

APPLICATION DE MNT A L'AMELIORATION DE LA  
CLASSIFICATION DES IMAGES EN TELEDETECTION

CHEN JUN

Wuhan Technical University of Surveying  
and Mapping, CHINA

RESUME

Dans ce papier sont présentées les approches et les essais d'appliquer le modèle numérique du terrain (MNT) pour corriger l'influence du relief du terrain sur les propriétés radiométriques des objets terrestres. Les considérations suivantes sont prises en compte:

- détermination pour chaque pixel de l'imagerie Landsat 2 MSS des données auxiliaires telles que la pente, l'orientation du terrain et l'angle d'incidence solaire à partir de MNT;
- l'estimation, d'après les données auxiliaires et celles de Landsat 2 MSS, des paramètres de correction radiométrique  $E_{\lambda d}/E_{\lambda 0}$  et  $L_u$  qui sont utilisés pour corriger l'influence du relief sur l'imagerie MSS originale et ces images corrigées sont ensuite classées;
- intégration des données d'angle d'incidence solaire qui sont des données complémentaires à l'imagerie MSS pour concevoir un nouveau processus de classification.

La région forestière de Jiugong Mont située entre la province de Hubei et la province de Jianxi a été choisie comme la zone d'essais. Le résultat nous montre qu'il y a une forte confusion entre les espèces forestières quand la classification est basée uniquement sur les données de Landsat 2 MSS. Et la classification est nettement améliorée en introduisant des données auxiliaires. La précision de classification atteint 70.4% quand les données d'angle d'incidence solaire sont intégrées au processus de classification.

INTRODUCTION

Les méthodes de classification utilisées actuellement dans le domaine de télédétection sont principalement multitemporelles et multispectrales. Toutefois, beaucoup d'expériences et de recherches ont prouvé que ces méthodes sont souvent très limitées pour l'imagerie Landsat 1-2-3 MSS dans les régions montagneuses.

A l'exception de la faible résolution spatiale de l'imagerie , l'influence du relief du terrain sur les propriétés radiométriques des objets du terrain est une autre cause principale. Dans ces dernières années, des recherches ont été effectuées sur l'utilisation des données auxiliaires dans le but d'améliorer la classification <sup>[3] [11]</sup>. Dans ce papier, sont présentées les études concernant la correction de l'influence du relief terrestre sur l'imagerie menées par l'auteur de deux façons suivantes:

--correction de l'influence du relief du terrain sur l'imagerie Landsat 2 MSS originale à partir d'un modèle numérique du terrain (MNT) et ensuite la classification de l'imagerie corrigée;  
 --introduction directe, dans le processus de classification, des données de l'angle d'incidence solaire qui sont utilisées pour tenir compte de l'influence du relief du terrain.

#### METHODOLOGIE

En général, la luminance d'un point élémentaire (pixel) du sol  $L_{\lambda s}$  reçue par un capteur s'exprime comme ceci :

$$L_{\lambda s} = \frac{1}{\pi} \rho(\lambda) (E_{\lambda 0} \cos \theta + E_{\lambda d}) + L_u \quad (1)$$

où  $\rho(\lambda)$  est la réflectivité spectrale de l'objet;

$\theta$  est l'angle d'incidence solaire de l'élément;

$E_{\lambda 0}$  est l'irradiance du soleil atteignant l'horizon après atténuation atmosphérique;

$E_{\lambda d}$  est l'irradiance atteignant l'horizon provenant de la diffusion atmosphérique;

$L_u$  est la luminance due à la diffusion atmosphérique diffusée directement vers le capteur.

Dans cette formule, il est aperçu que l'irradiance d'un élément du terrain est déterminée non seulement par sa réflectivité spectrale mais aussi par l'influence du relief ainsi que par la condition atmosphérique. Si les conditions d'éclairement et d'atmosphère sont identiques pour région donnée, des objets de réflectivité similaire auront de luminances très proches et les luminances des objets de réflectivité différente seront différentes. Dans ce cas-là, une différence de réflectivité se traduit par la différence de luminance de l'image, et la classification multispectrale faite sur cette image permet de distinguer des objets de réflectivité différente. Toutefois, dans une région montagneuse, le relief du terrain a une très forte

influence sur les propriétés radiométriques des objets telle que des objets de réflectivités différentes pourront posséder des luminances très proches. Il est évident que cette influence cause des confusions dans une classification multispectrale. Par conséquent, il est nécessaire de corriger cette influence afin d'améliorer la classification.

1. Correction de l'influence du relief du terrain par un modèle de luminance

Considérons un pixel  $p$  qui correspond à un élément du sol et posons:

$L_p$ --sa luminance radiométrique;

$\theta_p$ --son angle d'incidence solaire du terrain;

$S_p$ --sa pente du terrain

Sa luminance corrigée de l'influence du relief par rapport à un plan de référence est donnée par la formule suivante:

$$L = \frac{(L_p - L_u)(\cos\theta_0 + H_0 E_{\lambda d} / E_{u0})}{\cos\theta_p + H_p E_{\lambda d} / E_{u0}} + L_u \quad \theta < 90 \quad (2)$$

$$L = \frac{(L_p - L_u)(\cos\theta_0 + H_0 E_{\lambda d} / E_{u0})}{H_p E_{\lambda d} / E_{u0}} + L_u \quad \theta \geq 90$$

où  $H_p = 1 - S_p / \cos\theta_p$ ,  $H_0 = 1 - S_0 / \cos\theta_0$

Il faut noter que l'équation (2) est déduite à partir de la formule suivante [3]:

$$L_{\lambda s} = \frac{1}{\pi} \rho(\lambda) (E_{u0} \cos\theta + H_p E_{\lambda d}) + L_u \quad (3)$$

En particulier, si

$$\theta_0 = \theta_z \text{ (le zenith du soleil)}$$

$$S_0 = 0^\circ$$

le plan de référence sera le plan horizontal.

A propos des termes de (2),  $\theta_p$  et  $S_p$  peuvent être déterminés à partir de MNT et  $L_p$  peut être obtenu pour l'imagerie Landsat 2 MSS selon la valeur de gris du pixel [5]. Cependant  $E_{\lambda d} / E_{u0}$  et  $L_u$  sont en général inconnus. Pour effectuer la correction radiométrique selon (2), il faut déterminer ces deux paramètres. L'auteur propose ici une méthode d'estimation de ces deux termes à partir des données de Landsat 2 MSS et des données auxiliaires telle que la pente, l'angle d'incidence solaire.

Supposons qu'un couple d'élément du sol A et B satisfont les conditions suivantes:

---leurs couvertures du terrain sont identiques, c'est-à-dire que ces deux éléments ont de réflectivité spectrale  $\rho(\lambda)$  iden-

tique;

---leurs angles d'incidence sont différentes ( $\theta_a \neq \theta_b$ );

---leurs pentes du terrain sont aussi différentes ( $S_a \neq S_b$ ).

Posons  $x = E_{\lambda d} / E_{\lambda o}$

$$y = Lu$$

D'après (3), on a respectivement les luminances de A et B  $L_a$  et  $L_b$ :

$$\begin{aligned} L_a &= \frac{1}{\rho(\lambda)} E_{\lambda o} (\cos \theta_a + x \cdot H_a) + y \\ L_b &= \frac{1}{\rho(\lambda)} E_{\lambda o} (\cos \theta_b + x \cdot H_b) + y \end{aligned} \quad (4)$$

où  $H_a = 1 - S_a / \rho(\lambda)$ ,  $H_b = 1 - S_b / \rho(\lambda)$

En éliminant  $\frac{1}{\rho(\lambda)}$ , on obtient:

$$L_a = \frac{(L_b - Lu)(\cos \theta_a + x \cdot H_a)}{\cos \theta_b + x \cdot H_b} + y \quad (5)$$

D'où l'équation d'erreur:

$$v = a \cdot dx + b \cdot dy - l \quad (6)$$

où  $a = \frac{(L_b - y)(H_a \cos \theta_b - H_b \cos \theta_a)}{(\cos \theta_b + x \cdot H_b)^2}$

$$b = 1 - \frac{\cos \theta_a + x \cdot H_a}{\cos \theta_b + x \cdot H_b}$$

$$l = L_a - \frac{(L_b - y)(\cos \theta_a + x \cdot H_a)}{\cos \theta_b + x \cdot H_b} - y$$

En choisissant un nombre suffisant de couples A et B, on pourra résoudre le système par la méthode de moindres carrées et le calcul se fait itérativement jusqu'à ce que  $dx$  et  $dy$  soient inférieures aux seuils du tableau 1.

Tableau 1

Band	MSS4	MSS5	MSS6	MSS7
Seuil	$10^{-2}$	$7 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-3}$	$8 \times 10^{-3}$

Avec les valeurs de  $E_{\lambda d} / E_{\lambda o}$  et  $Lu$ , la correction de l'influence du relief du terrain pourra être faite et la classification sera ensuite effectuée sur l'image corrigée.

## 2. Intégration des données d'angle d'incidence solaire à l'imagerie MSS

Dans l'approche présentée au-dessus, la classification est faite après la correction de l'imagerie. Les données d'angle d'incidence pourront également être introduites directement dans

la classification pour tenir compte de l'influence du relief du terrain.

1). Introduction d'angle d'incidence solaire dans la classification comme une nouvelle variable complémentaire

La considération de l'angle d'incidence solaire comme une variable complémentaire nous amène à l'intégrer aux données MSS pour constituer une nouvelle imagerie qui comprend quatre bandes spectrales et une bande de l'angle d'incidence solaire. Dans le classement fait sur cette nouvelle imagerie, l'angle d'incidence solaire tient compte de l'influence du relief du terrain de la façon suivante:

a. Si deux pixels sont très proches dans l'espace de luminance mais leurs valeurs d'angle d'incidence solaire sont différentes, ces pixels correspondent en général aux objets de réflectivités différentes. A l'aide des valeurs d'angle d'incidence, il est possible de les affecter à deux classes différentes;

b. Si les luminances et les valeurs de l'angle d'incidence de deux pixels sont proches, il est raisonnable de les considérer comme deux objets ayant de propriétés de réflectivités semblables.

c. Si les luminances et les valeurs d'angle d'incidence de deux pixels sont toutes différentes, ils doivent être affectés à deux classes différentes. L'interprétation et l'analyse seront nécessaires pour déterminer si ces deux classes appartiennent à une même légende du terrain.

2). Le post-traitement par l'emploi de l'angle d'incidence

Pour une classe issue d'une classification (ayant ou non intégré des données de l'angle d'incidence solaire), si son écart-type de la variable d'angle d'incidence est relativement élevée, il est raisonnable de la diviser en sous-classes afin que les conditions d'éclairement (présentée par l'angle d'incidence) et les propriétés de réflectivités des pixels d'une sous classe soient les plus semblables que possible.

A l'issue de ces deux démarches précédentes, seront dessinées les couples spectrales ajoutant de l'angle d'incidence pour chaque classe. Ensuite, la détermination de la correspondance entre les légendes thématiques du terrain et les classes sera faite par l'interprétation selon la connaissance de la zone et les caractéristiques des courbes. Les trois principes suivantes sont prises en considération:

- a. Si deux classes ont de mêmes valeurs de l'angle d'incidence solaire, celle qui a la courbe spectrale plus élevée correspondra à un type d'objet de réflectivité plus forte;
- b. Pour des courbes spectrales (classes) appartenant à la même légende thématique, généralement, autant une courbe spectrale est élevée autant la valeur d'angle d'incidence est basse;
- c. Si les valeurs d'angle d'incidence de deux courbes spectrales assez proches sont différentes, celle de l'angle d'incidence élevée correspond à un type d'objet de réflectivité plus forte.

Remarquons que même sans l'influence du relief du terrain, souvent certaines légendes thématiques différentes ne sont pas différenciables spectraclement. Dans notre essais, sont aussi introduites l'information des caractéristiques de la stratification verticale de la végétation et la limite administrative afin de permettre une distinction pour certaines espèces forestières de réflectivités semblables.

#### L'ANALYSE ET L'EVALUATION DU RESULTAT

L'étude se faite sur la zone forèstièrre de Jiugong Mont qui se trouve entre la province de Hubei et la province de Jianxi. L'altitude de cette zone est comprise entre 50 mètres. Bambou, résineux, feuillues et garriques sont les espèces végétaux principales<sup>[7]</sup>. La topographie de cette zone est assez complexe et les espèces forestières sont souvent mixtes et ces espèces sont souvent moins denses. On a choisi l'image de Landsat 2 MSS de la date 16/10/1978 qui a été corrigée géométriquement avec rééchantillonnage du pixel à une taille de 100mX100m<sup>[17][6]</sup>. L'image de canal 6 est illustrée sur la photo 1.

D'abord la classification non-supervisée a été effectuée sur l'imagerie Landsat 2 MSS originale et sept classes ont été retenues. Pour évaluer la classification, des sites ont été choisis de la façons "systématique-arbitraire"<sup>[8]</sup>. Par suite, on a établi deux matrix de confusions présentées par le tableau 2 et 3. Chaque colonne de taleau 2 indique dans quelle classe de la classification est affectée un pixel faisant partie à la légende indiquée en tête de la colonne. De même, chaque colonne de tableau 3 indique à quelle légende correspond un pixel affectant à la classe marquée en tête de colonne. On y voir une forte confusion entre les classes. La cause principale est

l'influence du relief du terrain sur les propriétés radiométriques des objets du terrain.

Tableau 2: La matrix de confusion I de la classification spectrale

<i>C.R.C</i> \ <i>L.T.T</i>	1	2	3	4	5	6
A	20.68	3.13	7.62	10.34	23.53	0
B	17.24	12.5	10.47	3.45	0	0
C	13.81	50	56.19	41.38	0	0
D	17.24	28.12	18.1	3.45	11.76	0
E	17.24	6.25	7.62	41.38	11.76	1.76
F	0	0	0	0	47.05	17.64
G	13.79	0	0	0	5.9	80.6
$\Sigma$	100	100	100	100	100	100

Tableau 3: La matrix de confusion II de la classification spectrale

<i>C.R.C</i> \ <i>L.T.T</i>	A	B	C	D	E	F	G
1	27.27	23.8	4.39	13.89	17.24	0	21.05
2	4.54	19.05	17.58	25	6.9	0	0
3	0	52.38	64.83	0	27.59	0	0
4	36.36	0	13.20	52.78	41.37	0	0
5	13.64	4.77	0	2.77	6.9	72.70	5.27
6	18.19	0	0	5.56	0	27.30	73.68
$\Sigma$	100	100	100	100	100	100	100

1--résineux

2--mélange de résineux et bambou

3--bambou

4--feuillus

5--garrigue

6--non-forêt

*L.T.T.*— légende thématique  
du terrain

*C.R.C* — classe du résultat  
de classification

A partir des données de MNT, sont créés une image de l'angle d'incidence solaire et une image de la pente du terrain. Les données de MNT sont obtenues à pas de 200 mètres de la carte topographique. La photo 2 et la photo 3 illustrent respectivement l'image de MNT et l'image de l'angle d'incidence solaire. Il est intéressant de comparer l'image d'angle d'incidence et celle de MSS 6. Le fait que leurs formes géométriques sont assez ressemblables démontre intuitivement la forte influence du

relief dans une région montagneuse sur les propriétés radiométriques des objets. Les deux méthodes présentées dans la partie de méthodologie ont été appliquées pour corriger cette influence.

#### 1). Correction radiométrique et la classification de l'image corrigée

A l'aide des photos aériennes et la connaissance du terrain, un nombre suffisant de couples A et B a été choisi et leurs luminances, pentes et angles d'incidence ont été acquises. Dans le tableau 4 sont données les valeurs de  $E_{\lambda d}/E_{\lambda o}$  qui sont estimées par la méthode de moindres carrées:

Tableau 4

Band	MSS4	MSS5	MSS6
$E_{\lambda d}/E_{\lambda o}$	0.4	0.37	0.2
Lu	0.19	0.1	0.03

La correction radiométrique est faite respectivement pour l'image MSS4, MSS5 et MSS6 (l'image MSS7 n'a malheureusement pas pu être corrigée, car les données de MSS7 sont déformées d'une façon quelconque telle que l'on ne peut pas les transformer en luminance) et ensuite la classification de l'imagerie corrigée a été effectuée. De plus, étant donné que dans la zone d'essais il y a très peu de bambou à côté de Jianxi, la limite administrative a été introduite pour retraiter les pixels situés dans la partie à côté de Jianxi. En même temps, les pixels situés à Hubei ont été interprétés du fait que le peuplement de bambou ne poussent en général qu'à l'altitude inférieure à 850 mètres.

Tableau 5: Matrix de confusion I de la classification radiométrique

C.R.C \ L.T.T	1	2	3	4	5	6
1	40	11.11	2.83	8.57	4.76	0
2	3.33	41.66	10.37	0	0	0
3	36.67	38.89	74.52	5.71	4.76	0
4	0	2.78	1.91	65.72	4.76	0
5	16.67	2.78	10.37	20	66.67	5.56
6	3.33	2.78	0	0	19.05	94.44
$\Sigma$	100	100	100	100	100	100



Tableau 6: Matrix de confusion II de la classification radiométrique

L.T.T \ C.R.C	1	2	3	4	5	6
1	52.17	3.7	10.28	0	12.84	4.34
2	17.39	55.56	13.08	3.8	2.56	4.34
3	13.04	40.74	73.83	7.4	28.2	0
4	13.04	0	1.87	85	17.96	0
5	4.36	0	0.94	3.8	35.9	17.41
6	0	0	0	0	2.56	73.91
$\Sigma$	100	100	100	100	100	100

En examinant le résultat de classification, il est aperçu que la forte confusion entre les espèces forestières a été évidemment améliorée. Dans les deux matrices représentés respectivement par le tableau 5 et le tableau 6, les éléments diagonaux sont plus élevés que les autres d'une même colonne. Cela signifie une amélioration de classification par rapport au résultat de classification purement spectrale. La précision de classification atteint 63.86%.

## 2. Intégration d'angle d'incidence solaire à l'imagerie MSS

Les données d'angle d'incidence solaire sont intégrées aux données MSS pour constituer une imagerie nouvelle composée de 4 bandes spectrales et une "bande" de l'angle d'incidence solaire. Une classification non-supervisée a été faite et par suite les classes dont l'écart-type de l'angle d'incidence élevée sont divisées en plusieurs sous-classes. L'interprétation des courbes spectrales des classes à l'aide des photos aériennes et la connaissance du terrain permet de déterminer pour chaque classe la légende thématique correspondante.

La figure 1, 2 et 3 illustrent respectivement les courbes spectrales des principales espèces forestières telles que bambou et feuillus, résineux, espèces mixtes etc. On y aperçoit que pour une espèce donnée, les signatures spectrales s'accroissent lorsque l'angle d'incidence solaire se diminue.

Dans la figure 4 et 5 sont présentées respectivement les courbes spectrales de ces trois espèces quand l'angle d'incidence solaire  $\theta = 60^\circ$  et  $\theta = 70^\circ$ . Pour une valeur de l'angle d'incidence donnée, la courbe spectrale de bambou et feuillus est

la plus élevée et celle de résineux est la plus basse.

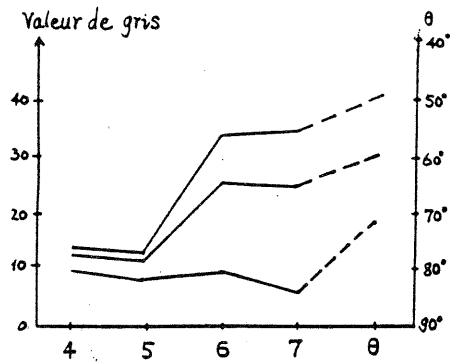


Fig 1 : les courbes spectrales de résineux

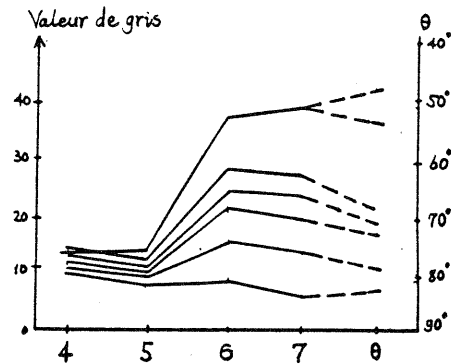


Fig 2 : les courbes spectrales de bambou et feuillus

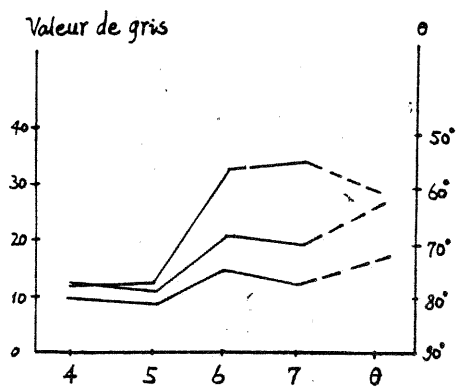


Fig 3 : les courbes spectrales des espèces mélangées

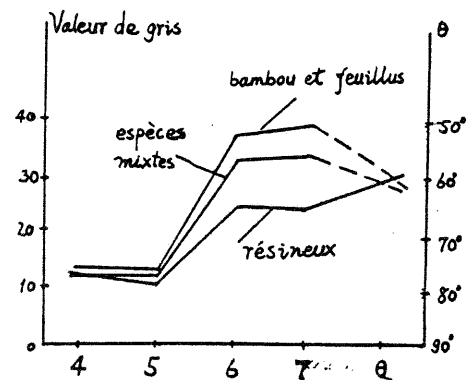


Fig 4 : les courbes spectrales des espèces lorsque  $\theta = 60^\circ$

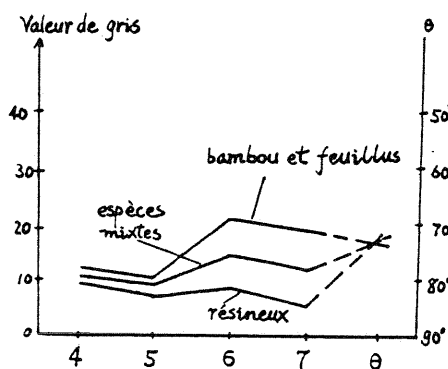


Fig 5 : les courbes spectrales des espèces lorsque  $\theta = 73^\circ$

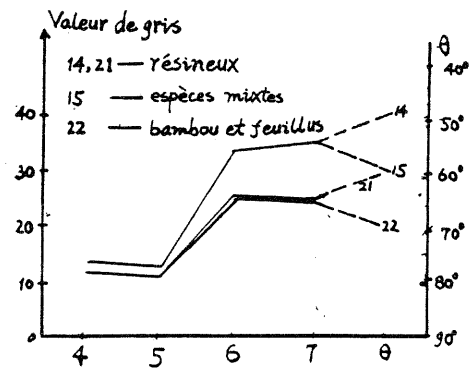


Fig 6 :

Les courbes spectrales de Fig 6 sont deux à deux très proches ou même identiques. Cependant l'interprétation faite selon la connaissance du terrain nous montre qu'elles correspondent aux espèces forestières différentes. Dans ce cas là, la distinction des deux classes n'est possible que si les données de l'angle

d'incidence solaire sont introduites.

De même, l'information de la distribution verticale des espèces forestières de la zone étudiée et la limite administrative provinciale ont été introduites dans le post-traitement de la classification. Les deux matrices de confusion sont données dans le tableau 7 et 8 où les éléments diagonaux sont supérieures aux

Tableau 7 : Matrix de confusion I de la classification des données MSS intégrés d'angle d'incidence

C.R.C \ L.T.T	1	2	3	4	5	6
1	76.47	15.38	6.54	4.54	7.69	0
2	11.76	55.38	9.34	6.82	0	0
3	5.89	23.08	79.43	29.54	11.54	0
4	2.94	3.08	4.69	56.81	15.38	0
5	0	3.08	0	2.29	61.54	11.76
6	2.94	0	0	0	3.85	88.24
Σ	100	100	100	100	100	100

Tableau 8 : Matrix de confusion II de la classification des données MSS intégrés d'angle d'incidence

L.T.T \ C.R.C	1	2	3	4	5	6
1	55.31	7.58	1.73	2.72	0	5.88
2	21.58	67.92	12.93	5.4	9.52	0
3	0	18.87	71.55	13.51	0	0
4	14.89	5.63	11.21	67.56	4.77	0
5	4.26	0	2.58	10.81	76.19	5.88
6	4.26	0	0	0	9.52	88.24
Σ	100	100	100	100	100	100

autres éléments de la même colonne. Cela signifie une meilleure amélioration de la classification. La précision de la classification atteint 70.4%.

Il est évident que l'application des données de MNT dans la classification en télédétection pourra tenir compte de l'influence du relief et cela permet l'amélioration de classification.

Néanmoins, dans les résultats de classification, subsistent encore des ambiguïtés et d'erreurs. Certaines causes sont citées ici:

- a. L'influence de la densité et l'uniformité des espèces forestières

Par exemple, un peuplement peu dense d'une espèce forestière de réflectivité faible pourrait avoir de luminance supérieure à celle d'un autre peuplement dense appartenant à une espèce végétale de réflectivité plus élevée. C'est en effet l'impact de la faible résolution spatiale de Landsat 1-2-3 MSS.

b. Les données auxiliaires telles que  $S_a, S_b, \theta_a, \theta_b, L_a$  et  $L_b$  sont quelque fois imprécisées. A titre d'exemple, lorsque le pas de grille de MNT est relativement très grand, les valeurs calculées de la pente, de l'orientation du terrain et de l'angle d'incidence solaire ne pourraient pas représenter la variation brutale du relief locale. Cela entraînerait des erreurs dans les traitements tels que l'estimation de  $E_d/E_{uo}$  et  $L_u$ , la correction radiométrique et l'intégration d'angle d'incidence solaire dans la classification.

c. Les hypothèses sur les propriétés de réflectivités ne sont pas très correctes. D'une part, l'hypothèse lambertienne a été faite dans (1) et (3), mais il n'est pas sûr que les objets de la zone d'étude aient la propriété lambertienne. Etant donné que l'homme n'a pas encore maîtrisé la propriété de réflectivité des objets dans la nature, il est donc préférable d'adopter l'hypothèse lambertienne; d'autre part, l'introduction du terme  $H$  dans (3) est déjà un fait de considérer la réflectance d'un objet pour l'irradiance provenant de l'atmosphère comme  $\frac{1}{\pi} f(\lambda) H$ , de même il est possible que cette hypothèse ne soit pas très juste.

d. Au sens stricte,  $E_d/E_{uo}$  et  $L_u$  ne sont pas constantes pour une image<sup>[9]</sup>. Etant donnée de la manque d'une expression analytique précise de  $L_u$  et  $E_{\lambda d}/E_{uo}$ , il est commode de considérer simplement  $E_{\lambda d}/E_{uo}$  et  $L_u$  comme constantes pour une image d'une petite région.

e. A l'exception du relief du terrain, certaines objets du terrain (par exemple, une grande arbre isolée) pourront également causer l'ombre qui a aussi une influence sur la luminance du pixel correspondant. Et il n'est pas possible de corriger cette influence par l'emploi de MNT.

f. La règle de la distribution verticale des espèces forestières est dite statistiquement. L'erreur sera également causée si l'on voulait utiliser cette règle pour délimiter précisément différentes espèces forestières.

g. La manque de l'image corrigée de MSS7 et l'erreur de registration entre l'image de MNT et l'image MSS pourront aussi être

des sources d'erreurs de classification.

Evidemment l'efficace des méthodes présentées est reliée à la qualité des données auxiliaires. De notre expériences, le pas de MNT et la mode de registration des données auxiliaires et l'imagerie MSS jouent un rôle important du point de vue de ces données. A propos du choix du pas du MNT, les considérations suivantes doivent être prises en compte:

a. la fréquence de la variation du relief de la zone étudiée. Par exemple, un pas de grille du MNT moins élevée sera nécessaires dans une région pleine de petites collines.

b. la taille du pixel de l'imagerie MSS. Il vaudrait mieux que le pas du MNT soit proche de la taille du pixel de l'image.

En ce qui concerne la détermination des valeurs de la pente, de l'orientation du terrain et de l'angle d'incidence solaire pour chaque pixel de l'imagerie MSS, au lieu de les calculer directement à partir de l'image du MNT enregistrée avec MSS, il vaudrait mieux de les calculer à partir de l'image du MNT originale et l'image de pente, de l'orientation du terrain et d'angle d'incidence solaire obtenue sera ensuite enregistrée respectivement avec l'imagerie MSS.

#### CONCLUSION

1. Le relief d'une région montagneuse a une forte influence sur une imagerie MSS (surtout lorsque le zénith solaire est élevé). Cela a été démontré intuitivement par l'image d'angle d'incidence solaire. Ainsi une classification spectrale de l'imagerie MSS ne donnera pas souvent de résultat satisfaisant.

2. La classification de l'imagerie Landsat MSS peut être améliorée en introduisant dans la classification des données d'angle d'incidence solaire.

3. La correction radiométrique de l'imagerie Landsat 2 MSS peut éliminer à un certain degré l'influence du relief du terrain et la classification est donc améliorée. Remarquons que ce travail a encore des aspects qui restent à approfondir.

4. Les données auxiliaires telles que la pente, l'orientation du terrain et l'angle d'incidence solaire peuvent être déterminées à partir de MNT. Du point de vue de la qualité des données, il faut choisir convenablement le pas de grille du MNT. De plus, il vaudrait mieux que l'image de la pente, l'image de l'orientation du terrain et l'image d'angle d'incidence solaire soient créées à

partir de l'image de MNT originale et soient ensuite enregistrées respectivement avec l'imagerie MSS.



Photo 1: L'image de MSS6



Photo 2: L'image de MNT

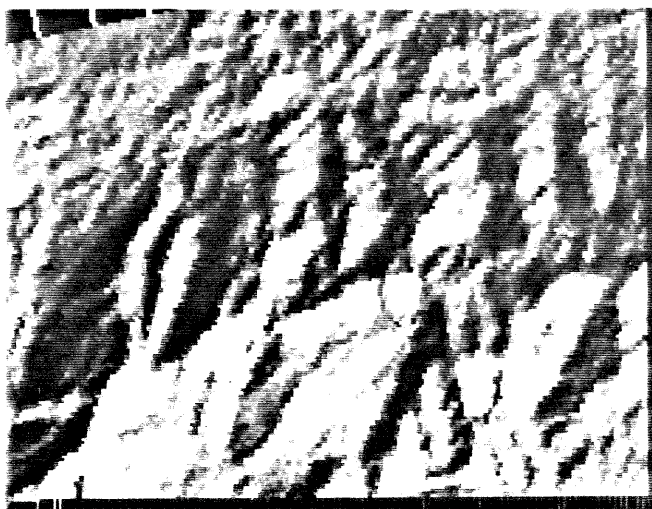


Photo 3: l'image de l'angle d'incidence solaire



Photo 4: l'image corrigée de MSS6

#### REFERENCE

- [1] .王之卓编著 (1979)  
摄影测量原理
- [2] . Phillip.N.Slater(1980)  
Remote Sensing-Optical and Optics Systems
- [3] . P.M.Teillet etc  
On the Slope-aspect Correction of Multi-spectral data

On the Slope-aspect Correction of Multi-spectral Data  
Canadian Journal of Remote Sensing , 1982.12

- [4] .Piech.K.R and Walker.J.E  
Interpretation of soils  
Photogram Eng 40,1974
- [5] .Charles.J.Robinove  
Computation with Physical Values from Landsat Digital Data  
Photogram Eng 1980.5
- [6] .杨凯.林开愚(1982)  
遥感技术在洪湖水生植物分布状态中的应用
- [7] .唐文雅等编著  
湖北自然地理
- [8] .Townshend J.R.G  
Terrain Analysis and Remote Sensing  
London-Allen and Unwin ,1981
- [9] .JEFF.Dozier etc  
Atmospheric Corrections to Satellite Radiometric Data Over  
Rugged Terrain  
Remote Sensing of Env,1981.6
- [10] .J.A.Smith  
The Lambertian Assumption and Landsat Data  
Photogram Eng,1980.9
- [11] .Hoffer  
Computer Processing of Satellite Data from Assessing Agri-  
cultural, Forest and Rangeland Resources  
XIVth Congress of ISP, Hamburg, 1980
- [12] .杨凯(1982)  
遥感扫描影像的纠正
- [13] .R.D.Graetz and M.R.Gentle  
The relationship between Reflectance in the Landsat Wave-  
lands and the Compositions of an Australian Semi-Arid Shrub  
Rangeland  
Photogram Eng,1982.11