

# UN MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN ISSU D'UN LOGICIEL DE TÉLÉDÉTECTION

**Franck VIDAL\***  
**Valery GOND\***

**RÉSUMÉ** Il est possible de créer un modèle numérique de terrain en utilisant les fonctions graphiques d'un logiciel de traitement d'images de télédétection. Un plan d'image est créé par numérisation des principales courbes de niveaux et affectation de couleurs croissantes selon les plages d'altitudes choisies. Après transfert sur 256 niveaux de gris, les altitudes intermédiaires sont calculées par un filtrage moyen sur l'image. Après étalement de dynamique, cette image peut être considérée comme un modèle numérique de terrain, et utilisée dans les fonctions 3D du logiciel.

**ABSTRACT** A Digital Terrain Model can be generated using the graphic functions of a remote sensing image processor software. An image plan is created by digitalizing major contour lines and affecting increasing colors in accordance with the altitudes. After transfer for 256 greys levels, middle altitudes are calculated by areage filter. The image can then be considered as a DTM and be used in the three dimensional representation function of the software.

**RESUMEN** Las funciones gráficas de un programa de tratamiento de imágenes de teledetección permiten construir un modelo numérico de terreno. Se crea una imagen a partir de la digitalización de las principales curvas de niveles y atribución de colores crecientes según las altitudes escogidas. Después de una transferencia en 256 niveles de gris, las altitudes intermedias se calculan sobre la imagen. Después de un escalonamiento de dinámica, dicha imagen puede considerarse como modelo numérico de terreno y utilizarse en el programa.

• MODÈLE NUMÉRIQUE DE TERRAIN  
• TÉLÉDÉTECTION • TRAITEMENT  
D'IMAGE

• DIGITAL TERRAIN MODEL • IMAGE PRO-  
CESSING • REMOTE SENSING

• MODELO NUMÉRICO DE TERRENO  
• TELEDETECCIÓN • TRATAMIENTO DE  
IMÁGENES

L'analyse d'images géographiques, et en particulier la télédétection, nécessitent bien souvent une visualisation du relief en trois dimensions. Ce type de représentation est généralement d'un coût élevé, ou rarement disponible sur de grandes surfaces, à l'échelle d'un pays ou d'un continent par exemple. Or il est possible de dériver facilement un modèle altitudinal à partir des fonctions graphiques d'un logiciel de traitement d'images de télédétection (ici DIDACTIM, Société AES Image Toulouse).

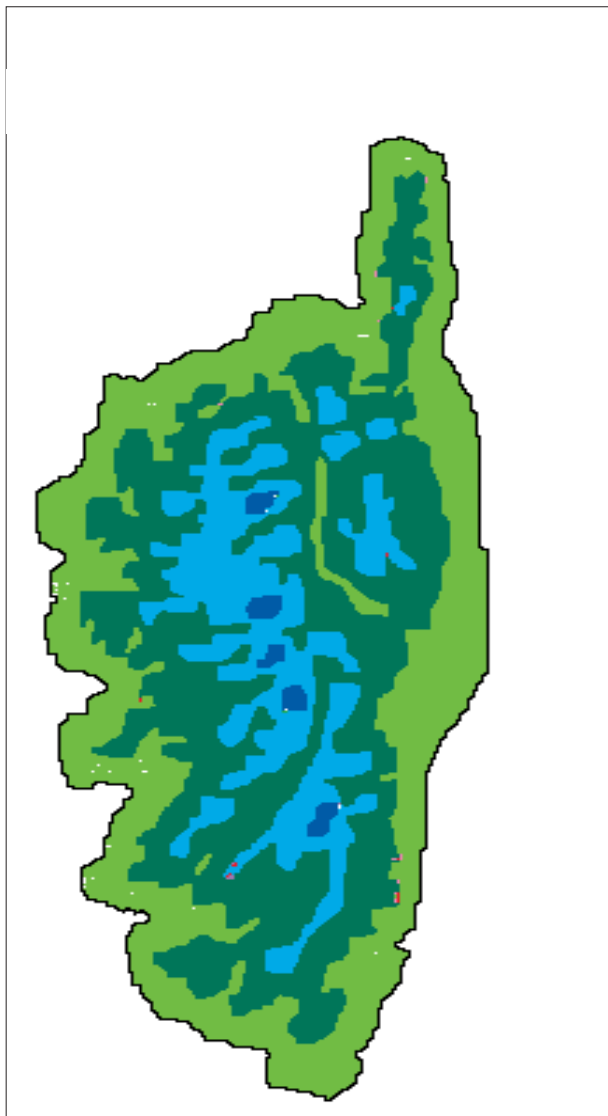
## Méthodologie

Les courbes de niveaux principales sont tracées en surcharge (*overlay*) par report sur une image préexistante (satellitaire par

exemple), ou par couplage à une table à numériser. Il faut impérativement respecter une correspondance de superposition des différentes images, par calage en lignes-colonnes écran. Des couleurs croissantes sont affectées aux différentes plages de niveaux dessinées au moyen des fonctions graphiques du logiciel. Une concordance entre l'échelle altitudinale et l'échelle des couleurs doit être respectée, non pas en tenant compte des conventions cartographiques, mais en appliquant un ordre prédéfini dans la palette proposée par le logiciel: ici, 64 niveaux pour DIDACTIM (fig. 1).

Les plans obtenus sont considérés par la plupart des logiciels de traitement d'images comme «fixes», non superposables à d'autres plans du fait de leur structure informatique. Pour

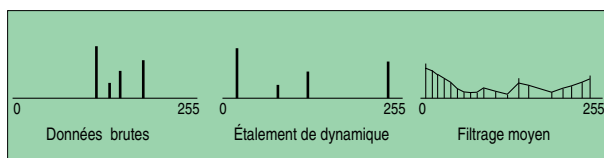
\* CIMA, Centre Interdisciplinaire de Recherche sur les Milieux Naturels et l'Aménagement, URA 366 du CNRS, Université de Toulouse II.



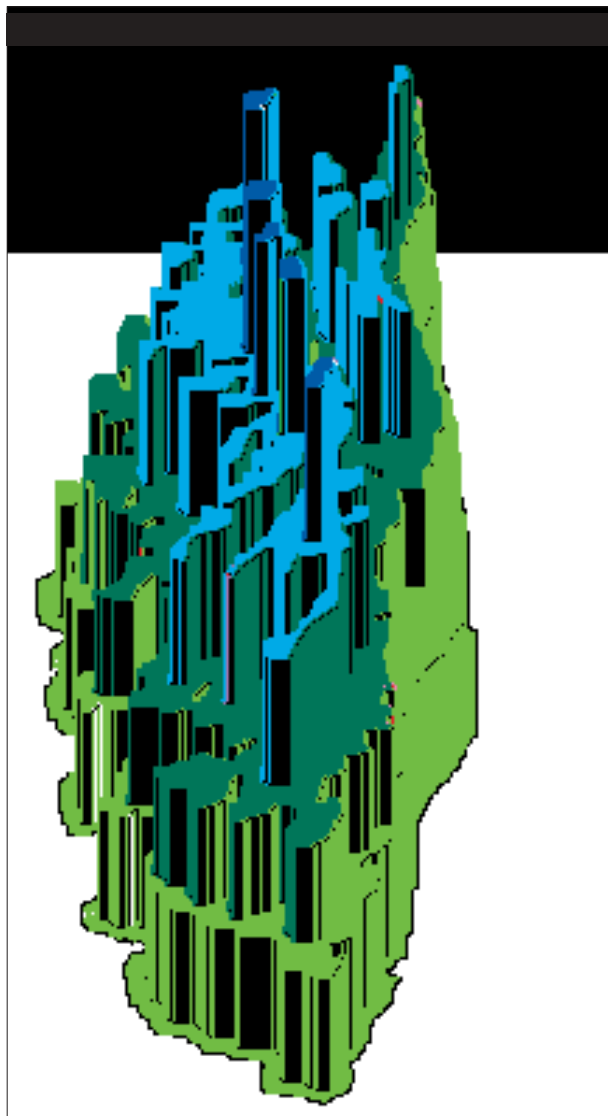
**1. Exemple de création de modèle numérique de terrain: la Corse selon 4 plages d'altitudes**

Source: F. Vidal et V. Gond, 1991.

pouvoir traiter l'information contenue dans ces plans et la comparer à d'autres, il est nécessaire de transformer les codes de couleurs en comptes numériques assimilables par le logiciel



**Étalement des histogrammes de répartition des altitudes sur 256 niveaux de gris**



**2. Représentation en trois dimensions de l'image brute obtenue**

Source: F. Vidal et V. Gond, 1991.

soit, ici, en niveaux de gris. L'image obtenue est transférée en 256 niveaux de gris (les données numériques sont étalonnées automatiquement depuis 135 jusqu'à 200 sur l'échelle des comptes numériques de DIDACTIM), puis on réalise un étalement de dynamique de 0 à 255 comptes numériques pour obtenir un meilleur contraste de l'image (*stretching* classique en télédétection)

Les programmes de création de modèles numériques de terrain, à partir de la numérisation de courbes de niveaux, calculent en général les altitudes intermédiaires par interpolation mathématique. La technique présentée ici fait appel unique-

ment à des fonctions de transformation d'image par filtrage numérique sur niveaux de gris. Si l'on réalise une représentation en 3 dimensions de l'image brute transférée, on obtient un effet de «palier» (fig. 2). Pour obtenir des données altitudinales sur l'ensemble de la zone traitée, il est nécessaire de lisser l'image par un filtre moyen. C'est-à-dire que l'on affecte au pixel central d'une fenêtre choisie la valeur moyenne de tous les pixels qui l'entourent.

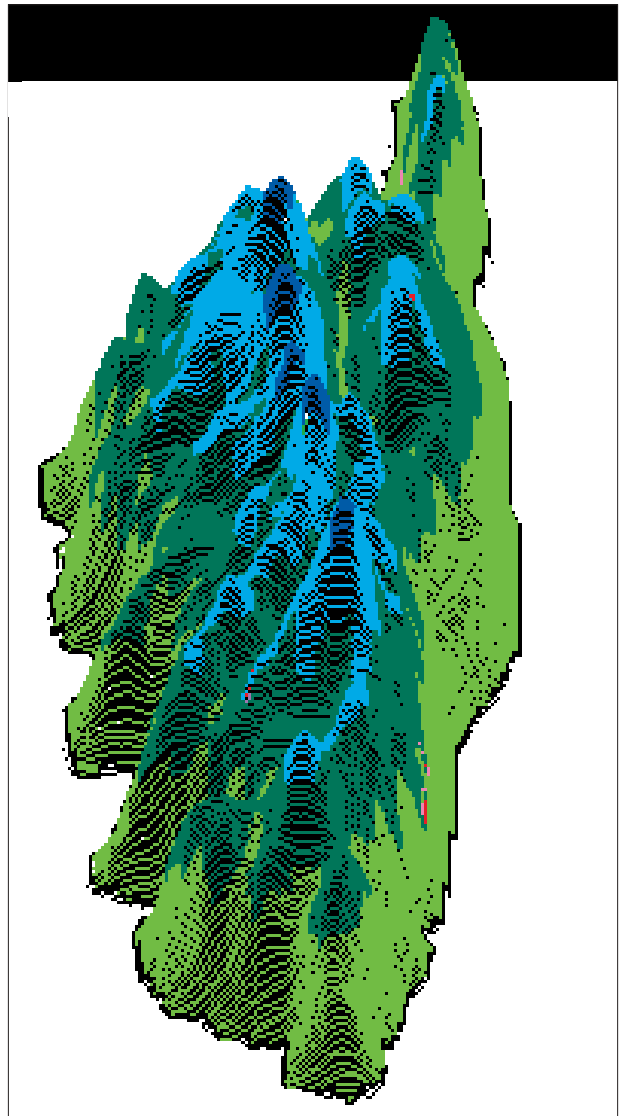
La taille de la fenêtre filtrante et le coefficient appliqué au filtre dépendent: du nombre de plages défini en amont, de l'écart numérique entre 2 niveaux de plages, de la distance en nombre de pixels entre 2 niveaux de plages, de la visualisation finale recherchée (modèle du paysage) ou de la précision de calcul choisie (résolution). Pour une image du type de celle présentée (450 lignes, 160 colonnes et 4 niveaux de couleurs), il est nécessaire de filtrer l'image brute selon une fenêtre d'au moins 7 pixels de rayon. De plus, sachant que la fenêtre du filtre exclut les pixels des bordures, l'image résultante doit être «redécoupée» pour éviter l'intégration des pixels non traités.

Enfin, après un nouvel étalement de dynamique (l'effet de filtre moyen ayant tendance à centrer les valeurs numériques), l'image est utilisable comme un canal où chaque pixel a une valeur proche de l'altitude réelle sur le terrain (fig. 3). À partir de cette image, on peut appliquer les fonctions proposées dans le logiciel de traitement d'image: visualisations en 3D, calculs automatiques de pentes ou d'orientations... De plus, cette image peut être corrélée à toute autre image de la même zone qui lui correspond en lignes et colonnes.

### Validité du système

Les altitudes intermédiaires créées ici sont des valeurs numériques issues de moyennes entre deux courbes. En ce sens, le passage d'un niveau altitudinal à un autre est de type linéaire. Il ne tient pas compte des données microtopographiques du paysage. Cet inconvénient peut être en partie évité par une numérisation plus fine en amont. Plus l'utilisateur intégrera de courbes de niveaux intermédiaires au fichier de base, plus l'image altitudinale aura de réalité topographique.

De plus, les altitudes créées par cette technique seront inférieures aux altitudes réelles dans les secteurs les plus hauts, et supérieures dans les secteurs les plus bas (calcul par moyennes). On peut pallier cette déformation, soit par un étalement de dynamique répété sur l'image, soit en affectant des coefficients de majoration aux fortes altitudes, et de minoration aux faibles altitudes.



### 3. Représentation en trois dimensions des plages d'altitudes sur le modèle créé

Source: F. Vidal et V. Gond, 1991.

Les modèles numériques de terrain créés à partir de cette technique ne remplacent pas la finesse tant en résolution qu'en correspondance géographique, de modèles existants, dont ceux fabriqués par l'IGN. Ils peuvent cependant être d'un grand secours pour le thématique. Leur élaboration est aisée pour un utilisateur familiarisé au traitement d'images; tout type de fond cartographique et donc d'échelle peut être intégré; enfin, le degré de validité du résultat dépend de la finesse de saisie.