

Effet du relief sur la détermination des superficies dans les projets d'aménagement du territoire

**Mohamed ROUCHDI, Mohamed AJERAME, Mohamed BADRAOUI
Mohamed ETTARID, El Mostafa TAMMAH et Mohammed HAOUJAR, Maroc**

Key words: Land, Development, Management, Modeling, Operation, Algorithm, GIS.

SUMMARY

Generally, in land management projects, areas are computed with regard to a horizontal plan. In other terms, the effect of the relief is not taken into consideration in this type of determination. In this context, Geographical Information System might be an appropriate tool which provides potential possibilities that deal with such type of inaccuracy.

The main purpose of this research is the study of the impact of terrain topography on area computation in land management projects. Thus,, the research focused on the development of algorithms which allow 2D area computation altered by relief. To reach this purpose, the adopted methodology is as follows:

- Modeling, using the software SAS, the relation between slopes, 2D areas and 3D areas generated from a Triangular Irregular Network structure.
- Programming a VBA application by using the software ArcGIS 8.1, which integrates this model for the purpose of correcting the computed areas.

The results show that the underestimated area increases with the importance of slope. Indeed, the validation of this application on the Rainfed Agricultural Development Perimeters of Tanant region in Morocco results in an increase of 1% of the total area. This misjudgement has an impact on the cost of the different operations of land management and especially in mountainous regions.

Effet du relief sur la détermination des superficies dans les projets d'aménagement du territoire

**Mohamed ROUCHDI, Mohamed AJERAME, Mohamed BADRAOUI
Mohamed ETTARID, El Mostafa TAMMAH et Mohammed HAOUJAR, Maroc**

1. INTRODUCTION

L'aménagement du territoire permet de rationaliser la structure du territoire, l'organisation du paysage urbain et rural, le redressement des disparités régionales et la correction des inégalités de condition de vie de la population et des écarts entre la ville et la campagne. Dans ce sens, l'approche en matière d'aménagement du territoire national, traite le problème du développement rural sur la base de la conciliation des contraintes actuelles avec les exigences du développement durable et de l'équilibre régional à long terme.

En effet, le monde rural se trouve confronté aujourd'hui à plusieurs handicaps qui s'opposent à son développement. Parmi ces handicaps, nous pouvons citer l'exode rural, la pauvreté, l'éducation et l'analphabétisme, l'insécurité climatique, les inégalités sociales, la dégradation des ressources naturelles et l'absence des infrastructures. Donc, il s'avère nécessaire de relever ces défis afin de permettre au Maroc d'être plus compétitif sur le plan international d'ici l'an 2010. Pour cela, les pouvoirs publics, le privé, les investisseurs nationaux et internationaux sont appelés à s'intéresser davantage au développement du monde rural qui représente environ 50% de la population nationale et décèle des potentialités et des richesses encore sous-exploitées (Benida, 2002). Ceci grâce à l'élaboration des programmes d'action (MADR, 1999; MPEP, 2000) qui visent la mise à niveau de l'éducation rurale, le transfert de techniques agricoles, l'accroissement de la production et l'amélioration des infrastructures et des services pour une meilleure qualité de vie et pour corriger les déséquilibres régionaux (METGE, DASCONE et FENECH, 2001). Parmi ces programmes d'action nous distinguons le programme d'aménagement hydro-agricole, le programme forestier national, le programme d'amélioration des parcours, le programme d'équipement rural, le programme national d'aménagement des bassins versants, et le programme de gestion des terres en bour.

Généralement, dans ces différentes actions prises en faveur du développement rural, l'information géographique en matière de superficie est toujours calculée par rapport à un plan horizontal. En effet, la méthode numérique la plus utilisée pour le calcul des superficies est basée sur l'utilisation des coordonnées planimétriques rectangulaires (ROUSSELLE, 1963). C'est à dire, la topographie du terrain représentée par l'altitude est négligée.

Parallèlement, il existe aujourd'hui des outils puissants pour la gestion de l'information spatiale, tels que les Systèmes d'Information Géographique (SIG) qui peuvent être exploités pour évaluer cette imprécision affectant les calculs de superficies à cause de l'effet du relief.

En réponse à cette problématique, le présent travail se fixe comme objectifs:

TS23 Technology and Cadastre

2/14

Mohamed Rouchdi, Mohamed Ajerame, Mohamed Badraoui, Mohamed Ettarid, El Mostfa Tammah, Mohammed Haoujar

TS23.3 Effet du relief sur la détermination des superficies dans les projets d'aménagement du territoire

2nd FIG Regional Conference

Marrakech, Morocco, December 2-5, 2003

Développement des bases mathématiques et algorithmiques qui prendront en compte le relief dans la détermination des superficies,

- Programmation informatique de ces algorithmes et interfaces nécessaires à leur exploitation dans un logiciel SIG,
- Validation de la méthode, dans le cadre d'une application SIG sur les données du Périmètre de Mise en Valeur en Bour de Tanant.

2. METHODOLOGIE

De plus en plus, les applications en matière des SIG, et surtout dans les grands projets tels que ceux d'aménagement, nécessitent le calcul des superficies. Bien que les logiciels SIG intègrent le module de calcul des superficies 2D, de tels logiciels n'arrivent pas à évaluer les superficies 3D sauf, à notre connaissance, ArcGIS 8.1 produit de la compagnie Environmental Systems Research Institute (ESRI) où la détermination des superficies 3D n'est possible que dans le cas du réseau irrégulier des triangles (TIN). Cependant, cette détermination n'est pas toujours aisée et n'est souvent pas adaptée aux données à partir desquelles on souhaite calculer les superficies 3D. Dans le cadre de cette problématique, nous avons essayé de développer une méthodologie qui sera décrite dans les paragraphes qui suivent.

2.1 Choix de la zone d'étude

Le périmètre de Tanant a été choisi pour zone d'étude car il a fait l'objet d'une étude préalable réalisée par la FAO en 1986 sur l'occupation des sols et l'état morphodynamique. Il a constitué également la zone de validation du sujet de fin d'étude réalisé par Yachou et Hounkpe en 2001. Toutefois, les raisons les plus influentes dans ce choix sont:

- La topographie et la morphologie du périmètre de mise en valeur en bour (PMVB) de Tanant qui sont très variables,
- L'existence d'une base de données géoréférencées assez diversifiée sur ce périmètre.

2.2 Données

Grâce aux différentes études réalisées sur le PMBV de Tanant, une base de données géoréférencées assez diversifiée a été élaborée. Les données de cette base sont en format numérique et englobent la carte de zonage, carte des courbes de niveau, carte d'érosion, carte géologique, carte de communes, carte du réseau routier et carte du réseau hydraulique.

Cependant, pour les besoins spécifiques de la présente étude, seules deux données ont été retenues, il s'agit des cartes suivantes:

- Carte des courbes de niveau: Il s'agit d'une carte issue d'une numérisation manuelle de la feuille NH-29-XXIV-3C d'échelle 1/50000, localité de Tanant, établie par la division de la carte en 1977. L'équidistance des courbes de niveau est de 20 mètres.

- Carte de zonage: Cette carte délimite la zone de notre application. Il s'agit d'une carte projetée sur la carte de base qui délimite la répartition du périmètre en trois zones: zone de mise en valeur agricole, zone d'amélioration pastorale et sylvo-pastorale et zone de conservation des sols. C'est une carte d'échelle 1/50000, composée de six polygones dont chacun est associé à un identifiant, à l'attribut de l'utilisation du sol et à celui de la superficie 2D.

2.3 Choix du matériel informatique

Comme support informatique, nous avons utilisé un micro-ordinateur avec un processeur *pentiumIII* ayant les propriétés suivantes:

- Un système d'exploitation Microsoft Windows 2000,
- Une mémoire vive de 128 Mo,
- Une fréquence de 647 Mhz,
- Un disque dur de capacité 10 Go.

2.4 Choix des logiciels

Pour accomplir les tâches que nous nous sommes fixées dans le cadre de ce travail, nous avons opté pour ArcGIS 8.1 produit d'ESRI. Il est architecturé en 3 trois grandes parties: ArcView, ArcEditor et ArcInfo, chacun de ces logiciels est dédié à une utilisation donnée.

Dans notre cas, nous avons utilisé ArcInfo muni de ses extensions Spatial Analyst et 3D Analyst. Plusieurs raisons nous ont motivés à choisir ArcGIS 8.1:

- La première se trouve dans ses caractéristiques qui répondent à nos besoins de traitement des données cartographiques et de gestion des tables.
- La deuxième est la possibilité de le compléter par des extensions telles que Spatial Analyst et 3D Analyst. Ceci permet de l'enrichir par l'ajout d'outils d'automatisation et de fonctionnalités avancées.
- La troisième est la possibilité de personnaliser l'environnement de travail et de développer des applications complètes à l'aide de son langage de développement et de programmation intégré Visual Basic for Application (VBA).

D'autre part, pour arriver à définir un modèle mathématique qui évalue la relation entre les superficies 2D, la pente et les superficies 3D, nous avons choisi le module SAS/STAT du logiciel SAS qui contient une importante bibliothèque riche de fonctions répondant à tous nos besoins. En particulier, nous avons opté pour la procédure REG qui se caractérise par son usage universel pour l'analyse de régression et permet:

- L'estimation des paramètres du modèle,
- Le test de signification des paramètres,

- L'analyse des résidus qui permet de vérifier la validité du modèle.

2.5 Approche algorithmique et développement d'un modèle mathématique

En considérant les objectifs de cette étude, nous sommes appelés à choisir un modèle numérique de terrain approprié. Ainsi, après une étude bibliographique sur les algorithmes et les méthodes utilisées pour le calcul des superficies, nous avons opté pour la structure TIN. Pourquoi donc l'idée de travailler sur la structure TIN ? En premier lieu, le TIN constitue un produit de base à partir duquel nous pouvons dériver les pentes. La combinaison de ces produits avec d'autres données permet l'évaluation de l'effet du relief sur la détermination des superficies. En second lieu, et malgré sa structure complexe, la lecture de ce réseau de triangles et la détermination des coordonnées des nœuds de chaque triangle aboutissent à l'élaboration d'une source de données utile pour développer des algorithmes et des modèles mathématiques estimant l'impact de la pente sur le calcul des superficies. Ce sont en principe les raisons les plus influentes dans ce choix.

Pour définir la fonction reliant les trois paramètres: la superficie 2D, la pente et la superficie 3D, il fallait travailler en plusieurs étapes. En effet, la démarche suivie est constituée de trois phases:

- Phase de préparation des données pour la modélisation,
- Phase de modélisation mathématique,
- Phase de validation.

2.5.1 Phase de préparation des données

Il s'agissait tout d'abord de créer le TIN de la zone d'étude. Ensuite, il fallait le convertir en un fichier ASCII. Puis, la lecture de ce fichier a été faite pour déterminer les coordonnées des nœuds de chaque triangle du TIN. Après, et grâce à ces coordonnées, les résultats des calculs de la superficie 2D, de la pente et de la superficie 3D de chaque triangle ont été enregistrés dans un nouveau fichier ASCII. Ce dernier était la clé pour démarrer la deuxième phase de notre méthodologie qui est la modélisation mathématique.

2.5.2 Phase de modélisation mathématique

Grâce aux résultats de la première phase, nous avons pu définir un modèle en utilisant la procédure REG du SAS/STAT dans une analyse de régression. Pour cela nous avons déterminé une variable nommée "Rapport" qui exprime le pourcentage de variation de la superficie 3D par rapport à la superficie 2D ($\text{Rapport} = (\text{Superficie 3D} - \text{Superficie 2D}) / \text{Superficie 2D} \%$). Ce pourcentage a été ensuite exprimé en fonction de la pente. Cette façon de faire nous a permis de connaître la correction de la superficie 2D à effectuer.

Nous avons opté pour la régression polynomiale, du fait qu'il s'agit d'un phénomène physique liant la variable dépendante «Y» avec la variable explicative «X». Le modèle se présente sous la forme:

$$Y = a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + \dots + a_pX^p + \varepsilon \quad (2.1)$$

Pour notre cas:

Y = Rapport

X = pente

a_i : coefficients à déterminer

ε : résidu ou erreur. Il contient la part de la variabilité de Y qui n'est pas expliquée par la variable explicative (X).

Nous avons travaillé sur $n = 658$ observations de superficies, on a obtenu un système de n équations à $(p+658)$ inconnues (p coefficients a_i ($i=1, \dots, p$) et n résidus ε_i ($i=1, \dots, n$)) qui se présente sous la forme matricielle:

$$Y = Xa + \varepsilon \quad (2.2)$$

où Y est le vecteur de dimensions $(n, 1)$, X est une matrice (n, p) , a est un vecteur $(p, 1)$ et ε est un vecteur $(n, 1)$.

La solution à ce système de n équations à $(p+n)$ inconnues sera donnée par la méthode des moindres carrés. Ensuite nous sommes appelés à évaluer la qualité du modèle et à le valider par moyen de l'analyse des résidus.

2.5.3 Phase de validation

Cette phase a consisté à appliquer le modèle sur les données de la zone d'étude afin de corriger les superficies 2D relatives à la carte de zonage. La figure 1 met en relief les étapes effectuées pour mener à terme cette application. En effet, cette phase se compose de deux grandes étapes:

- La première étape appelée «phase logiciel», consiste à créer la carte des pentes de la zone d'étude. Elle se base sur les courbes de niveau ou les semi-points comme données d'entrée pour dériver le TIN. Cette structure de représentation du relief est convertie en carte des pentes d'abord reclassées et ensuite vectorisées. En général, cette phase nécessite une connaissance préalable des différentes fonctionnalités de l'extension 3D Analyst en matière d'intersection et d'analyse de surface.

La deuxième appelée «phase automatisée», elle nécessite la carte des pentes, la carte intégrant les superficies à corriger et la table de classes des pentes comme données d'entrée. Elle permet d'exécuter plusieurs opérations liées à l'intersection, l'ajout de nouveaux champs, l'agrégation d'attributs et le calcul de superficies. Elle est développée grâce au VBA en utilisant les différentes classes d'ArcObject en matière d'intersection, d'agrégation et de gestion de tables.

Le résultat de cette phase est une carte dont les superficies sont corrigées de l'effet de relief, c'est à dire, des superficies 3D.

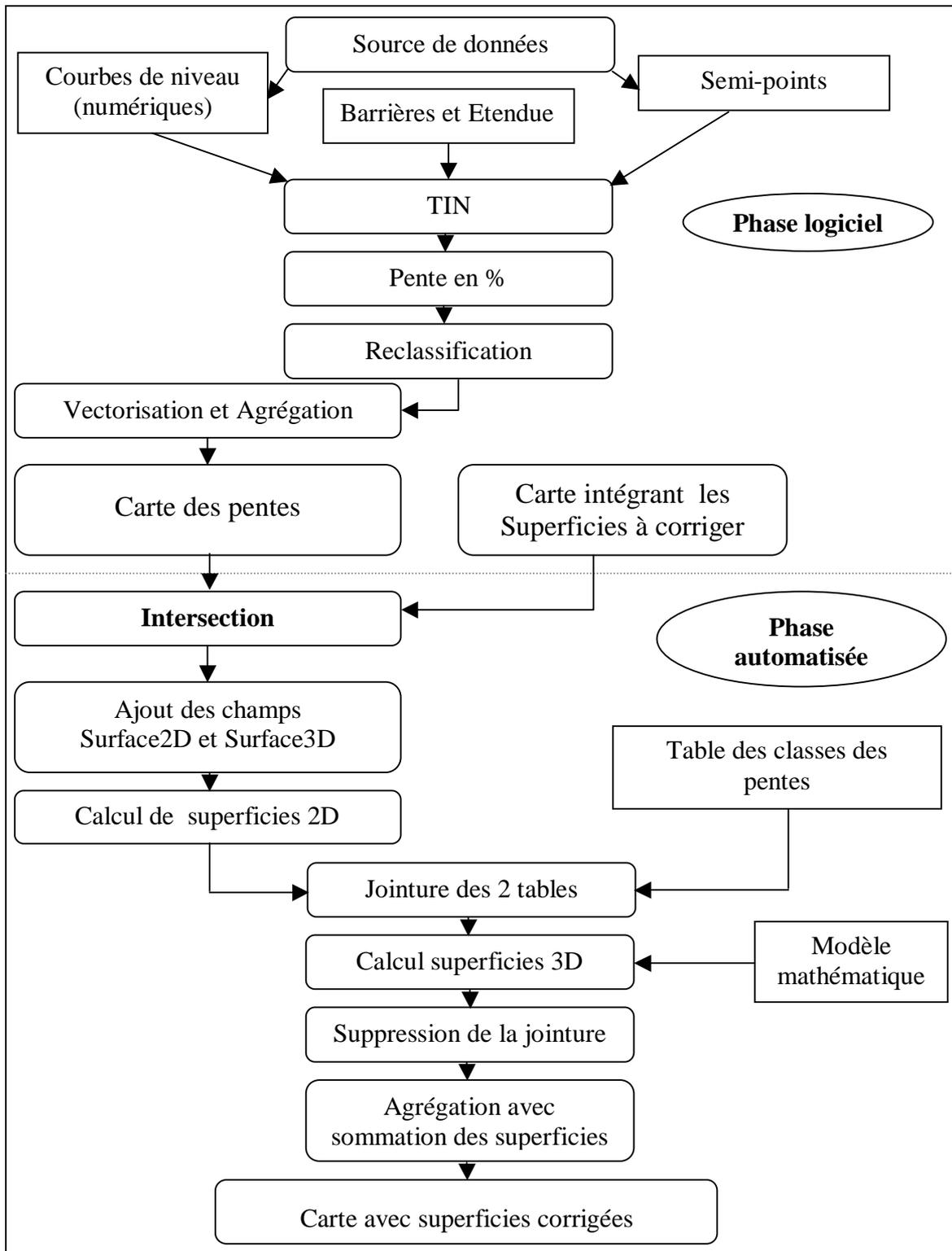


Figure 1. Phase validation

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 Phase modélisation

Après le calcul du rapport et de la pente, nous avons essayé d'élaborer un modèle mathématique qui exprime le rapport en fonction de la pente.

La figure 2 illustre la relation entre la pente et le rapport pour une large gamme de pentes (entre 0% et 99%). L'allure du nuage des points montre bien l'existence d'une relation entre les deux variables. On peut donc s'efforcer de rechercher le modèle mathématique qui s'ajuste au mieux à cette relation. L'analyse par la régression effectuée grâce au module SAS/STAT nous a permis d'obtenir plusieurs modèles polynomiaux (Tableau 1). Dans tous les cas, nous avons forcé le modèle à ce qu'il passe par l'origine du fait qu'une pente nulle correspond nécessairement à un rapport nul.

Les résultats de la régression (Tableau 1) montrent que le coefficient de détermination se stabilise à 99% à partir du troisième degré. Cette première constatation nous mène à faire un premier choix du modèle. Néanmoins, ce coefficient n'implique pas nécessairement que le modèle est fiable. Nous procédons ensuite au test de signification des paramètres du modèle de régression. Dans ce sens, nous remarquons que seuls les paramètres du modèle du troisième degré sont tous significativement différents de zéro pour un niveau de probabilité $\alpha=5\%$. Donc, nous jugeons utile d'adopter ce modèle pour exprimer le rapport en fonction de la pente.

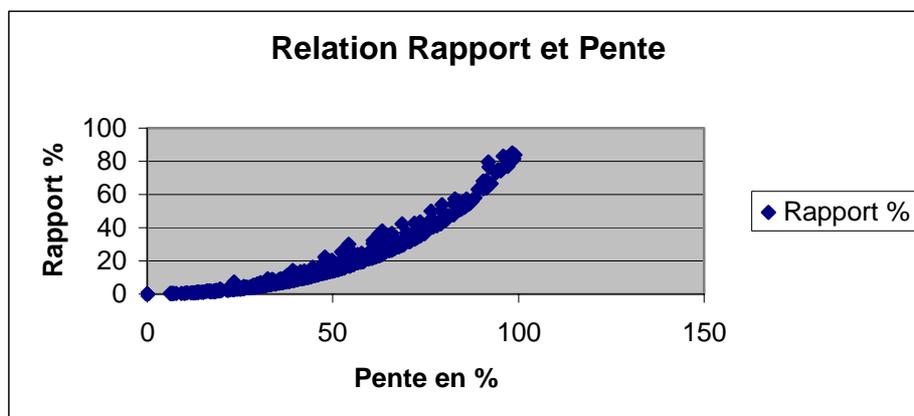


Figure 2 Relation entre le rapport et la pente

Tableau 1 Résultats de la régression

<i>Le modèle du 2^{ème} degré: Rapport = a₁*pente + a₂*pente²</i>			
Paramètres	Valeurs	Test de signification	Coefficient de détermination
<i>a₁</i>	<i>-0.152702</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.98</i>
<i>a₂</i>	<i>0.009433</i>	<i>0.0001</i>	
<i>Le modèle du 3^{ème} degré: Rapport = a₁*pente + a₂*pente² + a₃*pente³</i>			
Paramètres	Valeurs	Test de signification	Coefficient de détermination
<i>a₁</i>	<i>0.082279</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.99</i>
<i>a₂</i>	<i>0.001165</i>	<i>0.0175</i>	
<i>a₃</i>	<i>6.5221 10⁻⁵</i>	<i>0.0001</i>	
<i>Le modèle du 4^{ème} degré: Rapport = a₁*pente + a₂*pente² + a₃*pente³ + a₄*pente⁴</i>			
Paramètres	Valeurs	Test de signification	Coefficient de détermination
<i>a₁</i>	<i>-0.061078</i>	<i>0.0869</i>	<i>0.99</i>
<i>a₂</i>	<i>0.009481</i>	<i>0.0001</i>	
<i>a₃</i>	<i>-8.076 10⁻⁵</i>	<i>0.0157</i>	
<i>a₄</i>	<i>7.88 10⁻⁷</i>	<i>0.0001</i>	
<i>Le modèle du 5^{ème} degré: Rapport = a₁*pente + a₂*pente² + a₃*pente³ + a₄*pente⁴ + a₅*pente⁵</i>			
Paramètres	Valeurs	Test de signification	Coefficient de détermination
<i>a₁</i>	<i>0.029631</i>	<i>0.6771</i>	<i>0.99</i>
<i>a₂</i>	<i>0.001785</i>	<i>0.7489</i>	
<i>a₃</i>	<i>0.000142</i>	<i>0.3588</i>	
<i>a₄</i>	<i>-1.875 10⁻⁶</i>	<i>0.3024</i>	
<i>a₅</i>	<i>1.1163 10⁻⁸</i>	<i>0.1412</i>	

Bien que le coefficient de détermination est élevé et le test est significativement différent de zéro, ceci n'entraîne pas que le modèle est bien ajusté. La qualité de ce modèle sera jugée en analysant la structure des résidus.

En effet, la figure 3 montre que les résidus suivent une distribution normale. Dans le même cadre, sur la figure 4 présentant la relation entre le rapport et les résidus standardisés, nous remarquons que le nuage des points est distribué aléatoirement autour de zéro, il tend à être compris dans l'intervalle [-2, +2]. Sur les 658 résidus, nous avons trouvé seulement 26 résidus soit 4% du total qui ne sont pas compris dans cet intervalle. Ceci correspond donc à un meilleur pourcentage de réussite de l'ordre de 96%.

De ce qui précède, nous pouvons conclure que le modèle du troisième ordre vérifie les trois tests, d'où son choix pour modéliser la relation entre le rapport et la pente.

Le modèle retenu: **Rapport = 0.08228*pente + 0.00117*pente² + 6.5210⁻⁵*pente³**

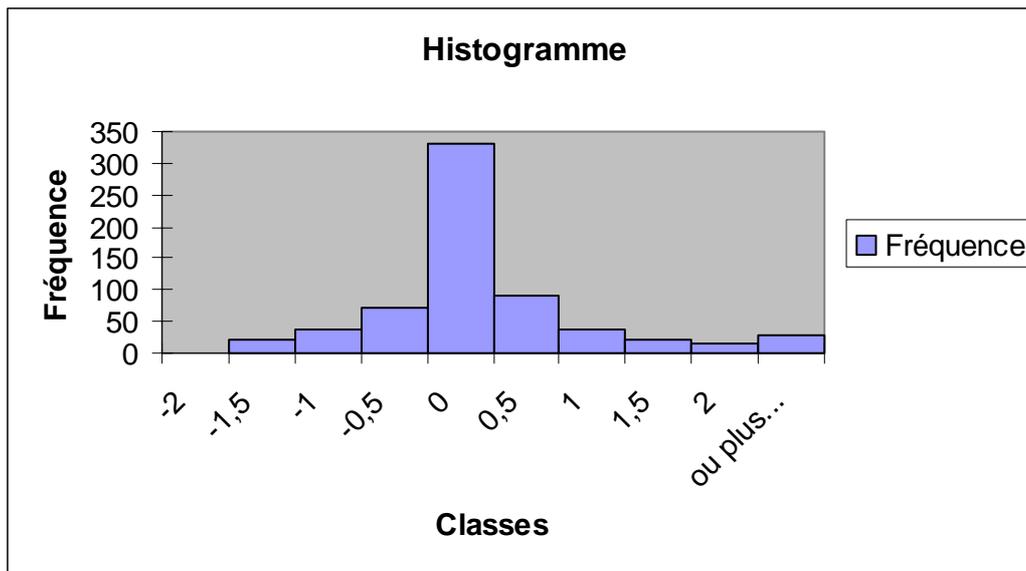


Figure 3 Distribution des résidus

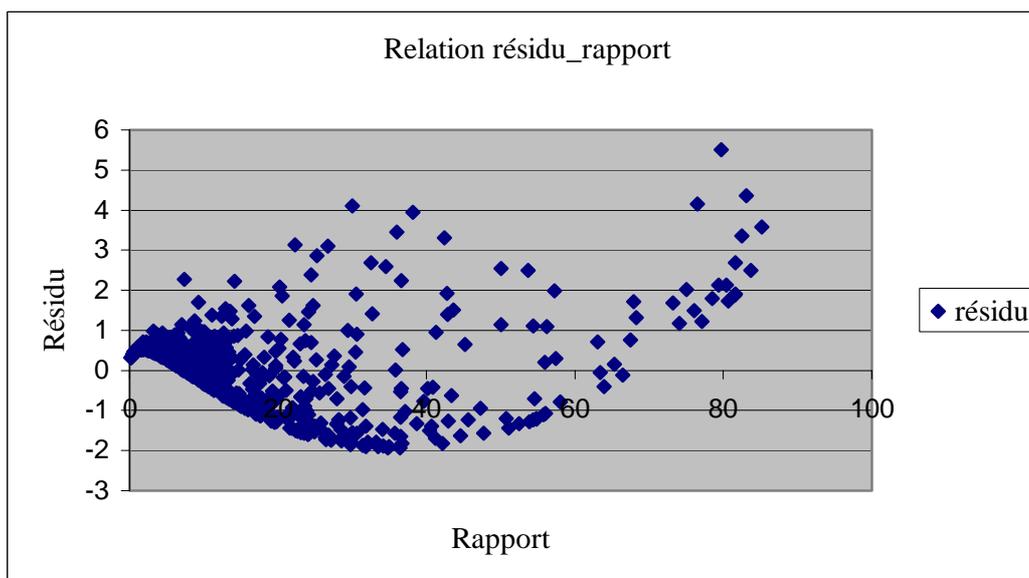


Figure 4 Représentation des résidus standardisés en fonction du rapport

3.2 Phase application

Les interfaces développées se présentent comme une application englobant un ensemble de menus, de boîtes de dialogues et de boutons. Le tout est associé grâce à des programmes (Scripts) qui simplifient les différentes tâches en matière de:

- Conversion du TIN,
- Calcul des superficies 2D et 3D du TIN,
- Enregistrement des résultats de la conversion et des calculs,
- Correction des calculs de superficies de l'effet de relief au niveau des cartes numériques.

Les données de sortie ou bien le produit final est une carte intégrant les superficies corrigées de l'effet du relief. En effet, la correction de ces superficies est réalisée à l'aide de l'intégration du modèle mathématique obtenu lors de la phase de modélisation dans le calcul des superficies.

L'analyse des résultats du calcul de superficies (Tableau 2), nous permet de constater que:

- Pour chaque zone la superficie 3D est supérieure à celle 2D. Donc, nous pouvons quantifier cette différence comme une superficie sous-estimée.
- Le pourcentage d'augmentation est de l'ordre de 1% de la superficie totale qui correspond aussi à 84% de la superficie de la zone 2.
- Malgré la dominance des pentes faibles comprises entre 0 et 5% (Tableau 3) (65.13% de la superficie totale), l'écart de 58.8 ha représente une valeur qui a un effet négatif sur l'estimation du coût des différentes opérations d'aménagement (conservation des sols, amélioration pastorale, mise en valeur agricole). En effet, le coût unitaire pour chaque opération varie entre 5 000 et 10 000 dirhams (Dh). Donc, pour un coût moyen de 7 500 Dh, le coût sous-estimé à cause de l'effet de relief est de 441 000 Dh. On conclut qu'il est judicieux pour cette zone d'étude d'intégrer l'effet du relief dans le calcul de superficies.

Tableau 2 Résultats de calcul des superficies

Zone	Modes d'utilisation	Superficie 2D (ha)	Superficie 3D (ha)	Ecart/zone (ha)	Erreur commise par le modèle (ha)
1	Conservation des sols	347,91	352,01	4,1	0,45
2	Amélioration pastorale	68,77	69,91	1,14	0,09
3	Amélioration pastorale	546,07	557,24	11,17	0,71
4	Mise en valeur agricole	3867,32	3882,77	15,45	5,03
5	Conservation des sols	1623,51	1633,87	10,36	2,11
6	Mise en valeur agricole	2216,87	2233,45	16,58	2,88
Superficie Totale		8670,46	8729,25	58,8	11,27

Tableau 3 Répartition des classes des pentes

Classe des pentes	Pentes	Superficie (ha)	Pourcentage %
1	0 à 5%	5656,35	65,13
2	5 à 10%	1520,51	17,51
3	10 à 15%	731,73	8,43
4	15 à 30%	702,86	8,09
5	> 30%	72,91	0,84

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Généralement, les algorithmes et les formules adoptés pour le calcul des superficies n'intègrent pas la composante altitude. Or, cette négligence de l'effet du relief entraîne des sous estimations considérables de la superficie, surtout quand il s'agit de déterminer les superficies dans de grands projets tels que les projets d'aménagement.

Dans le cadre de cette problématique, nous avons développé une nouvelle approche concernant le calcul des superficies en tenant compte de l'effet du relief. Nous avons ainsi divisé notre travail en trois grands axes.

Tout d'abord, nous avons développé une première application en VBA qui permet de convertir le TIN en une structure simple et exploitable dans le calcul de superficies.

Ensuite, nous nous sommes focalisés sur la détermination d'un modèle mathématique qui met en œuvre la relation entre la superficie 2D, la superficie 3D et la pente. Nous avons procédé à une analyse de régression en utilisant les résultats de la première application. Cette modélisation a permis de dégager un modèle polynomial de degré 3 définissant la correspondance recherchée entre ces trois paramètres.

Enfin, nous avons validé ce modèle à travers une deuxième application. Cette application, l'objet également d'un interface en langage VBA, a porté sur les données du PMVB de Tanant. Il s'avère que les écarts résultant entre les superficies 2D et 3D montrent l'importance de l'impact du relief sur la détermination des superficies dans les projets d'aménagement.

De même, nous pouvons souligner que les avantages de l'utilisation de cette application peuvent être décrits comme suit:

- Support pratique pour la correction des cartes numériques intégrant des données de superficies.
- Exploitation et manipulation aisées.
- Adaptation aux données utilisées par les aménagistes.

Avant de clôturer ce travail, nous recommandons:

- L'étude de l'impact de la source de dérivation de la carte des pentes sur la correction du calcul de superficies.
- Evaluation de l'effet du relief sur le coût de réalisation de certains projets d'aménagement (reboisement, épierrage, VRD...) en utilisant la présente application.
- Extension de ce type de calcul de superficies à tout projet intégrant la zone en tant qu'Unité d'Intégration Spatiale (UIS).

REFERENCES

- Benida O., 2002. Le monde rural et les perspectives de l'emploi. Terre et vie, Revue mensuelle du monde rural et de l'environnement, N° 53.
- Madr, 1999. Rapport national sur la mise en oeuvre de la convention de lutte contre la désertification. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Rabat, Maroc
- Madr, 1999. Stratégie 2020 de développement rural. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Rabat, Maroc.
- Metge J., Dascon F., Fenech M., 2001. Mise en place d'un dispositif d'appui à l'installation des jeunes en milieu rural au Maroc, un projet de formation - développement. 6^{ème} journées d'études "Ingénierie des dispositifs de formation à l'international". p. 42 – 45. Agropolis, Montpellier.
- MPEP, 2000. Le plan de développement économique et social 2000-2004. Ministère de la Privatisation économique et du Plan. Rabat, Maroc.
- Roulles 1963. Cours élémentaire de topographie à l'usage des adjoints du cadastre, Service Topographique, Meknes, Maroc. 134 p.
- Yachou H. & Hounkpe P., 2001. L'apport du SIG dans la gestion des données et la production des cartes relatives aux périmètres de mise en valeur en bour (PMVB): Cas du PMVB de Tanant. Mémoire de 3^{ème} cycle, Topographie IAV HassanII. Rabat, Maroc.

BIOGRAPHICAL NOTES

Mohamed Rouchdi: Doctorat Es-Sciences Agronomiques, Professeur de l'enseignement supérieur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat, membre de plusieurs associations, expert en matière de SIG et Télédétection dans plusieurs projets.

Mohamed Ajerame Ph.D, Professeur de l'enseignement supérieur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat, membre de plusieurs associations, expert en matière de géostatique.

Mohamed Badraoui Ph.D, Professeur de l'enseignement supérieur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat, membre de plusieurs associations et président de l'association marocaine des sciences du sol, expert en matière d'aménagement, désertification et gestion de l'environnement.

Mohamed Ettarid: Ph.D, Professeur de l'enseignement supérieur à l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat, membre de plusieurs associations, expert en matière de photogrammétrie.

El Mostfa Tammah Ingénieur d'Etat en Topographie, Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat

Mohammed Haoujar Ingénieur d'Etat en Topographie, Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II, Rabat

CONTACTS

Professeur Mohamed Badraoui
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II
B.P. 6202, Madinate Al Irfane, Rabat - Instituts
Rabat
MOROCCO
Tel. + 212 37 771758
Fax + 212 37 778135
Email: m.badraoui@iav.ac.ma