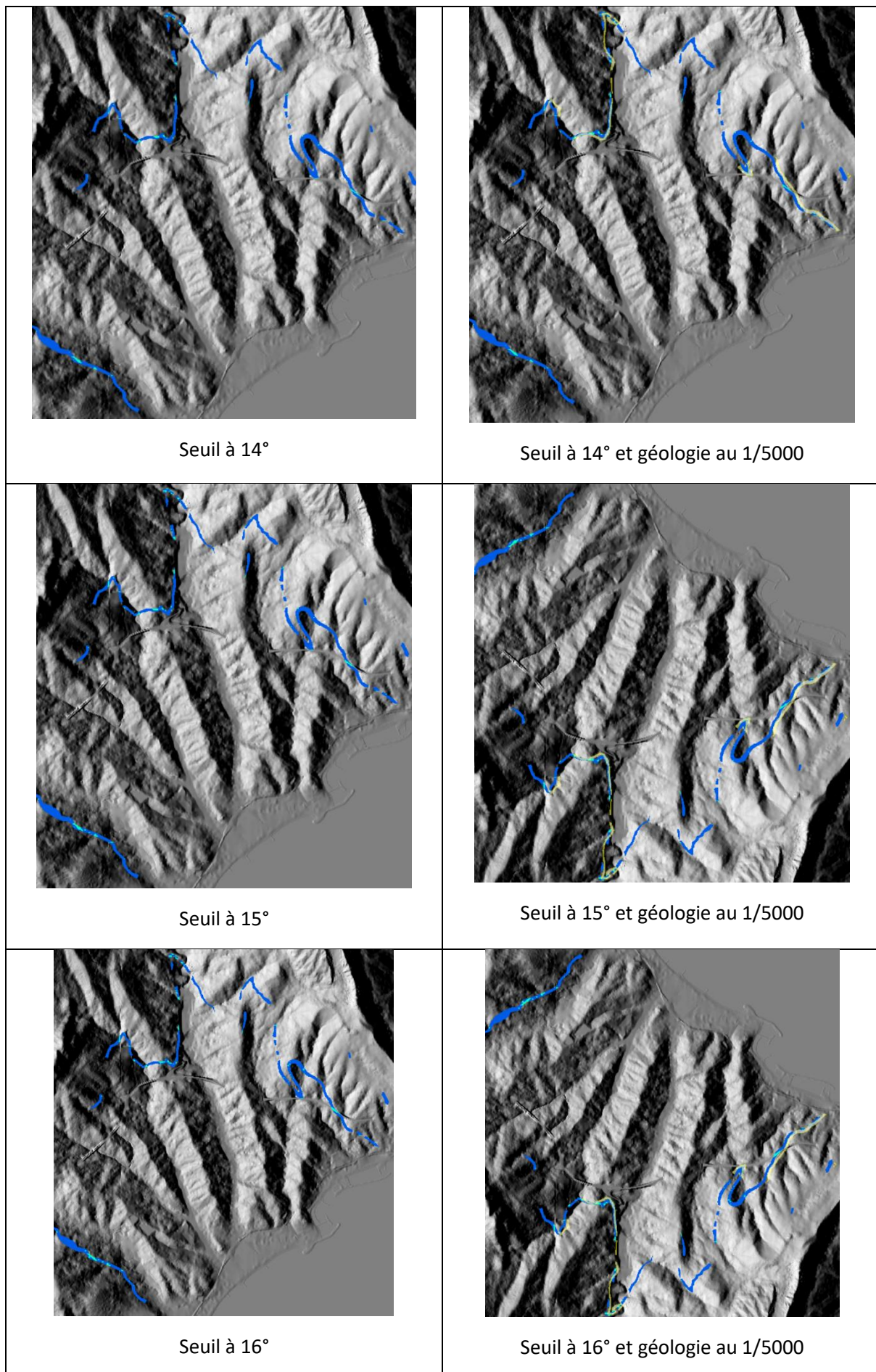


■ Calcaire nummulitique – Eocène moyen (C37/e5) – 1/50 000

■ Calcaire nummulitique – Eocène moyen (e5) – 1/5 000







**Carte de répartition des formations marno-calcaires Crétacé :**

Marno calcaire indifférencié, Crétacé sup. (C41/c3-7)<sup>10</sup> - Marnes gris-noir ,  
cénomaniens(c3-7)<sup>11</sup>

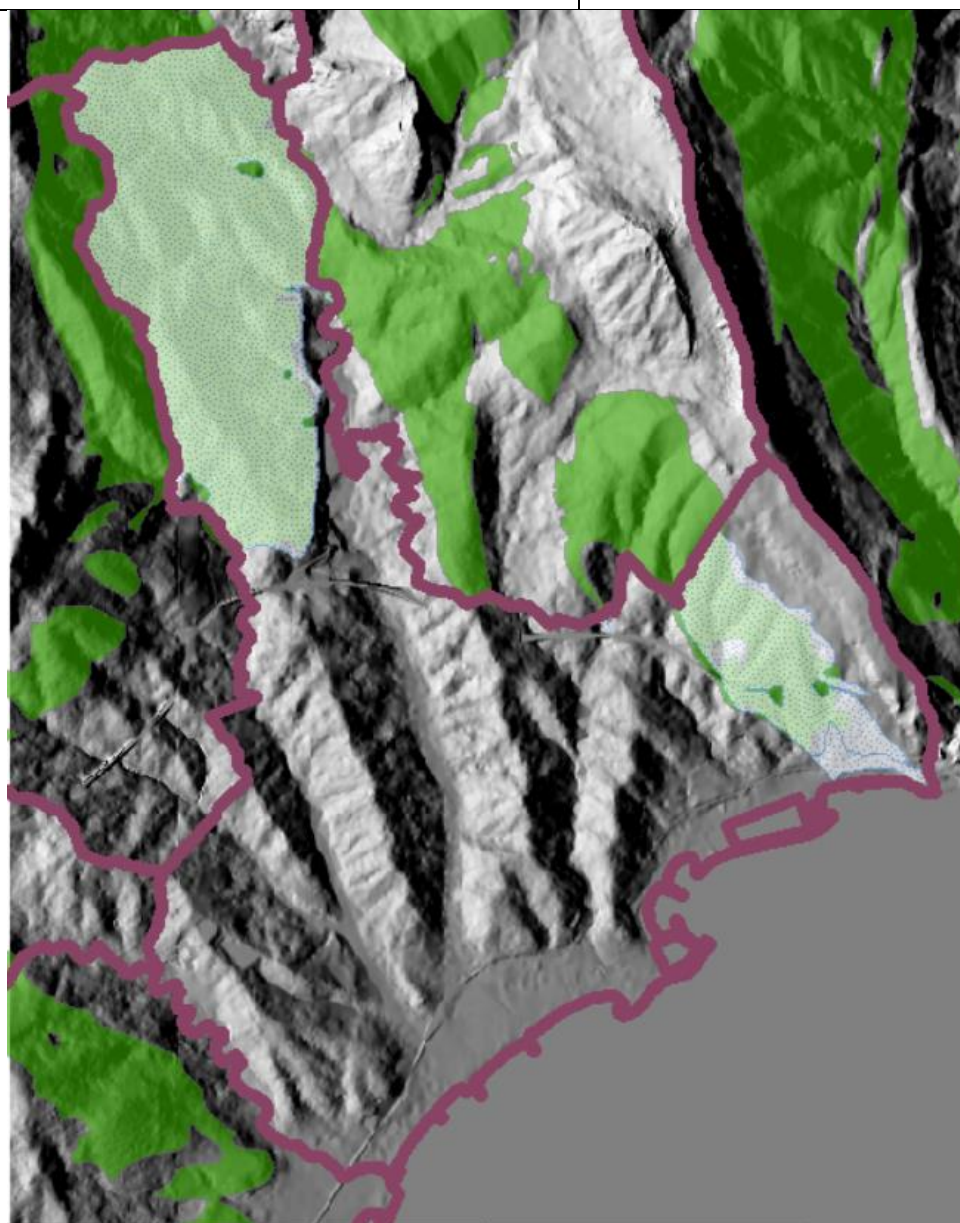
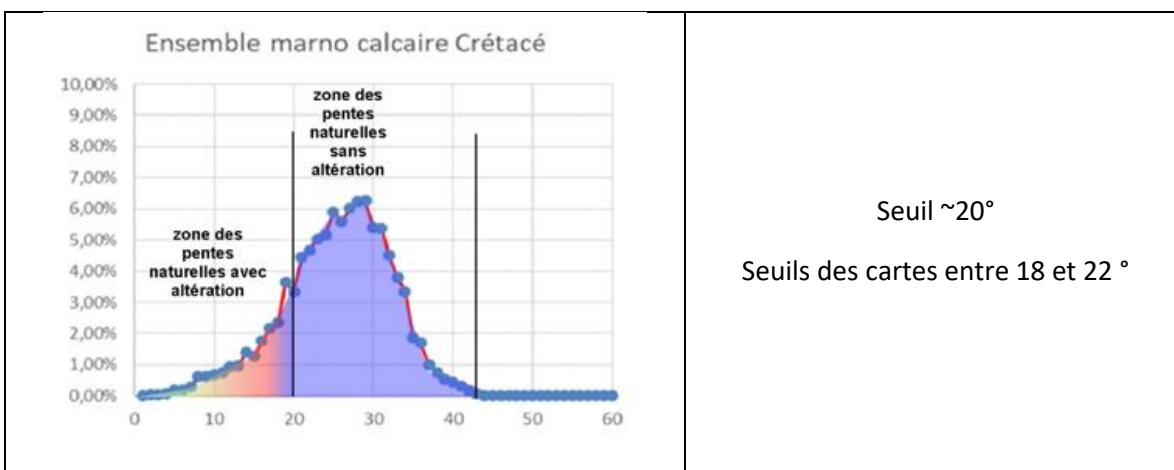
Marnes noires à bancs et miches calcaires , Crétacé sup.(C42/c2)<sup>10</sup> - Marno  
calcaires, cénomaniens (c2)<sup>11</sup>

**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique  
des formations meubles (18 à 22°)**

---

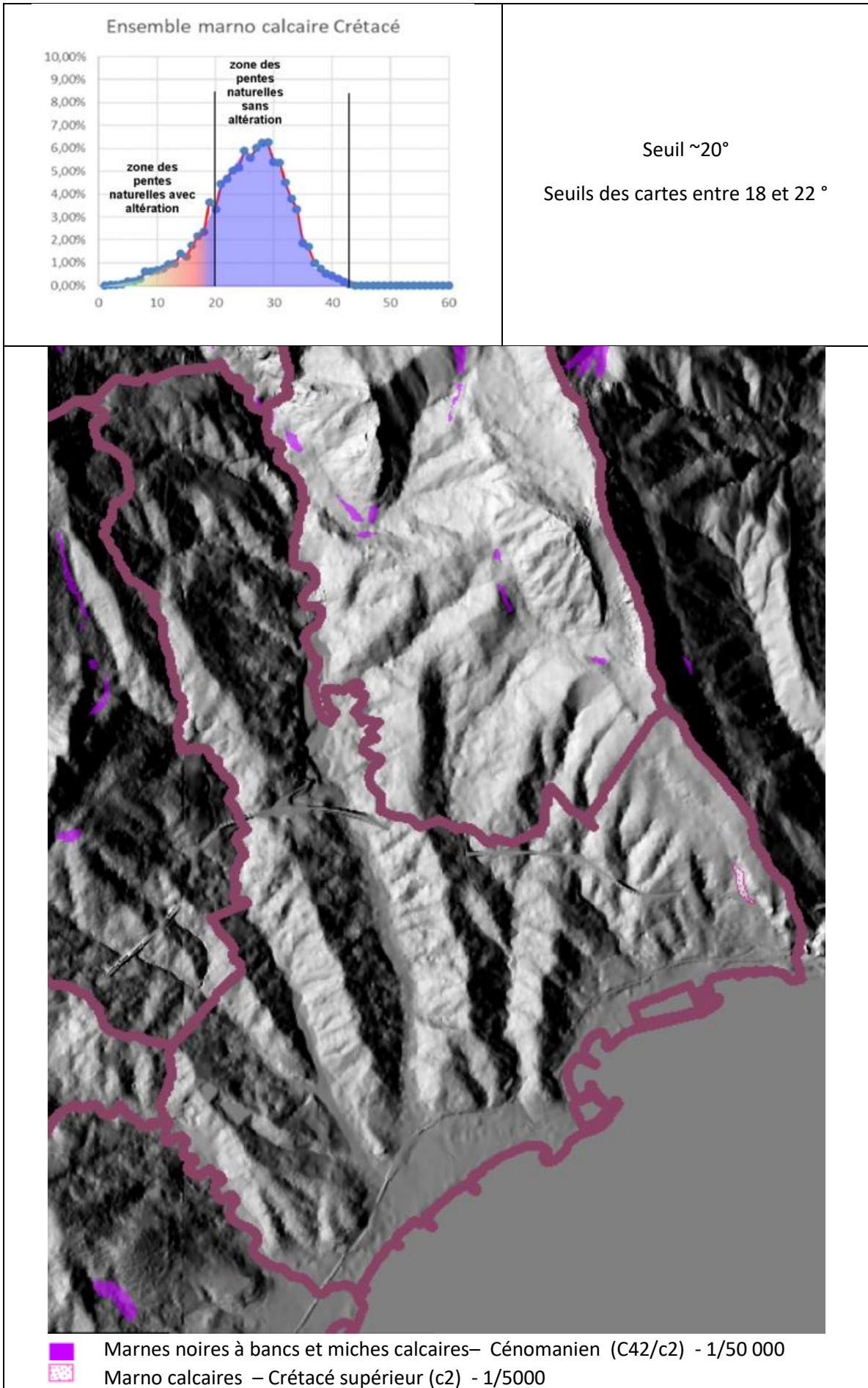
<sup>10</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

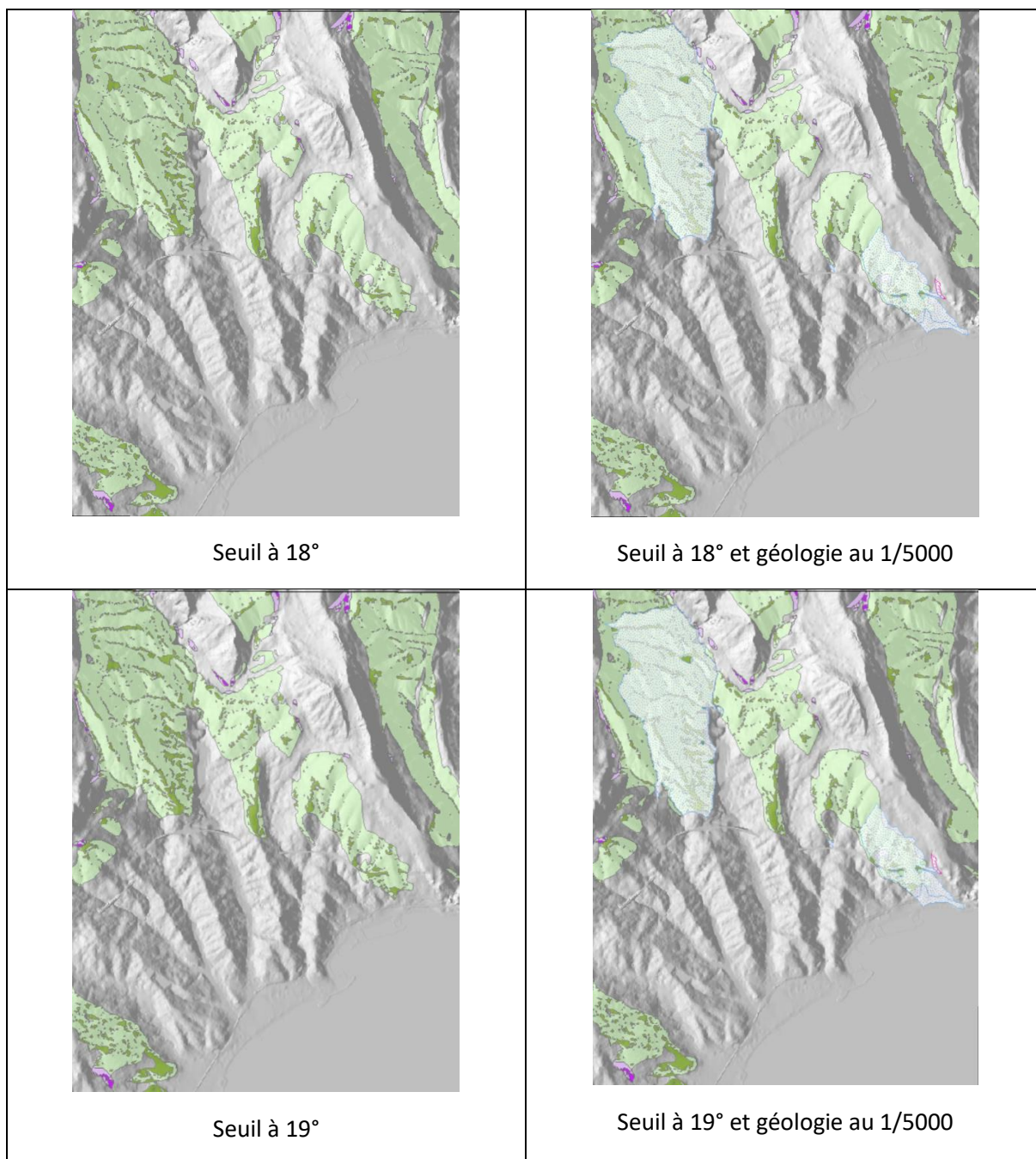
<sup>11</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).



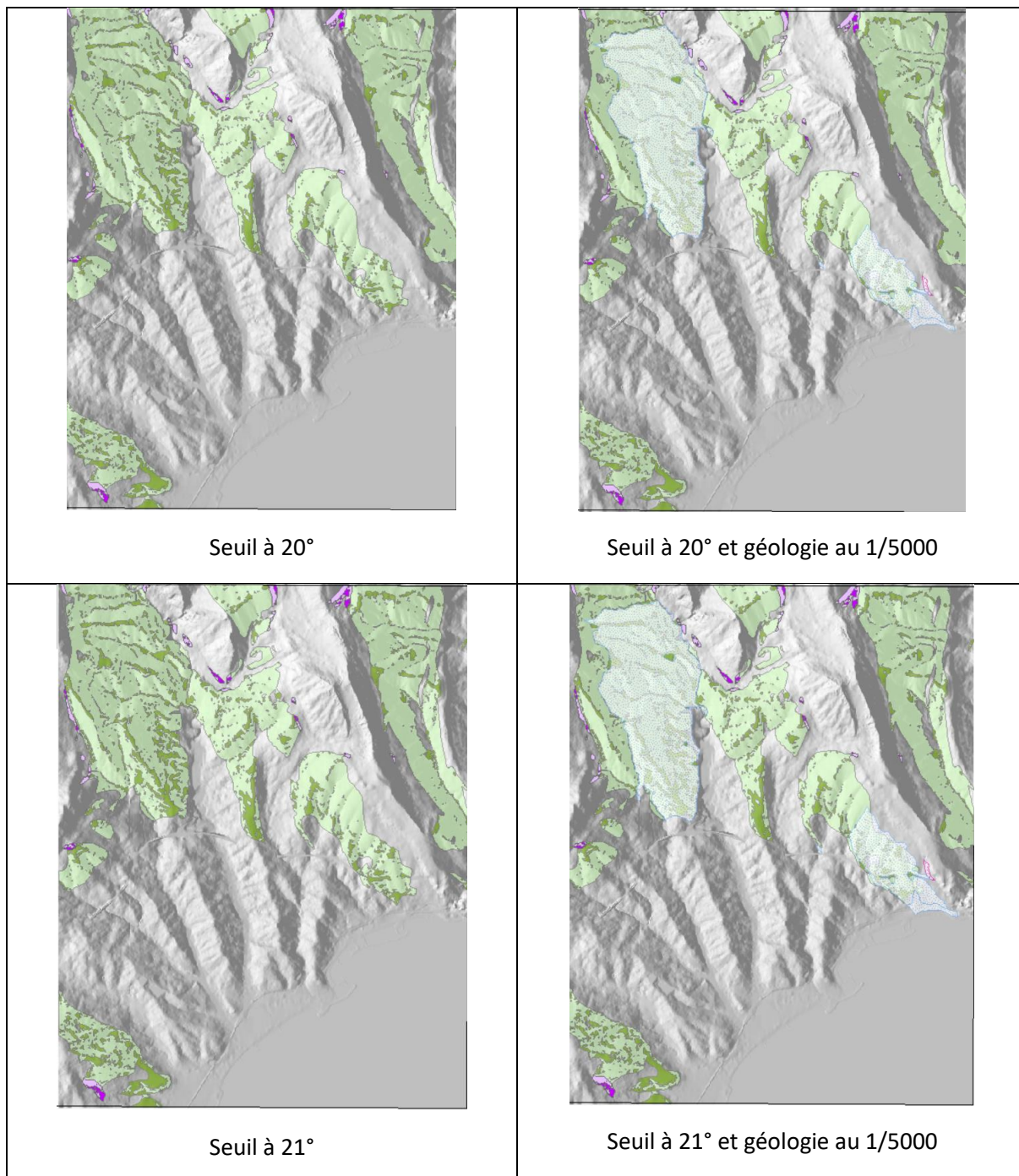
- Marno calcaire indifférencié – Crétacé supérieur - (C41/c3-7) 1/50 000
- Marnes gris-noir – Crétacé supérieur - Cénomaniens (c3-7) 1/5000

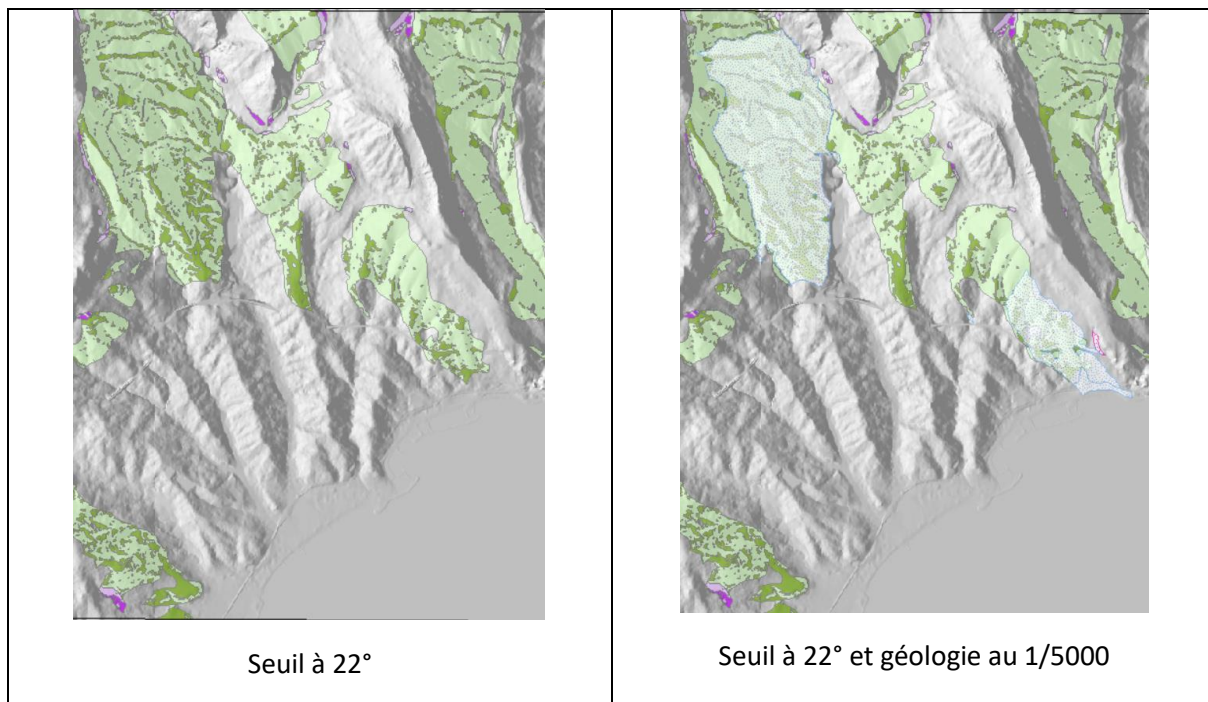












**Carte de répartition des formations marno-calcaires Jurassique/Crétacé :**

Marno-calcaires et marnes schisteuses, Néocomien (C48/n1-4)<sup>12</sup>

Calcaires en gros bancs bruns et dolomie grise, Kimméridgien (C51/j8)<sup>12</sup> – Calcaires, jurassique sup. (j8)<sup>13</sup>

Marno calcaires, Malm supérieur (C55/j3-7)<sup>12</sup>

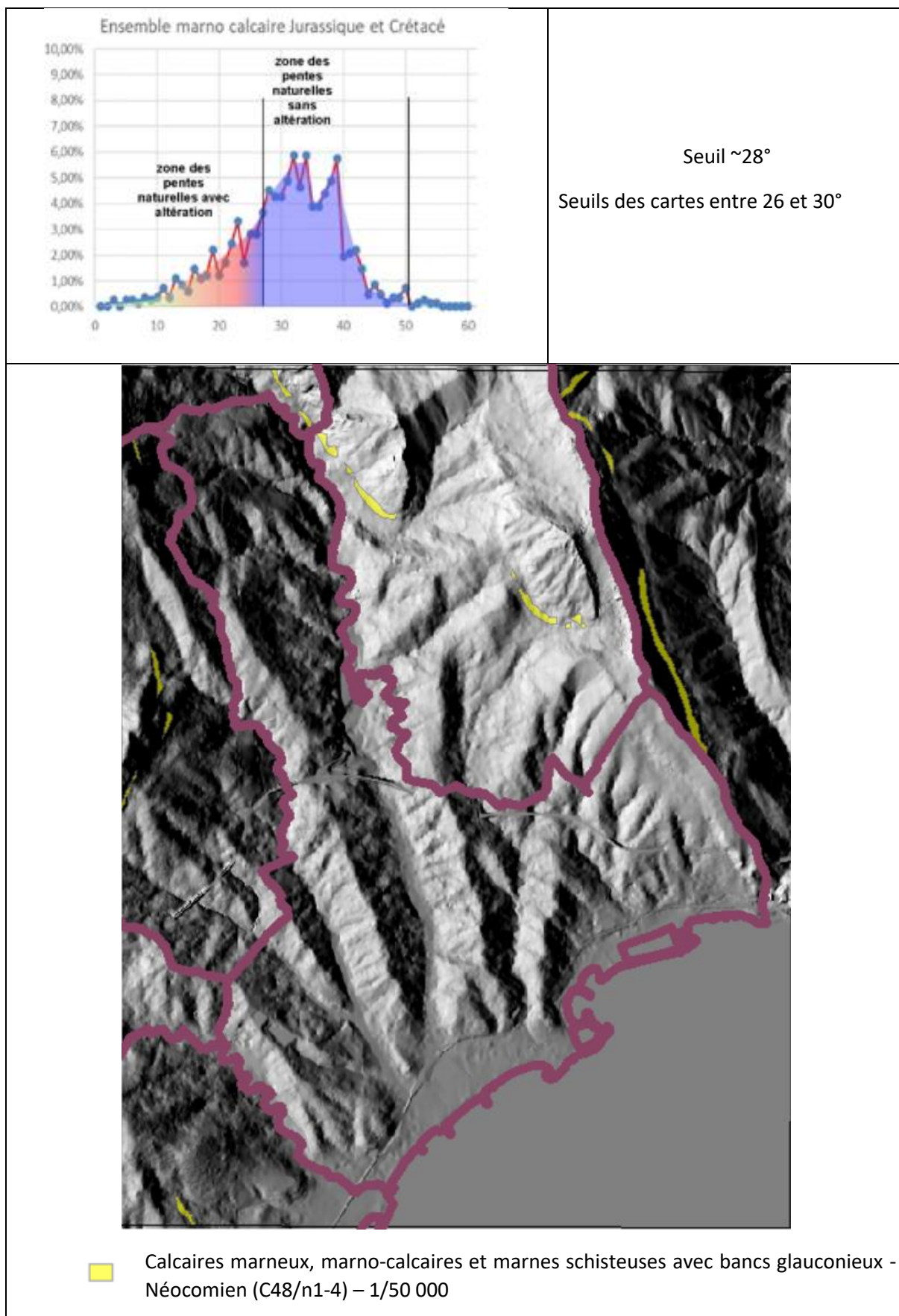
**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique des formations meubles (26 à 30°)**

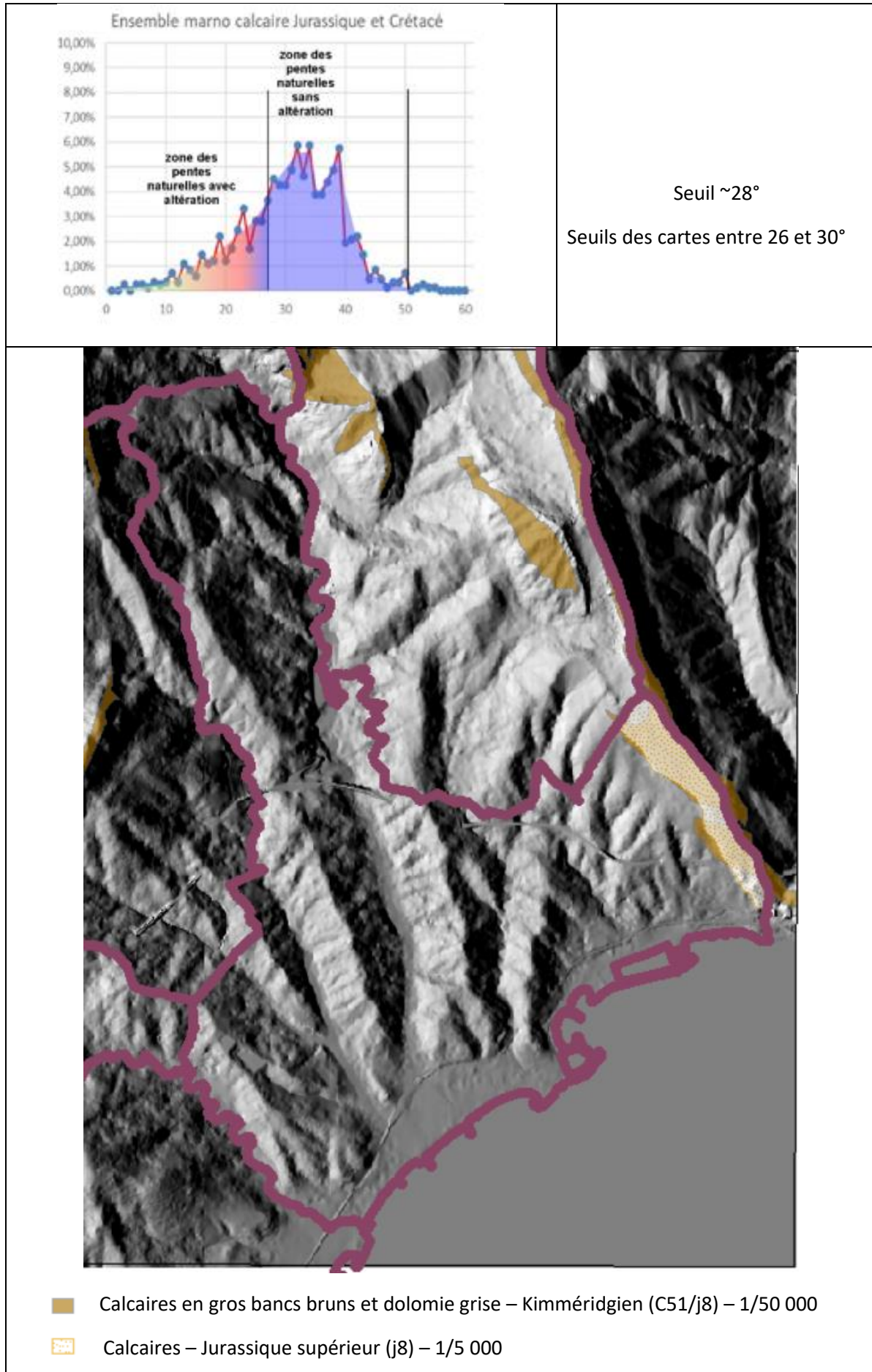
---

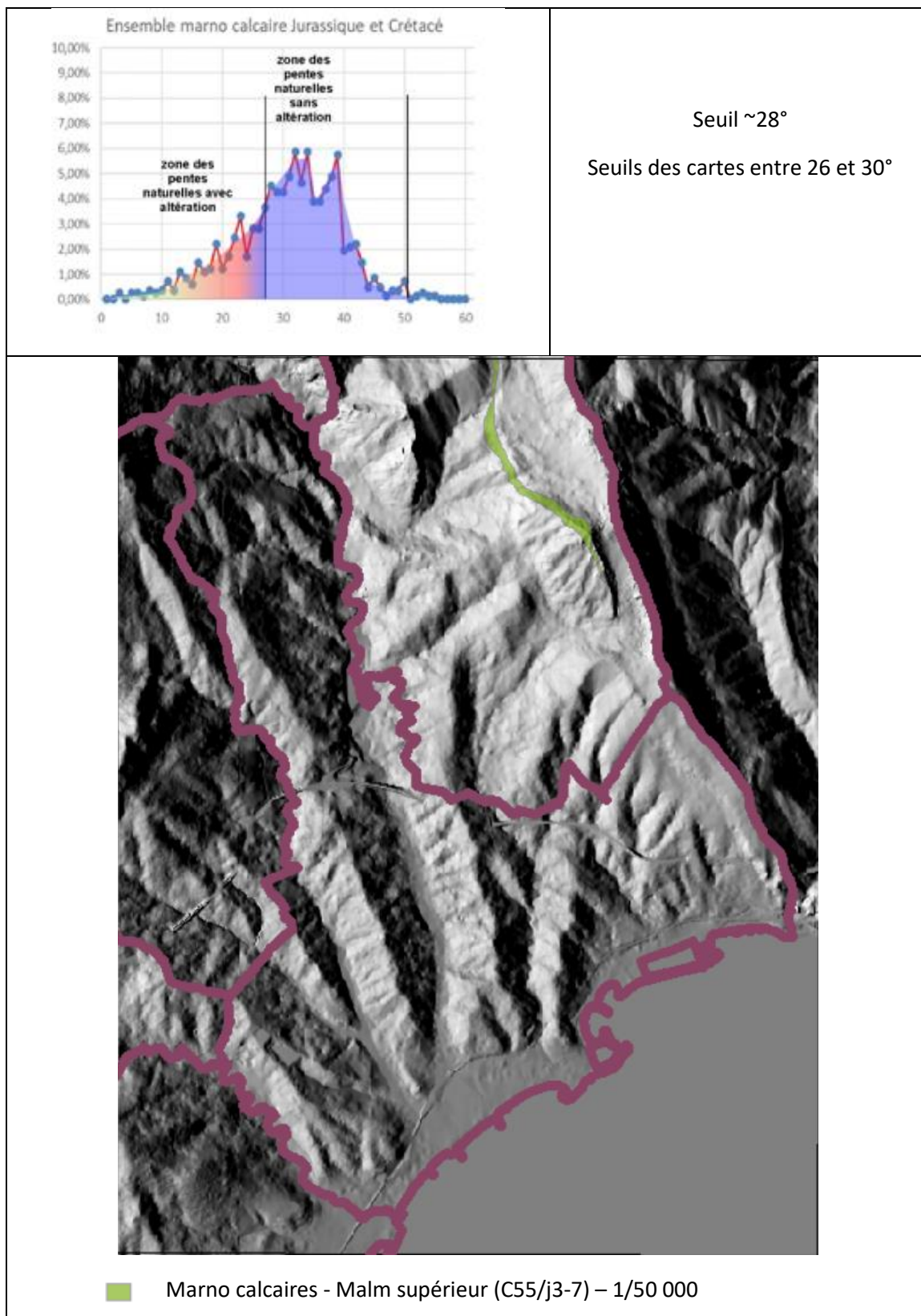
<sup>12</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

<sup>13</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).

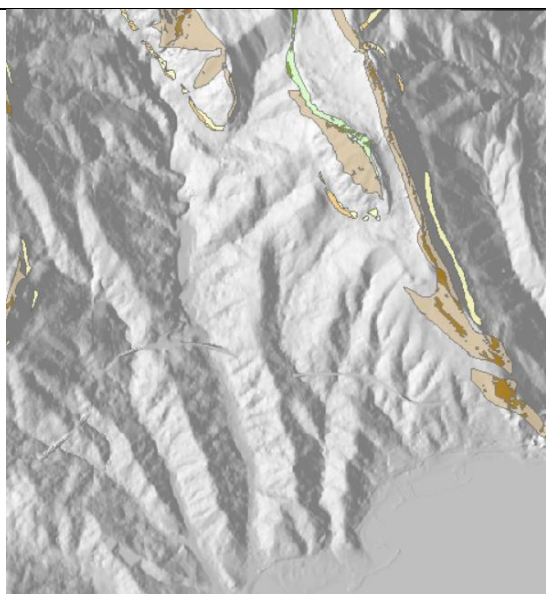




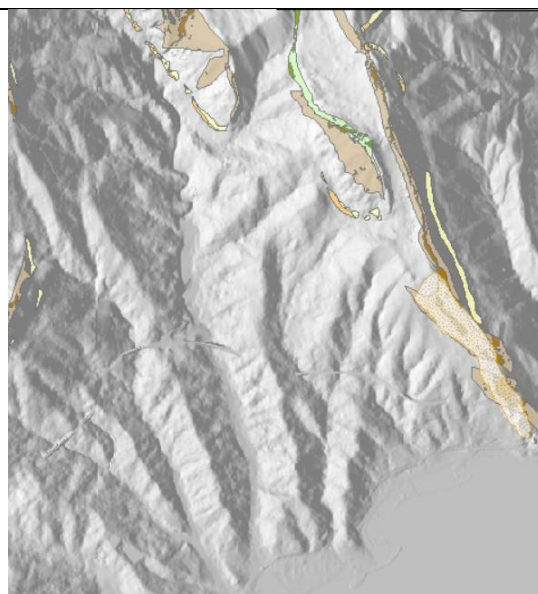




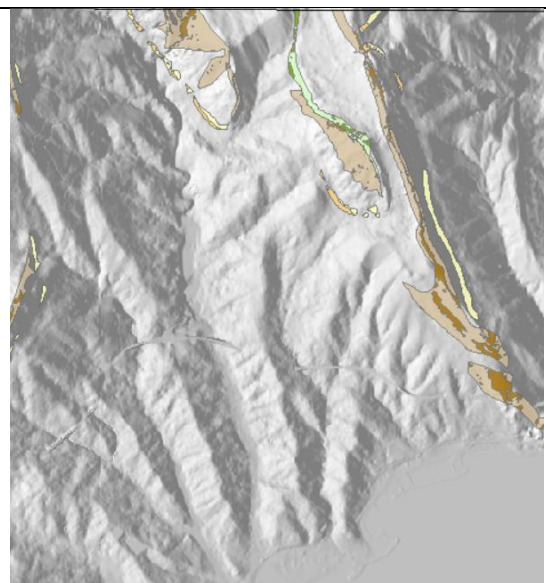




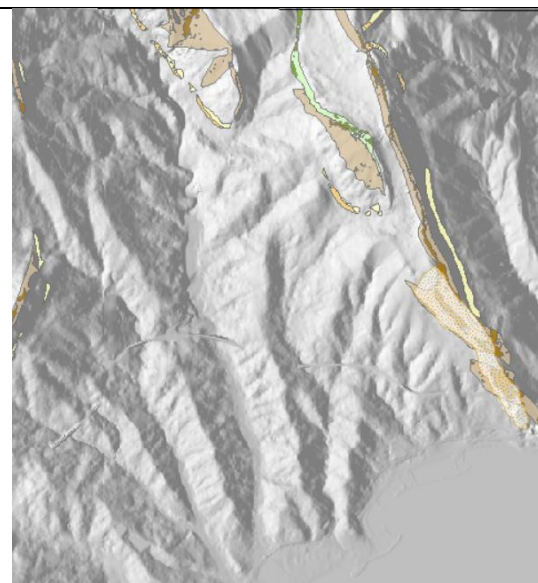
Seuil à 26°



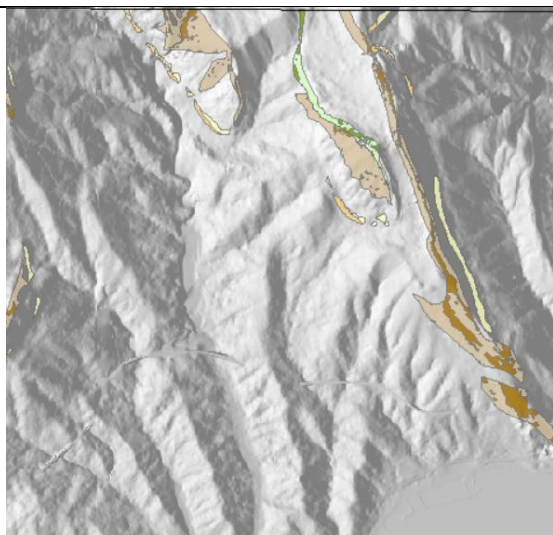
Seuil à 26° et géologie au 1/5000



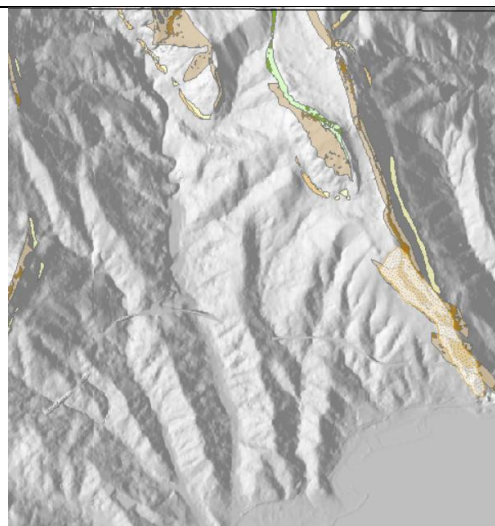
Seuil à 27°



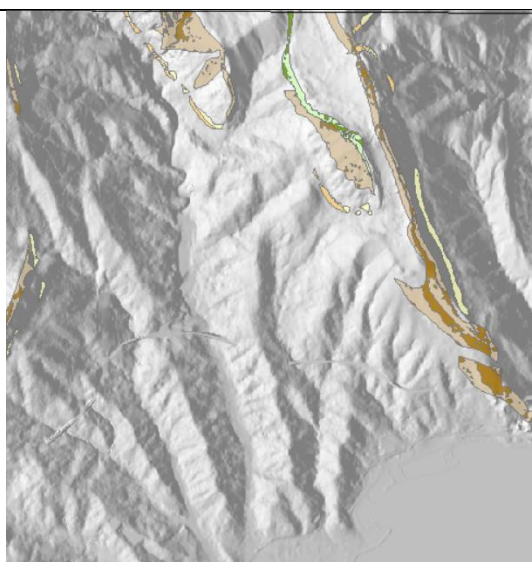
Seuil à 27° et géologie au 1/5000



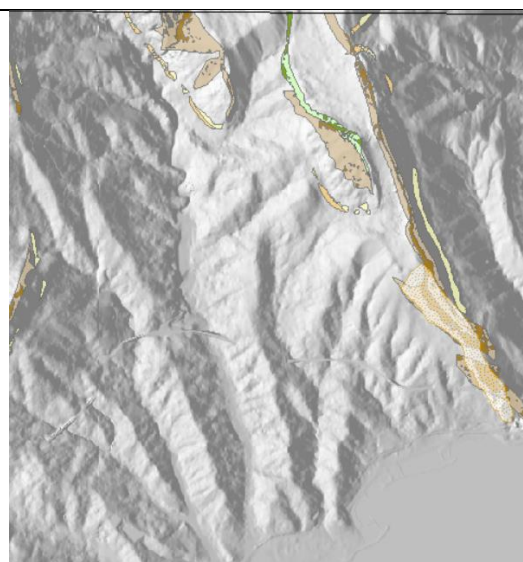
Seuil à 28°



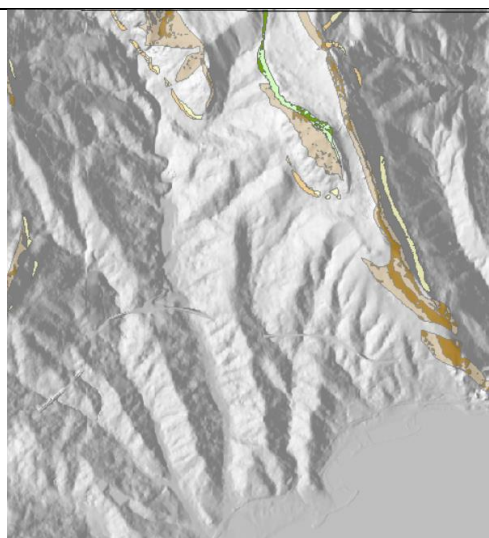
Seuil à 28° et géologie au 1/5000



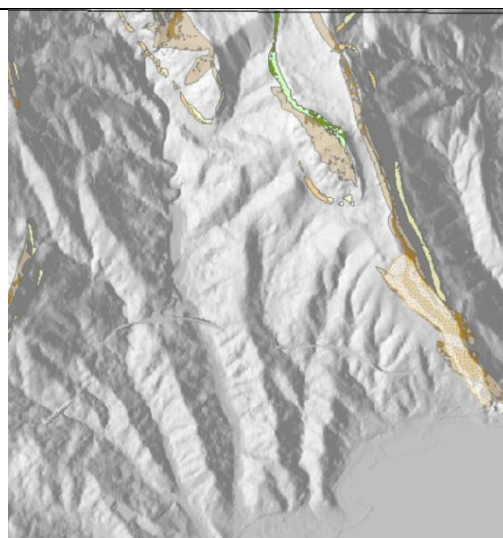
Seuil à 29°



Seuil à 29° et géologie au 1/5000



Seuil à 30°



Seuil à 30° et géologie au 1/5000



**Carte de répartition des formations calcaires Jurassique supérieur :**

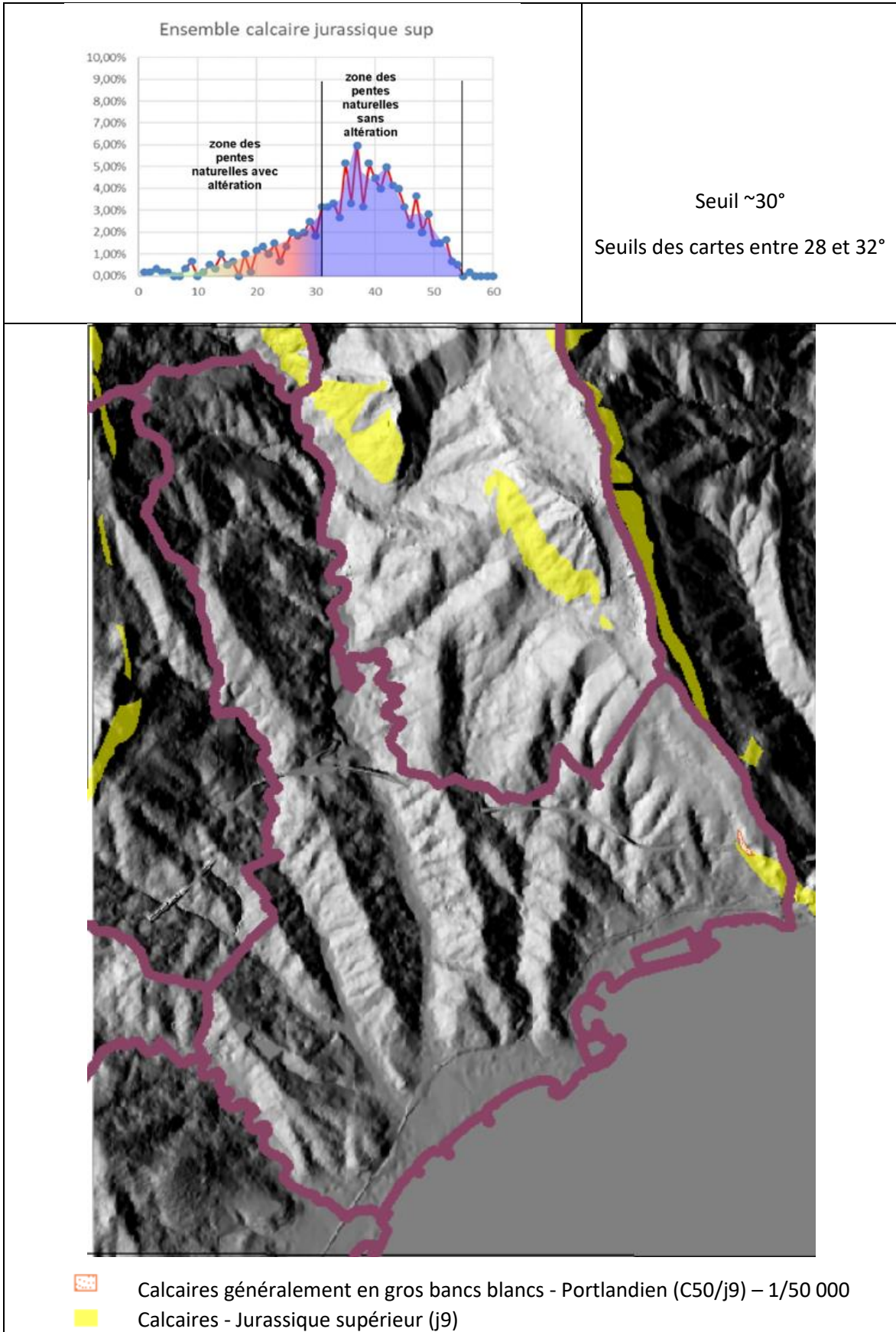
Calcaires en gros bancs, portlandien (C50/j9)<sup>14</sup> - Calcaires, Jurassique sup. (j9)<sup>15</sup>

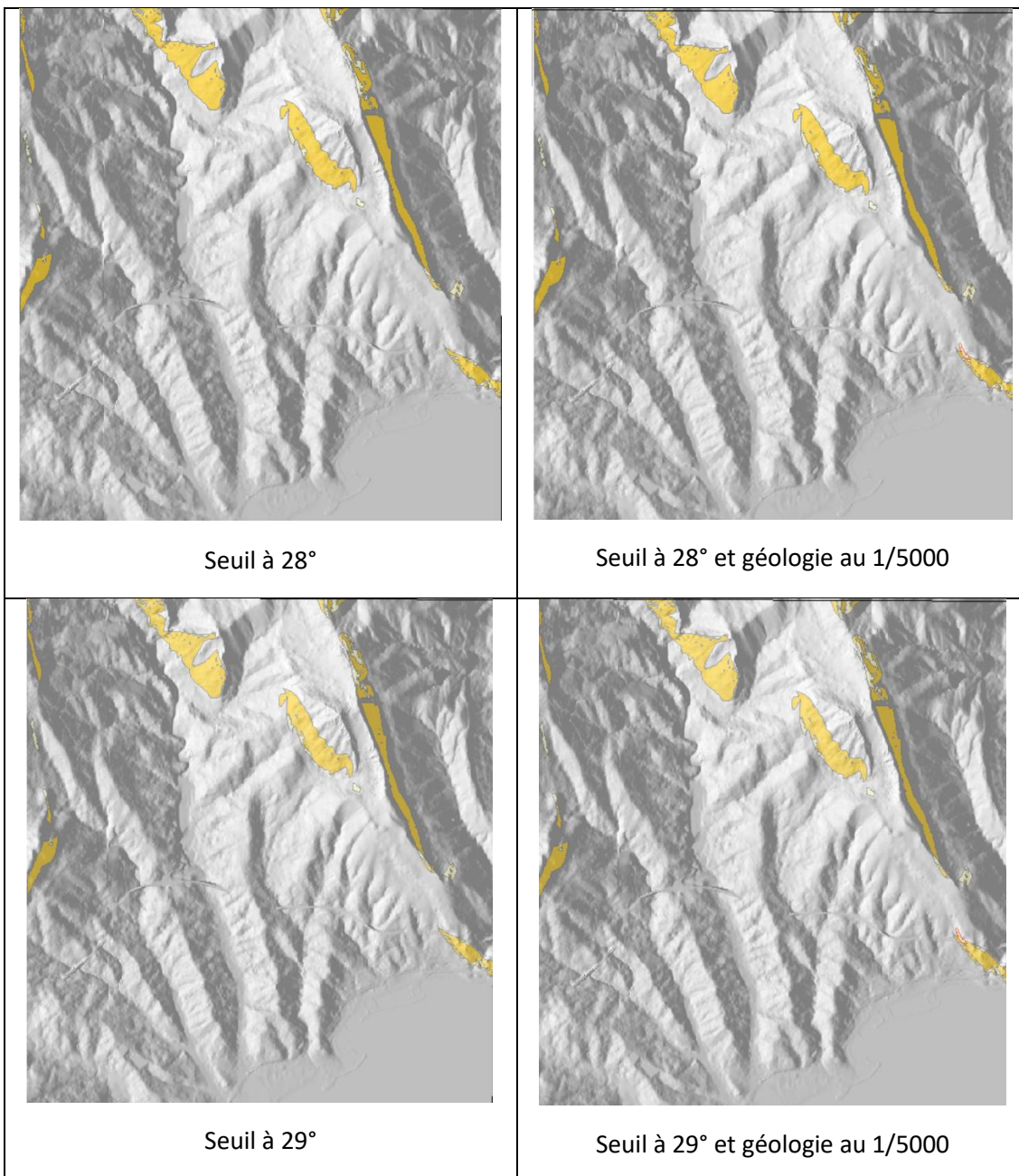
**Application de différents seuils limites pour l'identification cartographique  
des formations meubles (28 à 32°)**

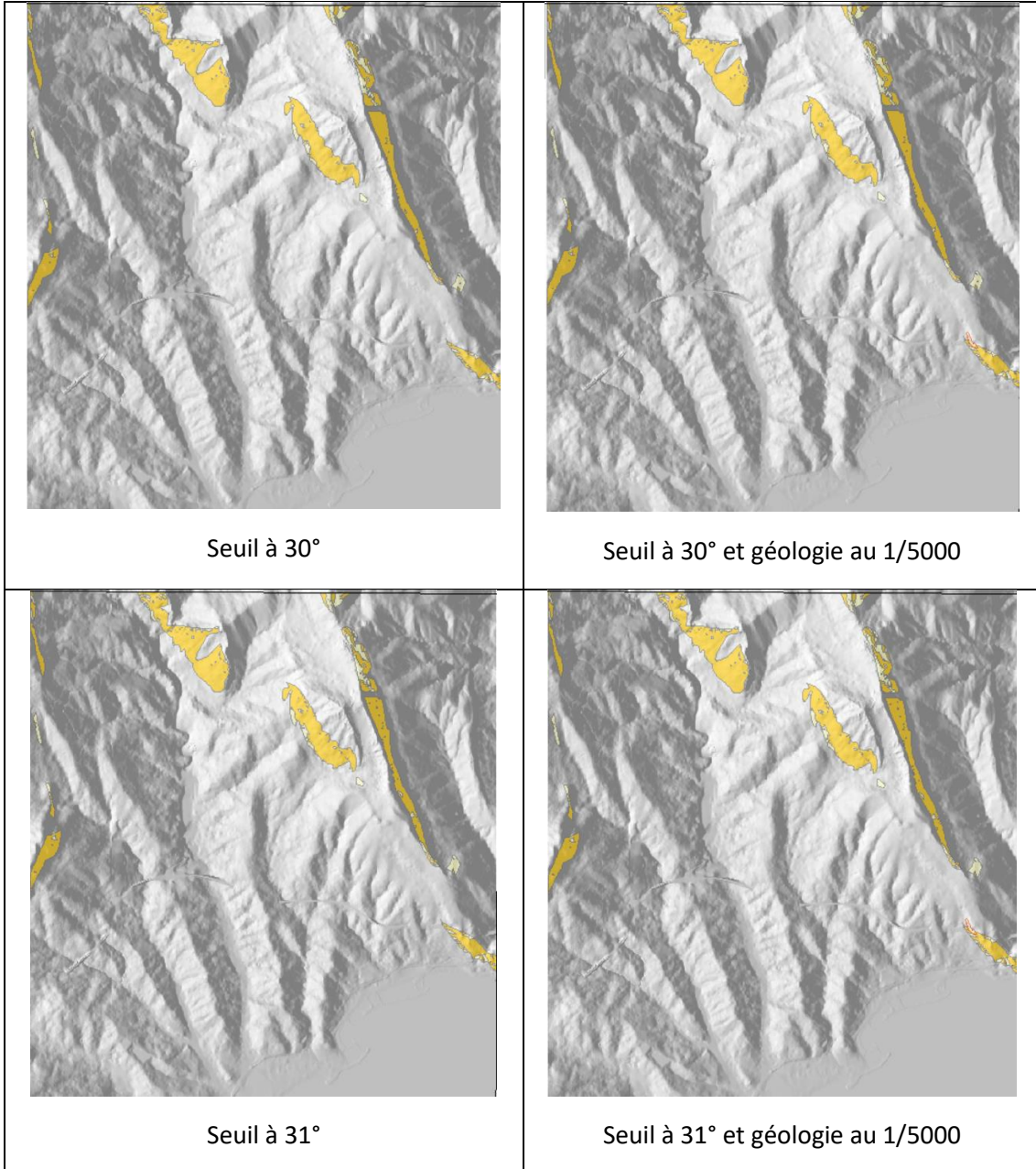
---

<sup>14</sup> Gèze B. et Nesteroff W. (1968) - Carte géologique à de Nice-Menton à 1/50 000. Feuille n°XXXVII-42-43. Ed. BRGM

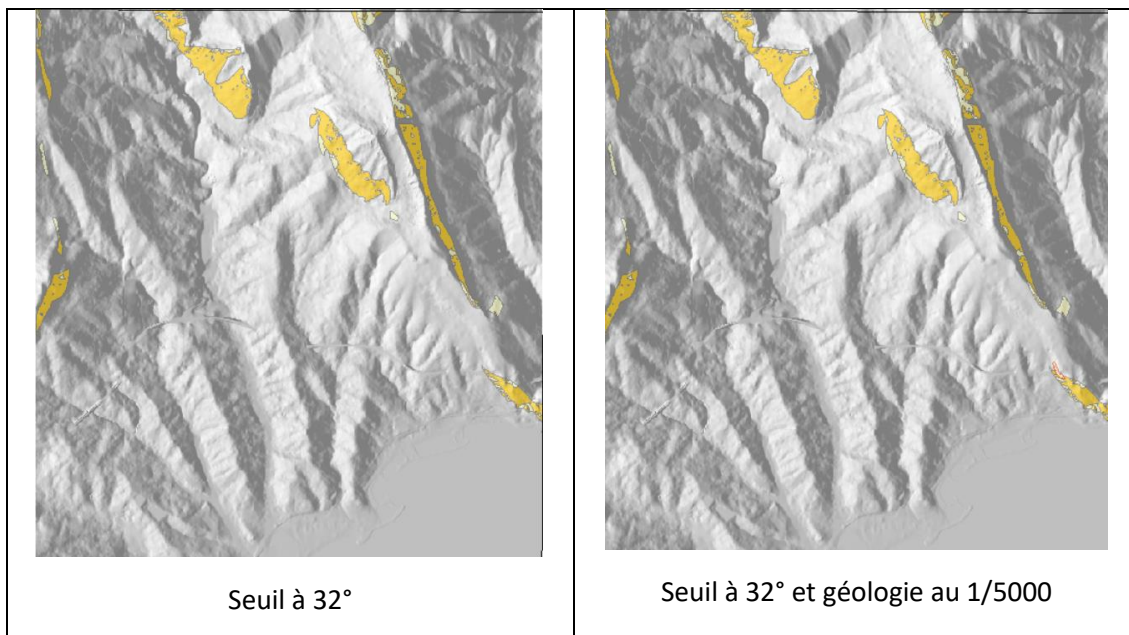
<sup>15</sup> Carte réalisée pour le POS (1978) par le CETE-Méditerranée, complétée/modifiée dans le cadre de plusieurs projets notamment la Thèse M. Hernandez (2009 –UNSA/GeoAzur), le Projet AD-VITAM (2020 - BRGM/GeoAzur).













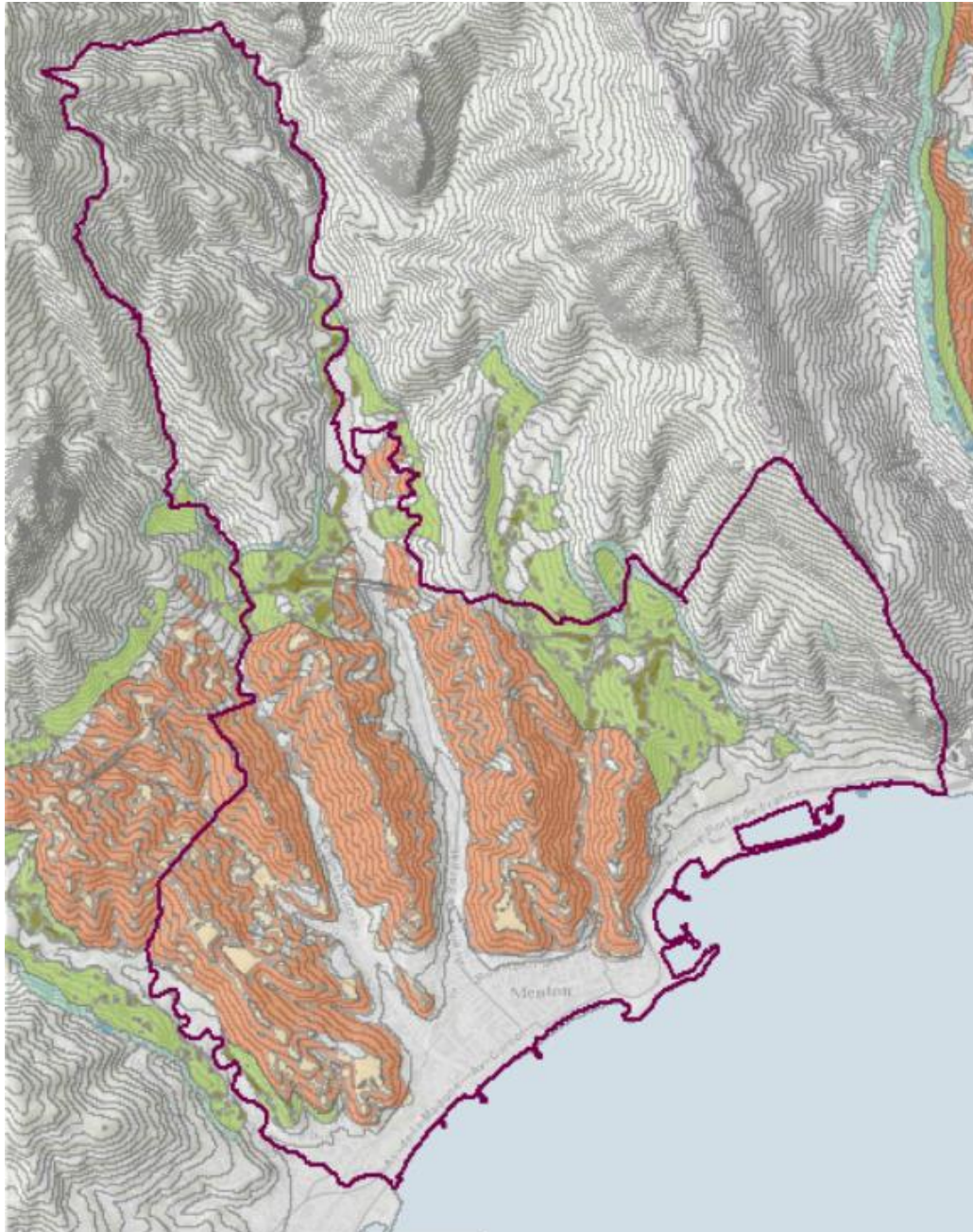
## **Annexe 3**







### **Résultats cartographiques des seuils moyens pour tous les ensembles géologiques**

***Fonds de cartes : Carte du monde physique@ESRI et courbes  
de niveaux 20 m issues du MNT5@IGN***

### Carte de répartition des formations Éocène/Oligocène :

Application de seuil moyen estimé pour l'identification cartographique des formations meubles (14°)

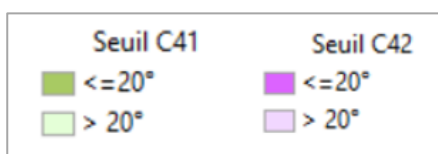
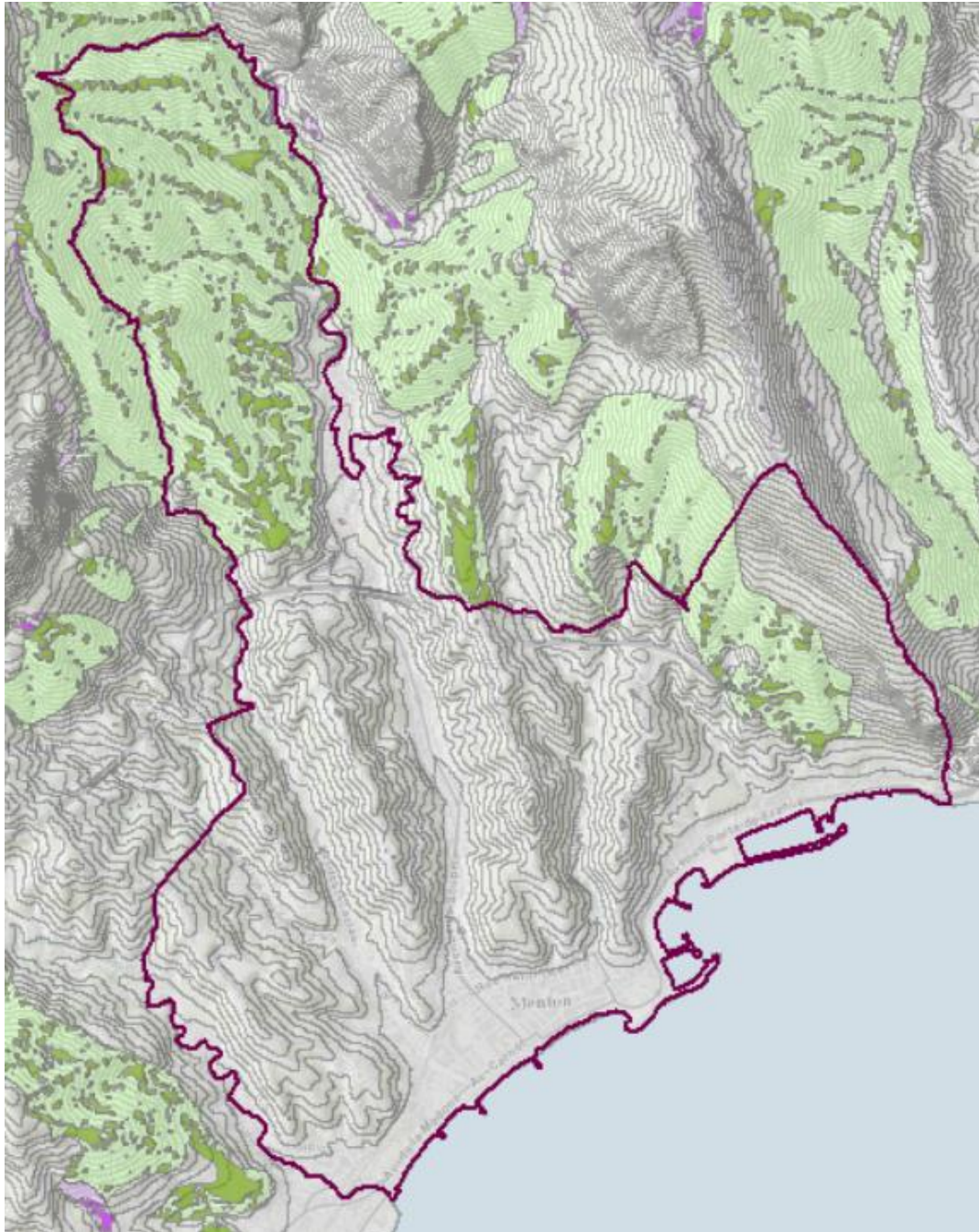


Seuil C33	Seuil C36	Seuil C37
 $\leq 14^\circ$	 $\leq 14^\circ$	 $\leq 14^\circ$
 $> 14^\circ$	 $> 14^\circ$	 $> 14^\circ$

Ensemble éocène oligocène  
C33 : Grès d'Annot et Flysh  
C36 : Marnes éocènes  
C37 : Calcaire nummulitique

**Carte de répartition des formations marno-calcaires Crétacé:**

Application de seuil moyen estimé pour l'identification cartographique des formations meubles (20°)

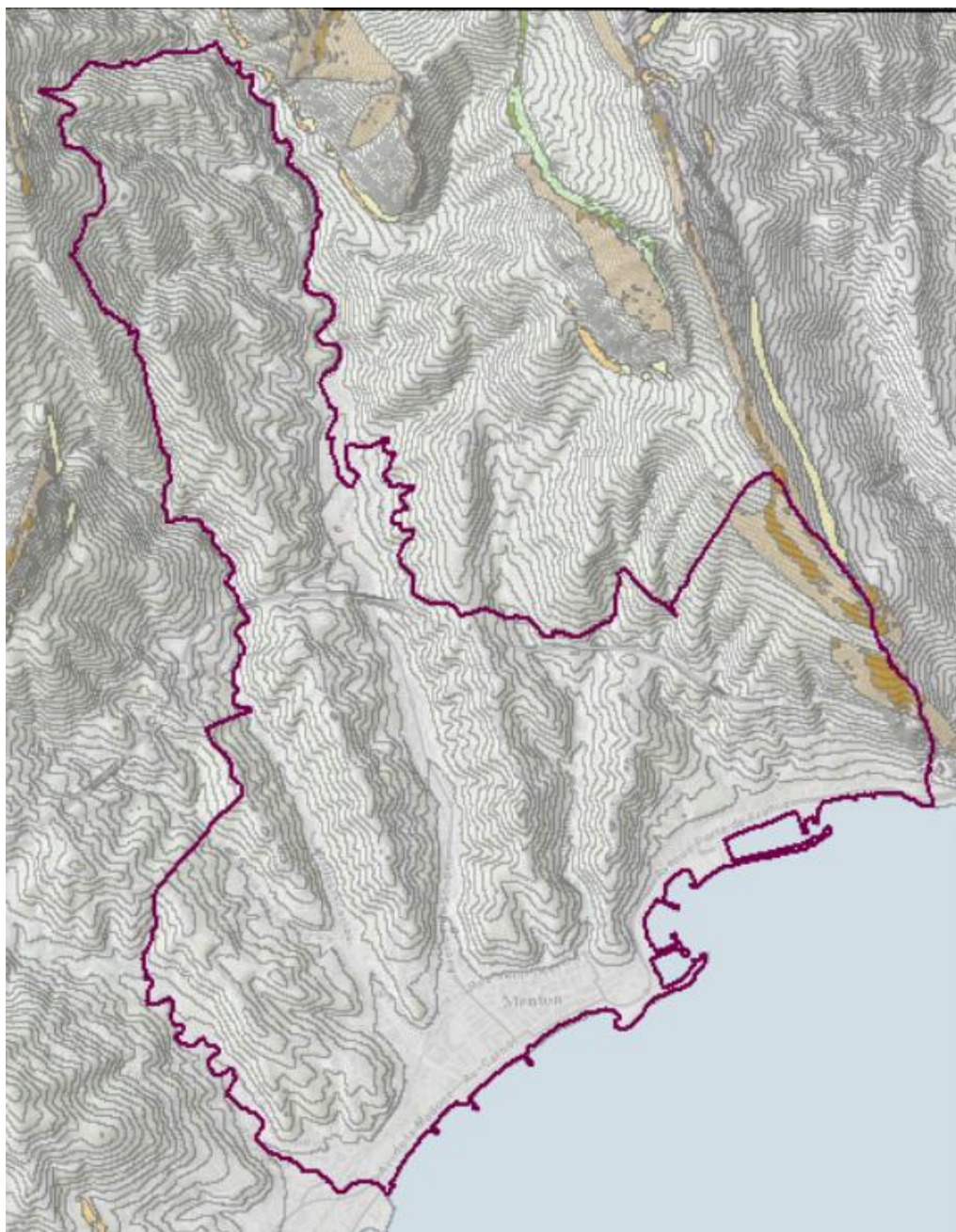








Ensemble marno-calcaire crétacé  
C41 : Marnes gris-noir  
C42 : Marnes noires



**Carte de répartition des formations marno-calcaires Jurassique/Crétacé :**

Application de seuil moyen estimé pour l'identification cartographique des formations meubles (28°)



Seuil C48		Seuil C51		Seuil C55	
	$\leq 28^\circ$		$\leq 28^\circ$		$\leq 28^\circ$
	$> 28^\circ$		$> 28^\circ$		$> 28^\circ$

Ensemble marno-calcaire jurassique crétacé

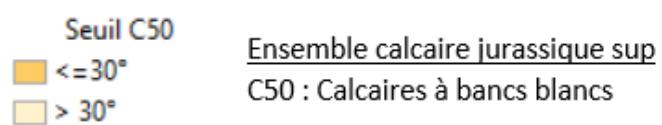
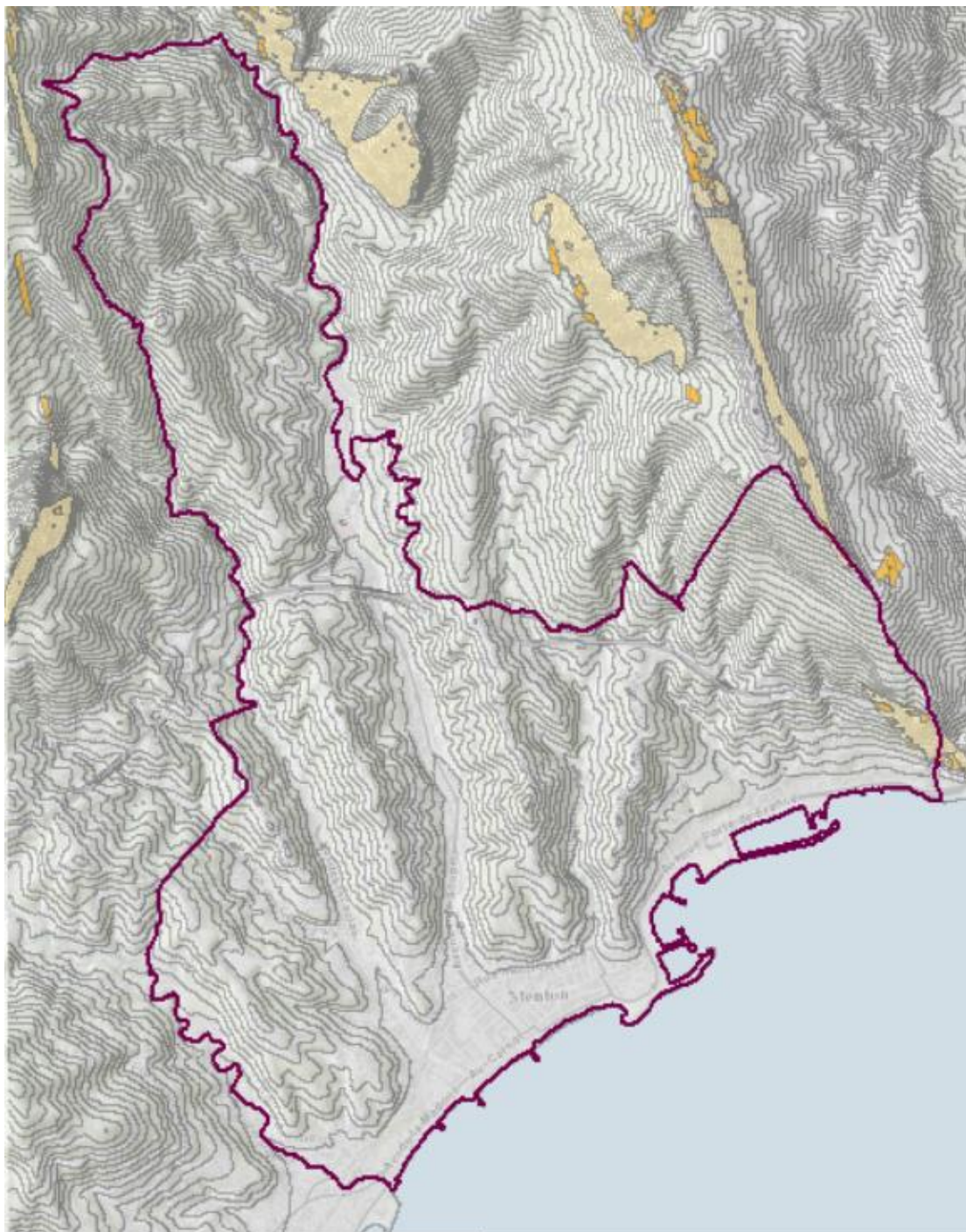
C48 : Calcaires et marnes schisteuses

C51 : Calcaires à bancs et Dolomies

C55 : Marno-calcaires du Malm

### Carte de répartition des formations calcaires Jurassique supérieur

Application de seuil moyen estimé pour l'identification cartographique des formations meubles (30°)







**Centre scientifique et technique**  
3, avenue Claude-Guillemin  
BP 36009  
45060 – Orléans Cedex 2 – France  
Tél. : 02 38 64 34 34



**Direction régionale Provence-Alpes-Côte d'Azur**  
117 av de Luminy  
BP167  
13009 MARSEILLE France  
Tél. : 04.91.17.74.77