

Méthode de modélisation d'un paysage en 3 dimensions

Cette présentation vise à diffuser auprès des archéologues et autres chercheurs souhaitant représenter un paysage, une méthode de modélisation 3D à partir d'une carte topographique et de coordonnées GPS. Cette méthode fut pour la première fois utilisée en 2010 à l'occasion d'une mission archéologique en Ethiopie. Elle présente l'intérêt d'offrir une lecture du paysage claire et proche de la réalité en l'absence de relevé topographique précis. Bien qu'assez longue (1 à 3 jours de travail selon la complexité du paysage et la taille de l'échantillon), elle est néanmoins relativement simple à utiliser. En outre elle nécessite l'usage de 2 logiciels de DAO : Bentley Microstation (Autocad peut remplacer ce logiciel, mais le rendu final sera plus approximatif en raison d'un système d'encodage des lignes courbes moins performant), et Google Sketchup Pro.

Principe général

La méthode est composée de deux phases majeures : elle consiste à d'abord à numériser le paysage en 2 dimensions à partir du logiciel Bentley Microstation, puis à exporter cette numérisation vers le logiciel Google Sketchup Pro afin d'en réaliser l'élévation.

Phase 1 : Numérisation en 2 dimensions à partir du logiciel Bentley Microstation

1. Enregistrement du fichier

Au lancement du logiciel la fenêtre « File open » apparaît. Cliquer sur l'icône « New File » en haut à droite. La fenêtre « New » apparaît. Choisir un emplacement de sauvegarde à l'aide des icones à gauche de la fenêtre, puis saisir un nom de fichier, choisir « Microstation DGN file » dans la rubrique « Type », puis cliquer sur « enregistrer ». La fenêtre « File open » réapparaît. Rechercher et ouvrir le fichier créé. L'espace de travail apparaît.

Remarque : le logiciel Bentley Microstation utilise un système d'enregistrement automatique qui évite toute perte de données en cas de « plantage ». Inutile donc d'enregistrer régulièrement le travail en cours. Ceci est plutôt un atout qui évite les désagréments « matériels », mais cela rend impossible tout retour en arrière en cas d'erreur constatée a posteriori sur le travail déjà réalisé. Pour y palier, il est donc recommandé d'enregistrer régulièrement le fichier de travail sous un nouveau nom (ex : travail_A ; travail_B ; travail_C ; etc...), et de n'effacer les premiers fichiers qu'une fois leur inutilité reconnue.

2. Navigation dans l'espace de travail

La fenêtre « View1, Default » constitue l'espace de travail. Cet espace est en fait comme une grande planche à dessin dont les limites sont infinies. La navigation se fait essentiellement à l'aide de la souris : placer le pointeur à l'intérieur de la fenêtre, et utiliser la molette pour zoomer ou dé-zoomer ; en fonction de la position du pointeur dans la fenêtre la vue se déplacera latéralement (la navigation avec la molette et le pointeur pourra paraître compliquée au départ, notamment pour les habitués du logiciel autocad, mais une fois l'habitude prise elle apparaîtra très pratique). Il est possible d'utiliser le clic de la molette pour se déplacer

uniquement latéralement. Plusieurs icones en haut à gauche offrent également d'autres possibilités de navigation.

Dans certains cas une grille pourra apparaître sur l'espace de travail. Celle-ci ne servira pas : saisir CTRL+B, et dans la fenêtre « view attributes » qui apparaît, décocher l'icône « Grid »

3. Importation de la carte topographique

Dans le menu principal, choisir « Tools » « Raster » « Raster control » puis « Open as toolbox ». La barre d'outils « Raster control » apparaît. Cliquer sur l'icône « attach ». La fenêtre « attach raster reference » apparaît. Sélectionner JPEG dans le type de fichier, cocher l'option « Place interactively », puis rechercher et double-cliquer sur le fichier correspondant à la carte topographique qui aura préalablement été convertie au même format (JPEG). La fenêtre « Raster attachment options » apparaît. Cliquer sur « attach », puis délimiter un rectangle dans l'espace de travail à l'aide de 2 clics gauche. La carte topographique apparaît.

Remarque : le logiciel utilise le chemin d'importation pour afficher la carte. Toute modification d'emplacement du fichier JPEG entraînera la disparition de la carte sur l'espace de travail.

4. Mise à l'échelle de la carte topographique

La méthode la plus simple consiste à utiliser la trame quadrillée normalement présente sur toutes les cartes topographiques. Commencer par calculer la valeur de la trame de la carte, c'est à dire la distance réelle séparant les parallèles et les méridiens entre eux (ex : sur les cartes IGN 1 :25 000 partout en France, cette distance est de 1000m).

Une fois cette valeur de trame calculée, il s'agit de représenter sur l'espace de travail un carré de côté égal à cette valeur. Commencer par sélectionner l'outil « Place block » parmi les outils présents à gauche de l'espace de travail dans l'onglet « Drawing » de la fenêtre « Tasks ». Cliquer ensuite sur la carte topographique à l'intersection d'une parallèle et d'un méridien. On appellera cette intersection origine. Entrer au clavier la valeur de la trame en mètres (ex :1000). Cette valeur s'affiche en bas à gauche sur l'axe X. Taper une fois sur la flèche HAUT ou BAS permettent de passer sur l'axe Y, puis entrer une deuxième fois la valeur de la trame. Valider ces valeurs en cliquant n'importe où sur l'espace de travail. Un carré de côté égal à la valeur de la trame apparaît alors. Il peut parfois être beaucoup plus grand ou beaucoup plus petit que la carte topographique. En zoomant ou dé-zoomant on perçoit cette différence éventuelle.

Il s'agit maintenant de faire correspondre la carte topographique importée avec ce carré. Pour ce faire retrouver la barre d'outil « Raster control » précédemment utilisée, cliquer sur l'icône « raster selection », cliquer sur un bord de la carte topographique importée, celle-ci sera mise en surbrillance. Cliquer ensuite sur l'icône « Scale ». La fenêtre « Scale raster » apparaît. Dans la rubrique « method » sélectionner « 3 points scale », puis cocher l'option « proportional ». Cliquer ensuite successivement et dans cette ordre sur l'origine, sur l'angle opposé de la trame en direction de l'angle opposé du carré, puis sur l'angle opposé du carré. Trame de la carte et carré doivent alors coïncider.

Il ne reste qu'à supprimer le carré qui a permis la transformation en utilisant l'icône « Element selection » à gauche dans la fenêtre « Tasks », en cliquant sur le carré en question, puis en tapant Suppr au clavier.

5. Tracé des points GPS

Cette étape consiste à positionner sur l'espace de travail l'ensemble des points GPS repérés sur le terrain. A ce stade les points vont être placés non pas directement sur la carte, mais à côté. On commencera par définir un repère orthonormé (X,Y), en haut ou à droite de la carte. Pour ce faire, utiliser l'outil « place smart line » dans l'onglet « Drawing » de la fenêtre « Tasks » à gauche de l'espace de travail. Chaque point devra être ensuite encodé sous la forme d'un rectangle de coordonnées X,Y à partir de l'origine. Utiliser pour cela la même méthode que celle utilisée précédemment pour tracer le carré (outil « Place block »). En fonction de la taille du territoire relevé, il ne faudra encoder que les chiffres qui varient, c'est-à-dire généralement les 3 ou 4 derniers chiffres des coordonnées Nord et Est. Pour 20 points GPS, seront donc tracés 20 rectangles ayant tous la même origine. Une fois ces rectangles tracés, tous les sélectionner avec l'outil « Element selection » à gauche dans la fenêtre « Tasks », puis taper CTRL+G pour créer un groupe (au besoin utiliser la commande CTRL+U pour éclater ce groupe).

Terminer cette étape en marquant l'ensemble des points encodés comme suit. Commencer par tracer un petit cercle ayant pour centre l'origine du repère, avec l'outil « place circle » dans l'onglet « Drawing » de la fenêtre « Tasks ». Dans le menu principal, choisir ensuite « Tools » « Manipulate » « Open as toolbox ». La fenêtre « manipulate » apparaît. Choisir alors l'outil « copy », puis copier le petit cercle à l'extrémité opposée à l'origine de chaque rectangle précédemment tracé. Supprimer enfin les rectangles de construction, le repère et l'origine, afin de ne garder que la trame des points GPS représentés par un petit cercle. En faire un groupe avec la commande CTRL+G précédemment utilisée.

6. Positionnement du groupe de point GPS sur la carte

C'est l'étape la plus intuitive et interprétative du travail. Elle consiste à positionner le groupe de points GPS sur la carte de manière à ce que chaque point corresponde à la réalité topographique observée (un sommet, un bord d'éperon, un talweg...). Cependant on s'apercevra rapidement que ce positionnement idéal est en fait difficilement atteignable et ce pour 4 raisons :

- La carte topographique manque de précision
- Les données GPS sont en général garanties avec une marge d'erreur de 5m
- Un GPS mal calibré peut provoquer une légère erreur d'échelle.
- Le nord géographique (carte) et le nord magnétique (GPS) diffèrent légèrement.

Pour positionner le groupe, utiliser les outils « Move », « Rotate » et « Scale » dans la fenêtre « Manipulate » précédemment sortie, en ayant pris le soin d'avoir laissé une copie du groupe de points GPS à côté de la carte à l'aide de l'outil « copy ». Une fois le meilleur positionnement trouvé, enregistrer le fichier sous un nouveau nom avant de passer à l'étape suivante.

7. Délimitation de l'échantillon

La délimitation de l'échantillon est une phase très simple à réaliser et déterminante pour la suite. Elle consiste à dessiner un rectangle avec la même méthode que celle utilisée précédemment, autour de la zone que l'on souhaite représenter (donc autour du groupe de points GPS). Ce rectangle définira les limites de la future élévation. Deux recommandations sont à respecter :

- « Ne pas avoir les yeux plus gros que le ventre ! » : plus l'échantillon sera grand, plus le temps de travail le sera long !

- Respecter un écart altimétrique « raisonnable » entre le point le plus haut et le point le plus bas à l'intérieur de l'échantillon, de telle sorte que le nombre des futurs paliers altimétriques soit compris entre 50 et 200. Par exemple dans l'objectif de représenter des paliers tous les 2 mètres, cet écart devra être compris entre 100 et 300m ; tous les 5 mètres, entre 250 et 1000m etc... Si cet écart ne pouvait être respecté, il faudrait alors changer la hauteur des paliers, en gardant à l'esprit que la hauteur d'un palier doit être une division par un nombre entier de l'écart entre deux courbes de niveau voisines de la carte topographique (ex : pour une carte avec des courbes de niveau tous les 10 mètres, les futurs paliers altimétriques pourront être de 5m, 2,5m, 2m ou 1m)

8. Tracé des courbes de niveau principales

Cette étape consiste à redessiner les courbes de niveau déjà présentes sur la carte topographiques. Pour ce faire, utiliser l'outil « place point or stream curve » dans l'onglet « Drawing » de la fenêtre « Tasks » à droite de l'espace de travail. Pour plus de lisibilité, augmenter l'épaisseur du trait en augmentant la valeur « Active live weight » habituellement visible parmi les icônes en haut de l'espace de travail (en cas d'absence, aller dans le menu « Tools » du menu principal et cocher l'option « Attributes »). Dessiner ensuite toutes les courbes de niveau en partant d'un bord à l'autre de l'échantillon en procédant à une succession de clics rapprochés (attention il est important de bien être sur un bord au début et à la fin de chaque courbe c'est-à-dire au premier et au dernier clic). A la fin de chaque courbe, faire un clic droit pour arrêter le trait. On peut également utiliser la commande CTRL+Z pour annuler un clic. Certaines courbes pourront parfois se refermer à l'intérieur même de l'échantillon, et ne toucheront donc pas le bord du cadre. Il conviendra alors de procéder de la même manière sans toutefois partir des bords, mais en faisant une boucle. La boucle ne pouvant se refermer toute seule, il faudra alors utiliser l'outil « Element selection » à gauche dans la fenêtre « Tasks » pour faire se rejoindre les points de départ et d'arrivée de la boucle. Sans cette procédure la boucle ne pourra être reconnue par le logiciel 3D.

Remarque : cette étape est le moment pour corriger intuitivement la carte topographique à partir du groupe de points GPS et des observations de terrain. Un éperon trop large, un sommet mal placé, un petit talweg absent... sont autant « d'erreurs » naturellement présentes sur les cartes du fait de leur manque de précision, qu'il sera possible de corriger pour se rapprocher de la réalité observée.

9. Tracé des courbes de niveau complémentaires

C'est l'étape la plus longue et la plus fastidieuse à réaliser. Elle consiste à tracer des courbes de niveau à intervalle régulier entre les courbes de niveau principales avec la même méthode que celle précédemment utilisée. Le nombre d'intervalles est défini par la hauteur souhaitée des paliers précédemment déterminée. Ainsi pour une carte dont les courbes de niveaux (principales) représentent un écart altimétrique de 20m, si l'on souhaite représenter des paliers tous les 5 mètres on tracera 3 courbes de niveau complémentaires entre chaque courbe principale : $(3+1) \times 5\text{m} = 20\text{m}$

Conseil : l'utilisation de tracé de couleur peut faciliter le travail. Pour ce faire modifier la couleur « active color » dans la fenêtre « Attributes ». Comme précédemment un trait plus fort peut également aider.

10. Préparation à l'exportation vers le logiciel Google Sketchup Pro

Après plusieurs heures, on fini par obtenir une carte topographique complète. Commencer alors par enregistrer le fichier sous un nouveau nom (très important !), avant d'effacer tous les éléments de construction : la carte JPEG, ainsi que tous les éléments qui peuvent se trouver en dehors de l'échantillon. Dans le cadre d'une première utilisation de la méthode, le groupe de points GPS sera également effacé, sa représentation en 3 dimension restant plus difficile à réalisée et ne faisant pas parti de cette présentation. Les points pourront être importés ultérieurement si l'enregistrement avant effacement a bien été exécuté.

Une fois tous ces éléments effacés, il ne doit rester qu'un cadre rempli de courbes de niveau. S'assurer alors visuellement en utilisant le zoom que chaque courbe soit a ses deux extrémités reliées au cadre, soit forme une boucle fermée. Le non respect de cette règle fausserait la reconnaissance automatique des paliers par le logiciel 3D.

Si des couleurs et des épaisseurs de trait différentes ont été utilisées, sélectionner l'ensemble et le remettre en noir et trait fin. Si des groupes ont été formés, les casser avec la commande CTRL+U

Terminer par enregistrer le fichier sous un nouveau nom, mais cette fois ci choisir le format « autocad drawing file .dwg » dans la rubrique type. Il est maintenant temps de passer à la 3D !

Phase 2 : Elévation du paysage à partir du logiciel Google Sketchup Pro

Note : Le logiciel Google sketchup pro est un logiciel beaucoup plus intuitif et facile à utiliser que Microstation. De plus il dispose d'un didacticiel très bien fait. Il est recommandé aux utilisateurs novices de consulter ce didacticiel afin de comprendre rapidement les rudiments de son fonctionnement. Pour cette raison, la méthode qui suit ne sera pas détaillée autant que la précédente pour la partie purement logiciel.

1. Enregistrement du fichier et configuration de l'espace de travail

Au lancement du logiciel commencer par enregistrer le fichier à l'emplacement souhaité. Supprimer ensuite le personnage généralement présent au lancement, et sortir le « grand jeu d'outils » dans le menu « affichage ». Au cours du travail ne pas oublier d'enregistrer régulièrement afin de ne pas perdre de données, et au besoin enregistrer sous de nouveaux noms afin de pouvoir revenir en arrière en cas d'erreur.

2. Importation du fichier 2D

Dans le menu principal choisir « fichier », « importer ». La fenêtre « ouvrir » apparait. Sélectionner ensuite le type de fichier Autocad .dwg, puis ouvrir le fichier préalablement créé avec le logiciel Micristation. Le plan 2D apparait sur l'espace de travail.

Remarque : il existe une version libre du logiciel, mais seule la version dite « PRO » permet l'importation de fichiers autocad. A moins qu'il ne s'agisse de la version 6.0 du logiciel libre, aujourd'hui plus difficile à trouver.

3. Reconnaissance des paliers altimétriques

Commencer par double cliquer sur le plan 2D afin de rentrer dans son « groupe » (appellation logiciel). En cliquant sur le plan, on s'aperçoit que le logiciel n'identifie en surbrillance qu'une

seule « face » (appellation logiciel). Or pour réaliser l'élévation chaque palier doit être intuitivement reconnu par le logiciel en temps que « face ». Pour que le logiciel reconnaisse les faces il va donc falloir l'aider un peu.

Les courbes tracées dans le logiciel Microstation ont été converties par Sketchup en une infinité de petites lignes brisées. Le principe de reconnaissance des faces consiste, sur chacun des paliers, à retracer un seul des segments délimitant chaque face. Pour ce faire, utiliser l'outil ligne de l'une ou l'autre de ces 2 manières :

- Pour tous les paliers ayant contact avec le bord du cadre, c'est-à-dire formés par 2 courbes de niveau allant d'un bord à l'autre du cadre, il suffit de retracer chaque segment du cadre délimité par 2 extrémités de courbe voisines. Faire quelques essais en vérifiant que la reconnaissance se fait bien, puis lorsque la manipulation est comprise faire le tour du cadre.
- Pour les paliers inclus dans le cadre, c'est-à-dire formés par 2 courbes formant boucle, il s'agit de zoomer au plus proche afin de retracer une seule des lignes brisées.

La reconnaissance est terminée quand chacun des paliers peut être mis individuellement en surbrillance lorsqu'on le sélectionne.

4. Création du dégradé altimétrique

Bien que facultative, cette étape est néanmoins gage de qualité pour la lisibilité de la représentation finale. Elle consiste à attribuer à chacun des futurs paliers altimétriques un niveau de gris pour former un dégradé allant du blanc vers le noir. Chaque niveau de gris sera encodé à l'aide d'un nuancier de type RVB. Ce type d'encodage est défini par une valeur comprise entre 0 et 255. Ainsi le blanc pur se définit par R255,V255,B255, tandis que le noir pur par R0,V0,B0. Cependant les niveaux tendant vers le noir ne seront pas utilisés car trop sombres. Il est donc conseillé de ne pas descendre sous un gris de niveau R55,V55,B55. Respectant cette règle, la marche à suivre est donc de d'abord calculer l'écart entre chaque niveau. Si le conseil de 50 à 200 paliers altimétriques a bien été respecté au début du travail, il faudra donc procéder comme cet exemple : pour 80 paliers, on dispose de 200 valeurs RVB attribuables (de 255 à 55) ; 160 d'entre eux seront utilisés avec un écart de 2 entre chaque niveau ($80 \times 2 = 160 \leq 200$). La valeur la plus haute sera le blanc pur R255,V255,B255, suivie par un R253,V253,B253, et descendant jusqu'à un gris de niveau R95,V95,B95.

Pour attribuer un niveau de gris à un palier, on utilisera l'outil « colorier ». Commencer par colorier l'ensemble des paliers en une couleur vive en les sélectionnant tous, cela permettra ensuite de ne pas en oublier. Choisir ensuite une autre couleur vive, et la projeter sur le palier le plus bas. Sélectionner l'onglet « modifier » dans la fenêtre « matières », choisir le nuancier RVB, et encoder R255,V255,B255. Le palier est alors blanc pur. Sélectionner de nouveau la couleur vive, la projeter sur le deuxième palier, puis la modifier en encodant cette fois-ci le deuxième niveau de gris, soit R253,V253,B253 dans l'exemple précité. Procéder ainsi de suite jusqu'au palier le plus haut.

5. Élévation des paliers altimétriques

Une fois le dégradé altimétrique effectué, il ne reste qu'à élever les différents paliers jusqu'à leur hauteur réelle. Pour ce faire utiliser tout simplement l'outil « pousser/tirer » en entrant l'altitude souhaitée et en commençant par les paliers les plus haut (en commençant par le bas le logiciel refusera la valeur demandée).

Remarque : s'assurer des les premiers paliers élevés que les altitudes encodées respectent les bonnes unités de travail, le logiciel pouvant travailler selon la configuration aussi bien en centimètre que en mètre.

6. Choix du style de rendu

Une fois la représentation terminée, il est possible de modifier les styles de rendu avec les paramètres de style et d'ombre. Ces paramètres sont accessibles depuis l'onglet « fenêtre » du menu principal. Le didacticiel fournit bon nombre d'informations sur le fonctionnement de ces paramètres, mais il est également possible de tout simplement faire des essais en ayant pris le soin de sauvegarder sous un autre nom. Libre à chacun de créer son propre rendu.

7. Exportation d'images

Dans Sketchup le choix des vues est en fait tout simplement le même que ce qui apparaît à l'écran. Libre à chaque utilisateur de se placer dans l'espace comme il le souhaite. On peut utiliser les outils classiques de navigation, mais également les vues prédéfinies gauche, droite, avant, arrière et dessus. Il est également parfois utile de modifier le champ angulaire de la caméra à partir du menu « caméra » dans le menu principal.

Pour exporter les images, on dispose de 2 méthodes :

- La plus efficace consiste à disposer d'une imprimante virtuelle de type « PDF créateur ». Utiliser alors la commande d'impression classique (CTRL+P ou menu « fichier »), configurer l'imprimante virtuelle pour une impression haute définition, et choisir « ultra haute définition » dans la fenêtre « imprimer ».
- La seconde consiste à choisir « exporter » « graphique 2D » dans le menu fichier du menu principal. Simplement choisir le type de fichier (JPEG, PDF...) avant l'exportation. Cette méthode plus simple créera cependant des images de moins bonne qualité.