



EXAMEN

Année 2007-2008

CORRIGÉ

On répondra directement sur les quatre feuilles d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de document est permis.

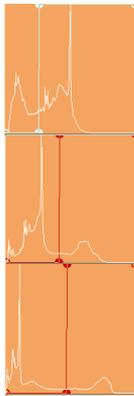
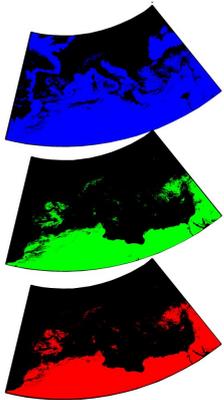
1. Synthèse MODIS

2

L'image A ci-contre représente une synthèse MODIS réalisée en juillet 2004 et agrémentée de données bathymétriques et d'ombrages topographiques. La composition a été projetée en stéréographique.

On cherche à réaliser une jolie composition colorée destinée à la communication et non à des travaux scientifiques.

a. Commenter la forme de l'histogramme de chacun des canaux.

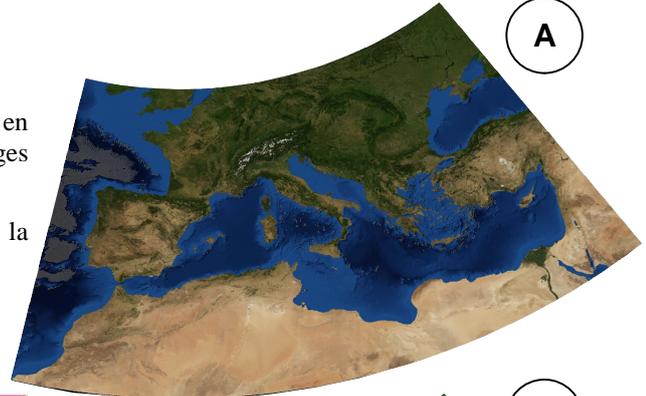
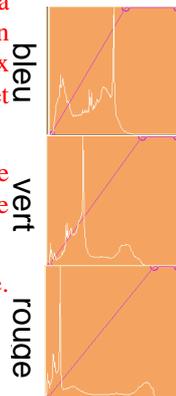


Pour les 3 canaux, la dynamique des histogrammes est localisée à gauche (image sombre). On observe au moins deux populations distinctes : Europe et Afrique.

bleu : Canal sombre. Faible variance. La population bleue (Europe+mer) est majoritaire.

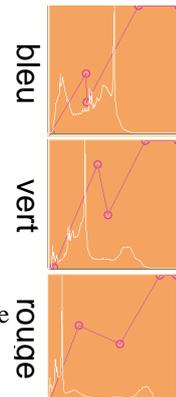
vert : Canal assez sombre. Variance plus forte.

rouge : Luminosité moyenne. Forte variance.



b. Que pensez-vous de l'opération effectuée pour l'image B ?

Le « stretching linéaire global » tend à accentuer la différence entre les deux populations : l'Europe est trop sombre et l'Afrique trop claire.



c. Quels sont les avantages et inconvénients de l'opération effectuée pour l'image C ?

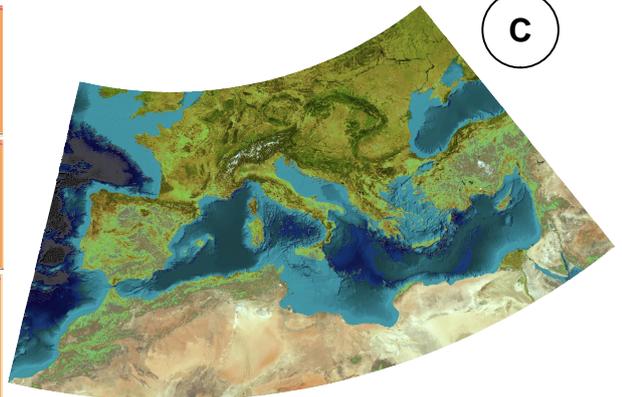
Avantages :

Le « stretching linéaire par morceaux » permet d'encadrer les domaines de définition de chaque population. La faible luminosité sur l'Europe est ramenée à peu près au niveau de la luminosité sur l'Afrique.

Inconvénients :

Appauvrissement scientifique - Entre les deux populations, un segment a une pente négative. Image peu réaliste. Cette image de communication sont inutilisables pour des inventaires scientifiques.

Transformation non réversible - Une radiométrie dans l'image destination a plusieurs radiométries antérieures dans l'image source.





2. Ellipsoïde et datum

2

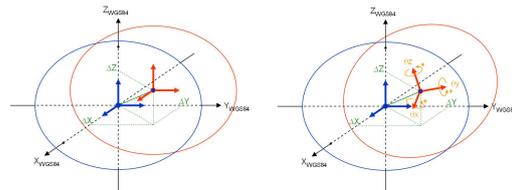
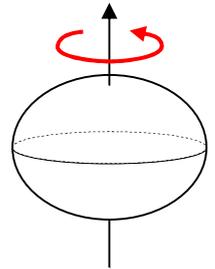
a. Qu'appelle-t-on ellipsoïde ?

Un ellipsoïde est une surface 3D définie par la révolution d'une ellipse le long de son petit axe.

b. Qu'est-ce que le datum d'un ellipsoïde ?

Le datum d'un ellipsoïde est la position, l'orientation et le facteur d'échelle de cet ellipsoïde par rapport à l'ellipsoïde « WGS 1984 ».

Le datum peut comporter 3 paramètres (position), ou 7 paramètres (position, orientation, échelle).



3. Stations de réception

2

a. Quelle est la différence entre une télémessure enregistrée en « direct » et une télémessure enregistrée en « play-back » ?

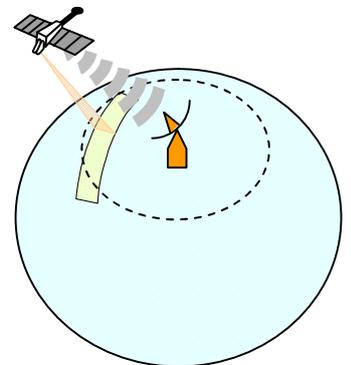
Lorsque le satellite est dans le disque de réception d'une station, il peut envoyer la télémessure acquise en temps-réel (« direct ») ou acquise antérieurement et enregistrée à bord (« play-back »).

b. Qu'appelle-t-on « screening » lors de la réception de la télémessure ?

Juste après avoir été reçue, et avant d'être archivée, la télémessure est démultiplexée pour séparer chaque instrument. Pour les instruments imageurs optiques, le segment d'acquisition est découpé en scènes. Le « screening » est le contrôle qualité du segment au cours duquel chaque scène est présentée à l'opérateur pour qu'il attribue une note de qualité technique, de couvert nuageux et de couvert neigeux.

c. Quelles informations sont fournies au catalogue avant l'archivage d'un segment d'acquisition d'un instrument optique ?

Imagette (*quick-look*), date/heure d'acquisition, *path-row*, paramètres de la plate-forme (position, vitesse, attitude...), paramètres de l'instrument (mode spectral, angles de dépointage, focal...), notes de qualité technique, de couvert nuageux et de couvert neigeux...



4. Satellites

2

a. Quelle est l'altitude moyenne des satellites :

- géostationnaires ? 36000 km
- héliosynchrones ? 800 km

b. Quel est le délai en secondes entre l'acquisition de la première et de la dernière ligne d'une scène SPOT ? Détailler le calcul en rappelant la hauteur (distance au sol de long de la trace) d'une scène SPOT. ?

Le délai entre la 1^{ère} et la dernière ligne est d'environ 8 secondes correspondant à une avancée (hauteur de scène) de 60 km au sol.

Démonstration : Le satellite SPOT est à une altitude d'environ 800 km. Sa vitesse tangentielle est donc d'environ 7,452 km/s. Le temps de parcours de ces 60 km en orbite (très proche de 60 km au sol) est donc d'environ 8 secondes.

$$60 \text{ km} = v \times t$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} \approx \sqrt{\frac{3,986 \cdot 10^{14} \text{ m}^3 / \text{s}^2}{6378 \text{ km} + 800 \text{ km}}} \approx 7,452 \text{ km/s}$$

$$\Rightarrow t \approx \frac{60 \text{ km}}{7,452 \text{ km/s}} \approx 8,05 \text{ s}$$

c. Qu'appelle-t-on « temps de revisite » ?

Le temps de revisite d'un instrument à bord d'un satellite est le délai minimal entre deux acquisitions successives d'une zone sur Terre.

Souvent ce temps de revisite dépend de la latitude de la zone.

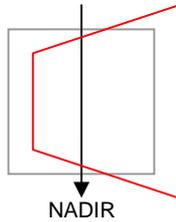


5. Variations d'attitude

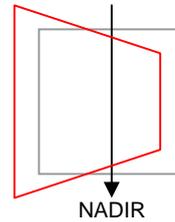
2

Illustrer la déformation de l'emprise au sol d'une scène nominale « carrée » au NADIR en fonction d'une variation :

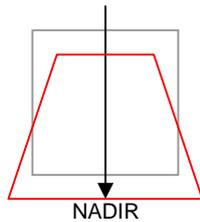
• du roulis - positive



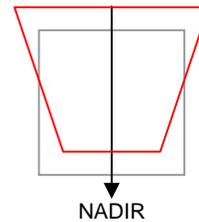
- négative



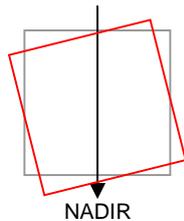
• du tangage - positive



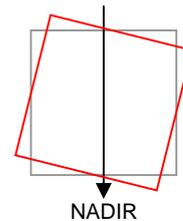
- négative



• du lacet - positive



- négative



6. Satellite agile

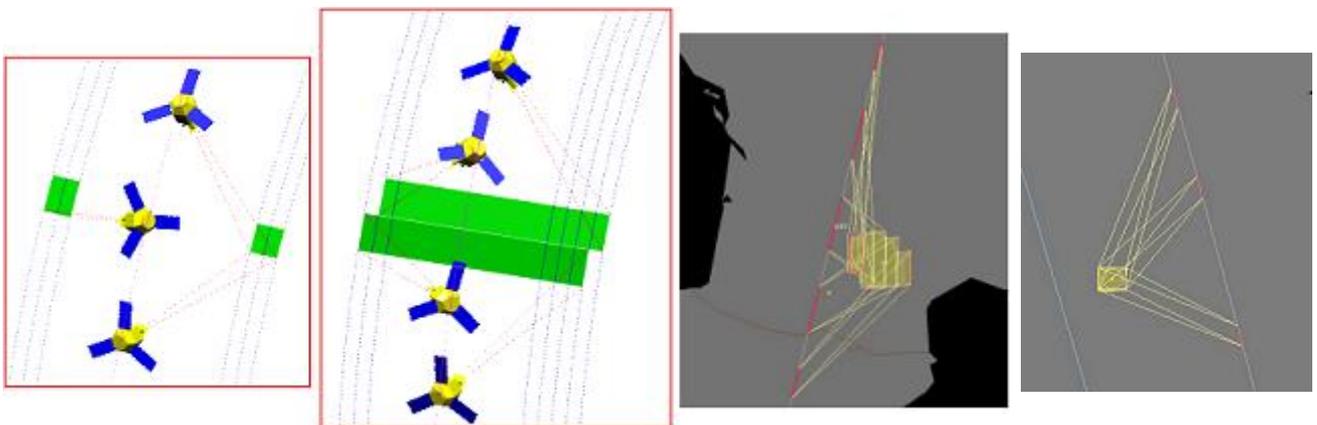
2

a. Qu'appelle-t-on « satellite agile » ?

Un « satellite agile » est une plate-forme capable de contrôler son attitude avec une grande amplitude (plusieurs dizaines de degrés en roulis, tangage ou lacet) pour orienter son vecteur de visée à l'intérieur d'un cône permettant ainsi de « dépointer » son (ou ses) instrument(s) vers une région d'intérêt.

b. Schématiser la série temporelle d'acquisitions d'un satellite agile doté d'un instrument push-broom sur une région d'intérêt en faisant figurer les vecteurs de visée des première et dernière lignes.

Exemple Pléiades : http://smc.cnes.fr/PLEIADES/Fr/GP_systeme.htm



NOM : Prénom :



7. Niveaux de produits

2

Dans la nomenclature CNES / SPOT IMAGE, quelles sont les corrections effectuées pour chacun des niveaux de produit suivants :

- 1A
 - Egalisation des détecteurs (traitement radiométrique).

- 1B
 - Correction de la rotation de la Terre.
 - Correction de l'effet panoramique.
 - Correction de la courbure terrestre.

- 2
 - Projection dans un système de référence de coordonnées classique (UTM, Lambert, Mercator...) et donc reconnu par les SIGs.

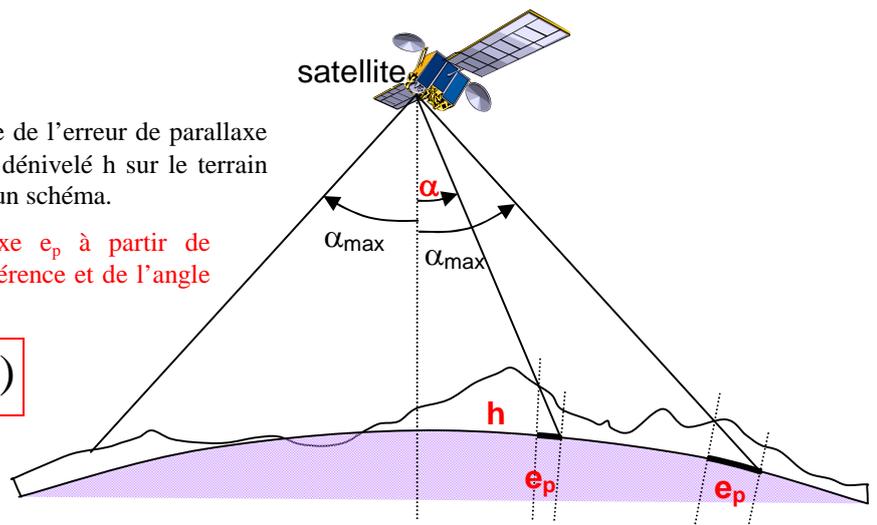
8. Erreur de parallaxe

2

Quelle formule donne une valeur approchée de l'erreur de parallaxe e_p en fonction de l'angle de visée α et du dénivelé h sur le terrain observé ? Illustrer l'erreur de parallaxe par un schéma.

On peut approximer l'erreur de parallaxe e_p à partir de l'élévation h au-dessus de la surface de référence et de l'angle de visée α .

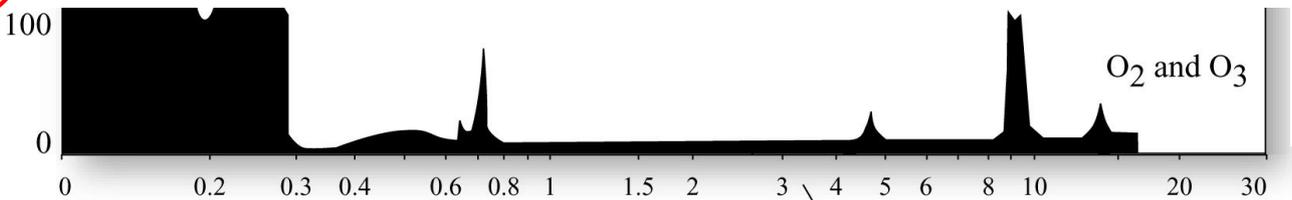
$$erreur_{parallaxe} \approx h \times \tan(\alpha)$$



9. Ultra-violet

2

Pourquoi n'y-a-t'il pas d'instruments optiques à bord des satellites capables d'acquérir des images dans le domaine spectral de l'ultra-violet ?



Comme illustré dans la figure ci-dessus, l'oxygène et l'ozone absorbent le rayonnement solaire dans la gamme des hautes énergies (longueur d'ondes plus courtes que dans le domaine visible et donc inférieures à 0,38 μm).

La majeure partie du rayonnement UV (et en particulier la gamme UV-C très énergétique et nocive pour la vie) est absorbée par l'atmosphère. Inversement, le spectre UV rétrodiffusée par la surface terrestre ne peut donc pas être observée de l'espace et il n'existe pas d'instrument UV à bord des satellites d'observation de la Terre.

NOM : Prénom :



10. Comparaison des réponses spectrales de SPOT-5 et Landsat-7

2

Les figures de la page suivante illustrent les réponses spectrales dans le domaine visible et infrarouge des instruments HRG1 de SPOT-5 et ETM+ de Landsat-7. On examinera ces figures pour répondre aux questions suivantes :

a. Remplir le tableau suivant.

Nombres de bandes	SPOT-5	Landsat-7
• multispectrales	4	6
• panchromatiques	1	1

b. Quelle est la bande de Landsat-7 ayant la meilleure résolution fréquentielle ? Justifiez votre réponse.

La bande L7-B3 de l'instrument ETM+ du satellite Landsat-7 est celle dont la bande passante est la plus étroite. C'est donc celle présentant la plus grande résolution fréquentielle.

c. Quelle est la bande de SPOT-5 ayant la plus faible résolution fréquentielle ? Expliquer la raison de cette faible résolution fréquentielle.

La bande S5-PAN de l'instrument HRG1 du satellite SPOT-5 est celle dont la bande passante est la plus large. C'est donc celle présentant la plus faible résolution fréquentielle.

Cette large bande passante permet d'élargir le spectre des photons en entrée de l'instrument pour assurer un bon rapport signal sur bruit.

En contrepartie de cet élargissement du spectre, la bande panchromatique S5-PAN peut observer une plus petite surface au sol conduisant à une meilleure résolution spatiale. En effet, la taille de l'échantillon au sol est de 5 mètres pour la bande S5-PAN alors qu'elle est de 10 mètres pour les quatre autres bandes multispectrales.

d. Donner la formule en indiquant le numéro des bandes utilisées pour le calcul de l'indice de végétation d'une image SPOT-5 ou d'une image Landsat-7.

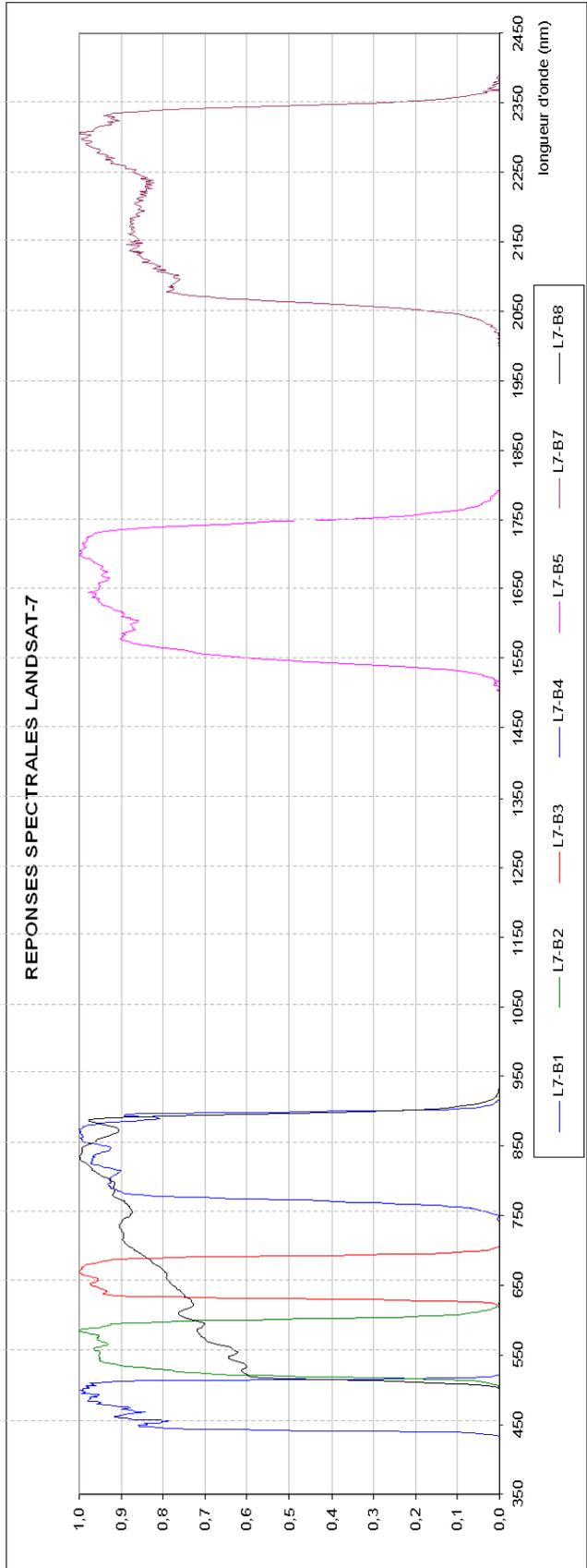
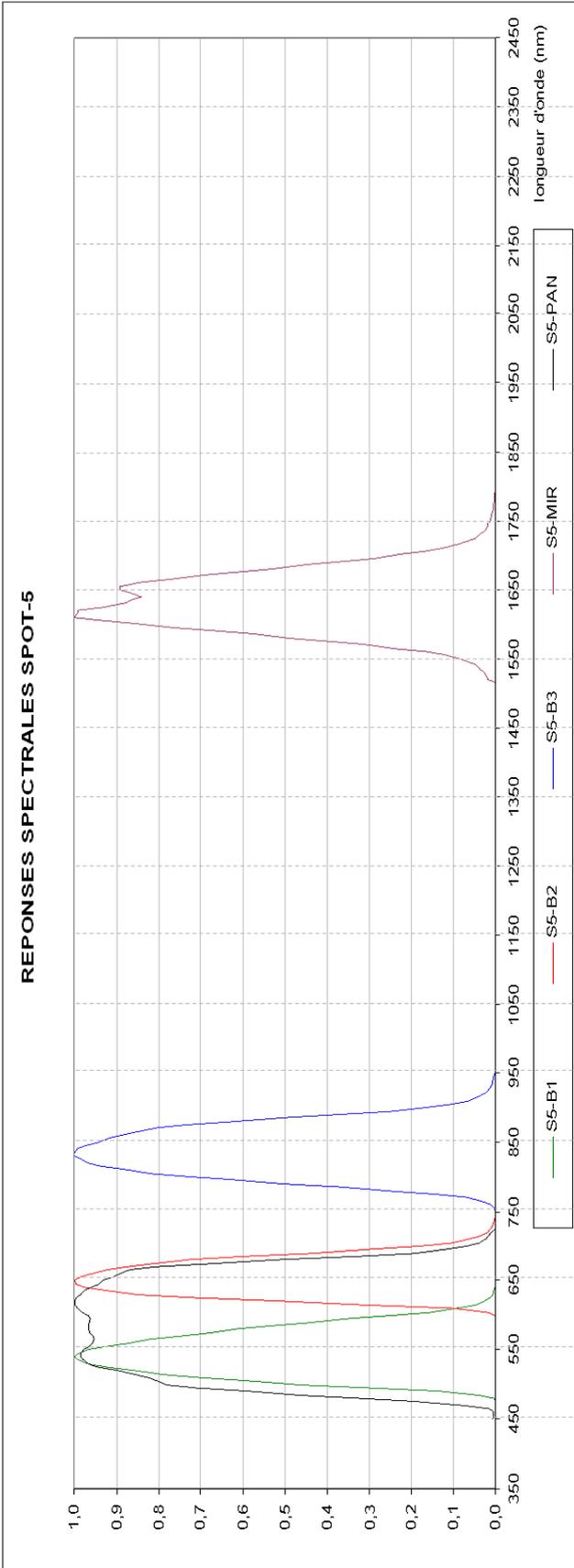
SPOT-5 :

$$NDVI_{SPOT-5} = \frac{B3 - B2}{B3 + B2}$$

Landsat-7 :

$$NDVI_{Landsat-7} = \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$$

NOM : **Prénom :**



NOM : Prénom :