

MNS CORREL

Version 1.0

Modèles Numériques de Surfaces corrélés

Descriptif de contenu

Date du document : Février 2023
Révision : Septembre 2023



SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
1. PRÉSENTATION DU DOCUMENT	4
1.1 Ce que contient ce document	4
1.2 Ce que ne contient pas ce document	4
2. PRÉSENTATION DU PRODUIT	5
2.1 Définition et contenu	5
2.2 Structure du produit	5
2.2.1 Généralités	5
2.2.2 Définition de la grille	6
2.2.3 Grille d'altitude	6
2.2.4 Cas des nœuds sans altitude	6
3. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	7
3.1 Spécifications du produit	7
3.1.1 Résolution	7
3.1.2 Extension géographique	7
3.1.3 Emprise géographique	8
3.1.4 Codage des données	8
3.1.5 Format des données	8
3.1.6 Taille des dalles	8
3.1.7 Systèmes de référence	8
3.1.8 Codes EPSG et IGF	9
3.2 Paramètres de qualité	10
3.2.1 Précision géométrique du MNS	10
3.2.2 Seuils d'acceptabilité	10
3.3 Défauts liés au processus	11
GLOSSAIRE	12

1. PRÉSENTATION DU DOCUMENT

1.1 Ce que contient ce document

Ce document décrit en termes de contenu, de précision géométrique et de qualité sémantique, les caractéristiques du produit MNS Correl.

Le terme MNS Correl fait référence au produit MNS Correl version 1.0 dans l'ensemble de ce document.

Le présent document définit les spécifications générales relatives aux Modèles Numériques de Surface (MNS) calculés par corrélation depuis des prises de vues aériennes.

1.2 Ce que ne contient pas ce document

Ce document n'aborde pas le cas des modèles numériques de surfaces issus d'acquisitions LiDAR ou radar.

Ce document ne décrit pas le produit MNS Correl en termes de structure de livraison, laquelle est traitée dans le document appelé « Descriptif de livraison » (***DL_MNS-Correl_1-0.pdf***) qui contient les informations suivantes :

- organisation des données ;
- nomenclature des fichiers et structure des données.

Ce document ne présente pas les évolutions du produit ni celles de la documentation ; ces informations seront diffusées ultérieurement dans un document spécifique associé au produit et nommé « Suivi des évolutions » (***SE_MNS-Correl.pdf***).

L'ensemble de ces documents est ou sera disponible sur le site [géoservices](#) de l'IGN, accessible en cliquant sur l'imagette ci-dessous :



Ce document n'est pas un manuel d'utilisation du produit MNS Correl.

2. PRÉSENTATION DU PRODUIT

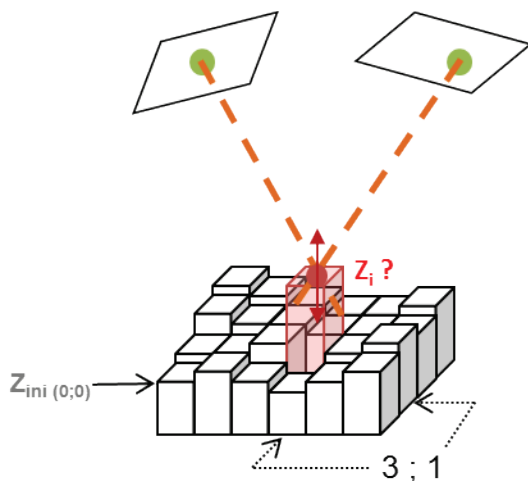
2.1 Définition et contenu

Le MNS Correl est une grille régulière d'altitude de la surface du sol ou du sursol sans différentiation, obtenue par corrélation d'images aériennes. Cette grille est découpée en dalles carrées.

La corrélation est un procédé permettant de détecter automatiquement des points homologues entre différentes prises de vue d'une même scène. L'intersection des faisceaux homologues ainsi reconstitués permet de déduire les coordonnées XYZ du point de la scène.

Il existe plusieurs méthodologies de corrélation et pour illustrer le propos, le calcul réalisé en géométrie terrain est présenté ici.

Le XY du point recherché est fixé et le Z varie à partir d'un MNT initial grossier (BD ALTI[®], Z constant, ...) jusqu'à obtention d'un score de corrélation satisfaisant dans les images. La fenêtre et le pas de recherche du Z sont des paramètres importants de ce processus itératif.



- 1) **Point** ou échantillon du nuage de corrélation avec $Z_i = Z_{ini(3;1)} + i * \text{delta}Z$.
- 2) Reprojection des **faisceaux**.
- 3) Test de point homologue par score de **corrélation**.

Le score maximum de corrélation détermine ainsi le Z
Si le score maximum est trop faible $Z = Z_{ini}$

Exemple de calcul de corrélation en géométrie terrain

Le calcul de corrélation appliqué à un ensemble de points de la scène permet d'obtenir un MNS, qui peut faire l'objet d'une régularisation.

2.2 Structure du produit

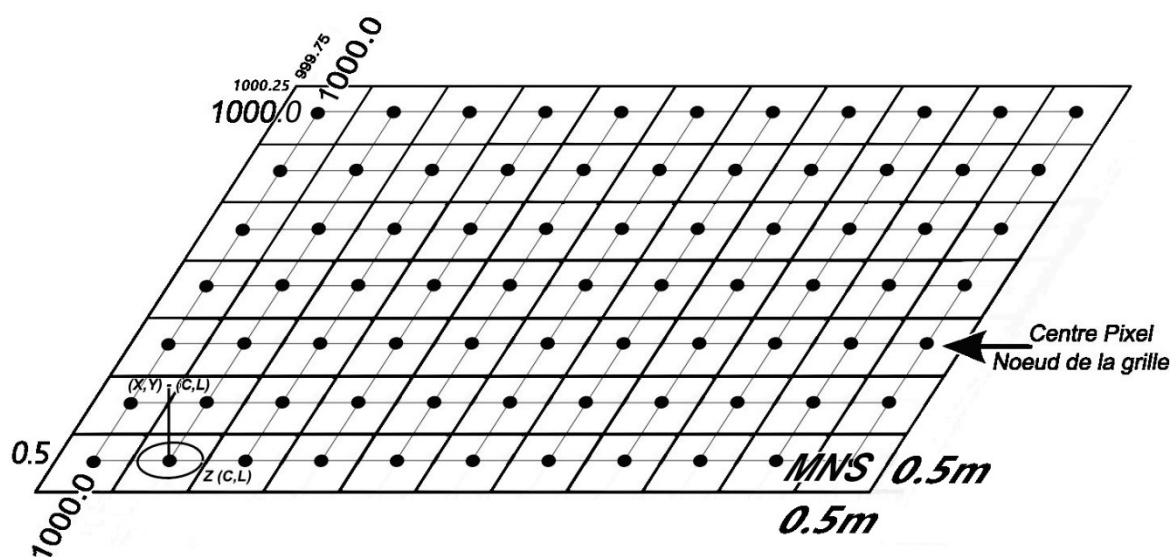
2.2.1 Généralités

Le produit MNS Correl « modèle maillé » est composé :

- d'une grille altimétrique sous forme d'images ;
- de métadonnées sous forme de tableau d'assemblage des dalles constituant le MNS, contenant des données attributaires :
 - nom de la dalle ;
 - altitude minimale ;
 - altitude maximale.

Pour plus d'information sur le tableau d'assemblage, se reporter au paragraphe [3.3.3 3_SUPPLEMENTS_LIVRAISON_{AAAA-MM-XXXXX}](#) du descriptif de livraison : [DL_MNS-Correl_1-0.pdf](#).

Exemple de grille au pas de 50 centimètres :



2.2.2 Définition de la grille

La grille se définit complètement à l'aide des éléments suivants :

- les coordonnées planimétriques du premier nœud de la grille (angle nord-ouest ou point d'origine) ;
- le pas en colonne : distance entre deux nœuds consécutifs sur une ligne horizontale de la grille ;
- le pas en ligne : distance entre deux nœuds consécutifs sur une colonne verticale de la grille ;
- le nombre de lignes et de colonnes de la grille.

Les coordonnées du point d'origine et les pas en colonne et en ligne sont donnés en mètres.

Par convention et souci de simplification, les axes de la grille correspondent aux axes du système de coordonnées et le pas en colonne et en ligne est identique.

2.2.3 Grille d'altitude

Le MNS fournit la liste des altitudes pour chaque nœud (pixel) de la grille.

Les altitudes sont données dans l'unité du système d'altitude employé.

2.2.4 Cas des nœuds sans altitude

Il peut arriver que la grille couvre des zones pour lesquelles l'altitude n'est pas connue (absence de données, zone en dehors de l'emprise, ...). Dans ce cas, les nœuds concernés sont identifiés de la même manière que la valeur dite de *nodata* :

Valeur du <i>nodata</i>

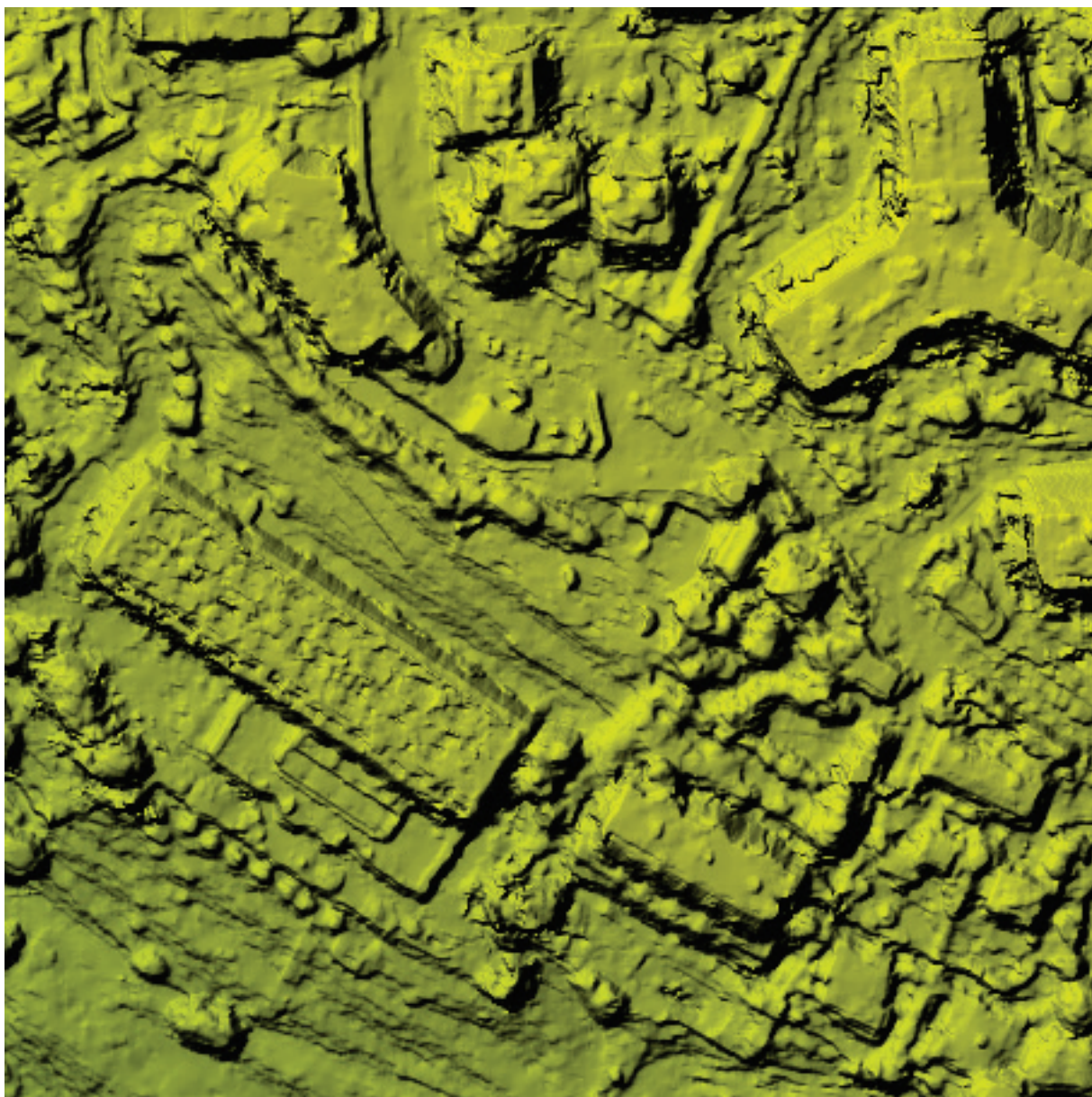
-99999

3. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

3.1 Spécifications du produit

3.1.1 Résolution

Le pas d'échantillonnage du MNS Correl est de 50 centimètres.



Extrait de MNS Correl sur le département des Alpes-Maritimes (06) – résolution : 50 cm

3.1.2 Extension géographique

Les zones concernées par le produit MNS Correl sont la France métropolitaine (y compris la Corse) et certains départements et collectivités d'Outre-Mer, c'est-à-dire l'archipel Guadeloupe (y compris Saint-Barthélemy et Saint-Martin), la Martinique, la Réunion, la Guyane, Mayotte et Saint-Pierre-et-Miquelon.

3.1.3 Emprise géographique

Le MNS Correl est produit sur tout ou partie du territoire français. Ses limites ne s'appuient pas forcément sur une limite administrative.

Toute dalle intersectant l'emprise est produite, le cas échéant de manière incomplète. Toutes les zones ne permettant pas d'avoir de l'information 3D utile, en bord de chantier ou avec défaut de corrélation, sont renseignées avec la valeur conventionnelle, dite de *nodata* (voir paragraphe 2.2.4 Cas des nœuds sans altitude).

3.1.4 Codage des données

Le MNS Correl est produit en flottants de 32 bits, en *little endians*¹.

3.1.5 Format des données

Les dalles de MNS Correl sont produites en GeoTIFF.

3.1.6 Taille des dalles

Un MNS Correl est découpé en dalles carrées de 1 km x 1 km (2000 pixels x 2000 pixels), soit d'une superficie de 1 km².

3.1.7 Systèmes de référence

Les systèmes de coordonnées planimétrique et altimétrique à employer sont fixés légalement par le décret n° 2006-272 du 3 mars 2006 modifiant le décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000 portant application de la loi n° 95-115 du 4 février 1995.

Les données sont proposées de façon standard dans les systèmes légaux de référence suivants :

Zone		Système géodésique	Ellipsoïde associé	Projection	Système altimétrique	Type d'altitudes
France continentale		RGF93		Lambert 93	IGN 1969	Normale
Corse					IGN 1978C	
Guadeloupe	Grande Terre - Basse Terre	RGAF09	IAG GRS 1980	UTM Nord fuseau 20	IGN 1988	Orthométrique
	Marie-Galante				IGN 1988 MG	
	La Désirade				IGN 1992 LD	
	Les Saintes				IGN 1988 LS	

¹ De l'ordre des octets dans lequel l'octet de poids le plus faible est enregistré à l'adresse mémoire la plus petite ou transmis premièrement, et l'octet de poids supérieur est enregistré à l'adresse mémoire suivante ou transmis deuxièmement.

Zone		Système géodésique	Ellipsoïde associé	Projection	Système altimétrique	Type d'altitudes
Martinique		RGAF09	IAG GRS 1980	UTM Nord fuseau 20	IGN 1987	Orthométrique
Guyane		RGFG95		UTM Nord fuseau 22	NGG 1977	
La Réunion		RGR92		UTM Sud fuseau 40	IGN 1989	
Mayotte		RGM04		UTM Sud fuseau 38	SHOM 1953	
Saint-Barthélemy		RGAF09		UTM Nord fuseau 20	IGN 1988 SB	
Saint-Martin					IGN 1988 SM	
Saint-Pierre-et-Miquelon		RGSPM06		UTM Nord fuseau 21	DANGER 1950	

3.1.8 Codes EPSG et IGNF

Systèmes de référence géodésique EPSG² et IGNF :

Zone		Code EPSG projection	Code IGNF projection	Code EPSG altitude	Code IGNF altitude
France continentale		2154	LAMB93 (RGF93LAMB93)	5720	IGN69
Corse				5721	IGN78C
Guadeloupe	Grande Terre - Basse Terre	5490	RGAF09UTM20	5757	GUAD88
	Marie-Galante			5617	GUAD88MG
	La Désirade			5618	GUAD92LD
	Les Saintes			5616	GUAD88LS
Martinique				5756	MART87
Guyane		2972	RGFG95UTM22	5755	GUYA77
La Réunion		2975	RGR92UTM40S	5758	IREUN89
Mayotte		4471	RGM04UTM38S	5793	MAYO53
Saint-Barthélemy		5490	RGAF09UTM20	5619	GUAD88SB
Saint-Martin				5620	GUAD88SM
Saint-Pierre-et-Miquelon		4467	RGSPM06U21	5792	STPM50

² European Petroleum Survey Group : <https://epsg.io>.

3.2 Paramètres de qualité

3.2.1 Précision géométrique du MNS

La précision altimétrique du MNS est estimée en calculant des différences d'altitude avec, selon les données disponibles :

- des points terrains (si possible indépendants de ceux ayant servi à l'orientation des clichés) ;
- des données de trajectographie terrestre ;
- des nuages de points issus d'acquisition LiDAR ;
- des lignes en 3D saisies par restitution (ex : faitages) sur les images ayant servies au calcul de corrélation ou autres.

Des contrôles planimétriques permettent d'estimer la précision du MNS Correl, comme par exemple :

- comparaison avec des nuages de points denses issus d'acquisition LiDAR ;
- comparaison avec d'autres MNS issus de corrélation d'images ;
- comparaison avec des lignes en 3D saisies par restitution.

Des zones détectées comme anormalement plates peuvent également être contrôlées.

3.2.2 Seuils d'acceptabilité

Sur les différences d'altitude calculées, une moyenne et un écart moyen quadratique sont calculés. Le MNS Correl remplit les deux conditions suivantes :

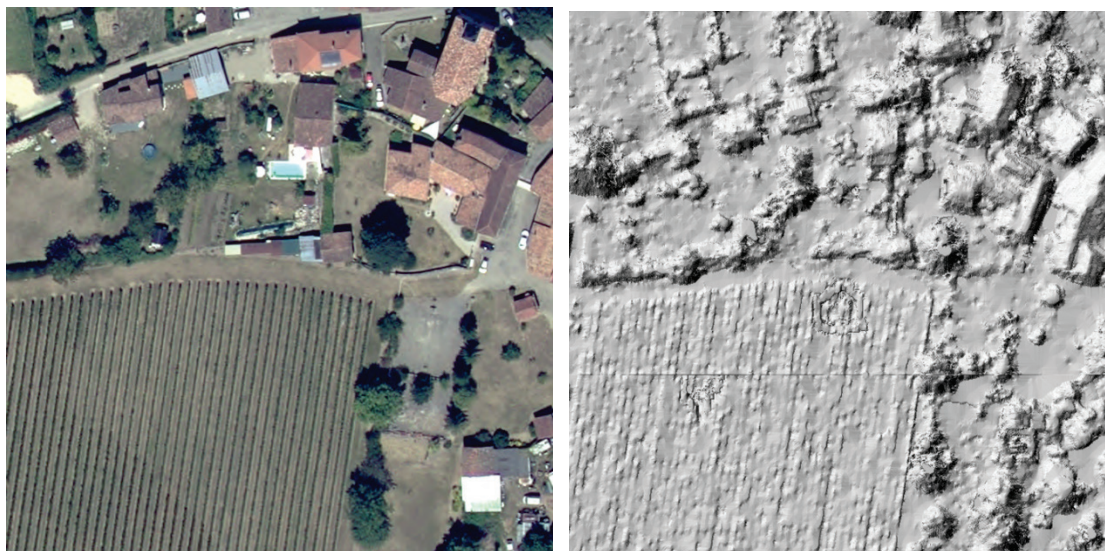
- la valeur absolue de la moyenne est inférieure à la moitié de la résolution du pixel moyen des images en entrée ;
- l'écart moyen quadratique est inférieur à deux fois la résolution du pixel moyen des images en entrée.

En termes de qualité planimétrique, le MNS Correl remplit les deux conditions suivantes :

- les valeurs absolues des moyennes en X et en Y sont inférieures à la résolution du pixel moyen des images en entrée ;
- l'écart moyen quadratique est inférieur à quatre fois la résolution du pixel moyen des images en entrée.

3.3 Défauts liés au processus

Lors du calcul du MNS, il peut arriver que le résultat ne soit pas cohérent avec la réalité du paysage. Cela arrive particulièrement sur les structures répétitives (champs labourés, vignes, ...) ou homogènes (champs en culture, eau).



Exemple d'artefact sur un MNS Correl dû à une structure répétitive du terrain (chantier 16FD32)

Le rendu des discontinuités est un critère important de qualification d'un MNS. Il est cependant délicat de spécifier des indicateurs quantitatifs mesurant ce rendu. Celui-ci devra donc être jugé par un expert, et ce selon l'usage prévu du MNS Correl.

GLOSSAIRE

Aérotriangulation	Méthode permettant de déterminer la position et l'orientation dans l'espace d'un ensemble de clichés d'une prise de vues photogrammétrique et de leur contenu, à l'aide de mesures de points homologues et d'un nombre réduit de points terrain.
Altitude	Distance verticale d'un point à une surface de référence. La surface de référence usuelle est le géoïde qui est une surface équipotentielle du champ de pesanteur proche du niveau moyen de la mer. Pratiquement, chaque pays définit sa propre référence (par exemple, à l'aide d'un marégraphe national - en France le marégraphe de Marseille).
Dalle	Unité d'un découpage régulier d'un fichier maillé.
Ellipsoïde	Surface de référence constituée par un ellipsoïde de révolution aplati de grand axe et d'excentricité choisis, pour qu'il représente, localement ou globalement, une bonne approximation du géoïde.
Exactitude	Étroitesse de l'accord entre la mesure (ou l'estimation) d'une grandeur et la valeur nominale de cette grandeur. Note : on la chiffre généralement par une erreur moyenne quadratique (EMQ).
EMQ ou Erreur Moyenne Quadratique	Calcul statistique utilisé généralement, s'agissant de données géographiques, pour qualifier la précision d'un positionnement. Il s'agit de la mesure de la dispersion des observations autour de la valeur vraie (correspond à l'anglais <i>Root Mean Square</i> ou RMS). L'EMQ est le plus souvent exprimée en unité terrain.
Géoïde	Surface équipotentielle du champ de pesanteur terrestre voisine du niveau moyen de la mer au repos.
Image aérienne	Image numérique résultant d'une acquisition par vecteur aérien et de traitements propres à cette acquisition.
Modèle Numérique de Terrain (MNT)	Ensemble de points référencés en planimétrie et en altimétrie doté d'une méthode d'interpolation modélisant le relief du sol sous forme numérique. Les données du MNT peuvent être structurées de différentes façons : grille de points, réseau de triangles, polygones matérialisant des courbes de niveaux.
Modèle Numérique d'Élévation (MNE)	Ensemble de points référencés en planimétrie et en altimétrie modélisant sous forme numérique la surface topographique apparente en différenciant le sol et les différentes natures de sursol : végétation, bâtiments, ponts, ...
Modèle Numérique de Surface (MNS)	Ensemble de points référencés en planimétrie et en altimétrie modélisant le relief du sol et du sursol sans différenciation.
Pixel	Plus petite surface homogène constitutive d'une image numérique.
PVA	Acronyme de Prise de Vues Aériennes
Raster	Données images où l'espace est divisé selon une matrice de pixels. À chaque pixel sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace.
Résolution	Distance entre deux centres de pixels pour une image numérique ou taille de la maille dans le cas d'un modèle numérique.
RGE ALTI®	Base de données altimétrique unique donnant une représentation tridimensionnelle du relief sur le territoire français.