



**EXAMEN**

**Année 2000-2001**

***Recalage radiométrique de deux images***

*On répondra directement sur les quatre pages d'examen en indiquant en pied de page ses NOM et Prénom. L'usage de tout document (exceptée la copie du voisin) est permis.*

Soient deux images présentant une zone de recouvrement, on désire « recalcr » (c'est-à-dire ajuster) la radiométrie de l'image de travail (figure 2) par rapport à la radiométrie de l'image de référence (figure 1). En recalant la radiométrie de la seconde image sur la première, on pourra les assembler (voir figure 3) sans qu'un observateur ne puisse détecter la limite entre ces deux images (procédé de mosaïquage).

La géométrie des deux images a été préalablement traitée afin de les rendre parfaitement superposables moyennant une simple translation. La zone de recouvrement est délimitée par les coordonnées  $i_0, i_1$  en lignes et  $j_0, j_1$  en colonnes (figure 3) exprimées dans le référentiel de l'image 1. Dans les équations, on considérera que  $N$  pixels sont présents dans la zone de recouvrement.

Pour tout pixel  $(i,j)$  de la zone de recouvrement, on appellera  $R_1(i,j)$  la valeur radiométrique dans l'image de référence et  $R_2(i-i_0, j-j_0)$  la valeur du pixel correspondant dans l'image de travail.

**1. Expression du stretching linéaire**

Pour ajuster la dynamique de la seconde image (figure 5) sur la première (figure 4), on réalise un stretching linéaire qu'on peut exprimer soit sous la forme d'une droite :

$$\text{LUT}(R_2(i,j)) = A \times R_2(i,j) + B \quad (1)$$

soit en indiquant les valeurs de la radiométrie  $r$  transformée selon sa position par rapport aux seuils  $a$  et  $b$  (voir figure 5).

a. Donner l'expression de ce système :

b. Exprimer  $a$  et  $b$  en fonction des coefficients  $A$  et  $B$  de la droite donnée à l'équation (1).



Figure 1 : image 1 (Référence)

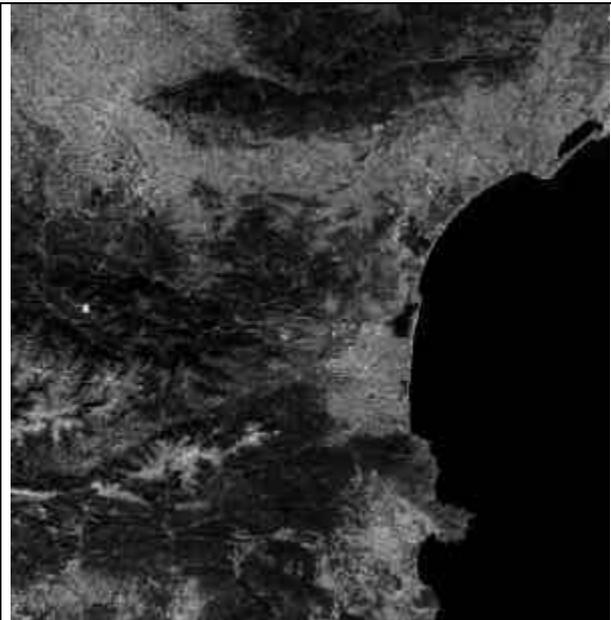


Figure 2 : image 2 (Image de travail)

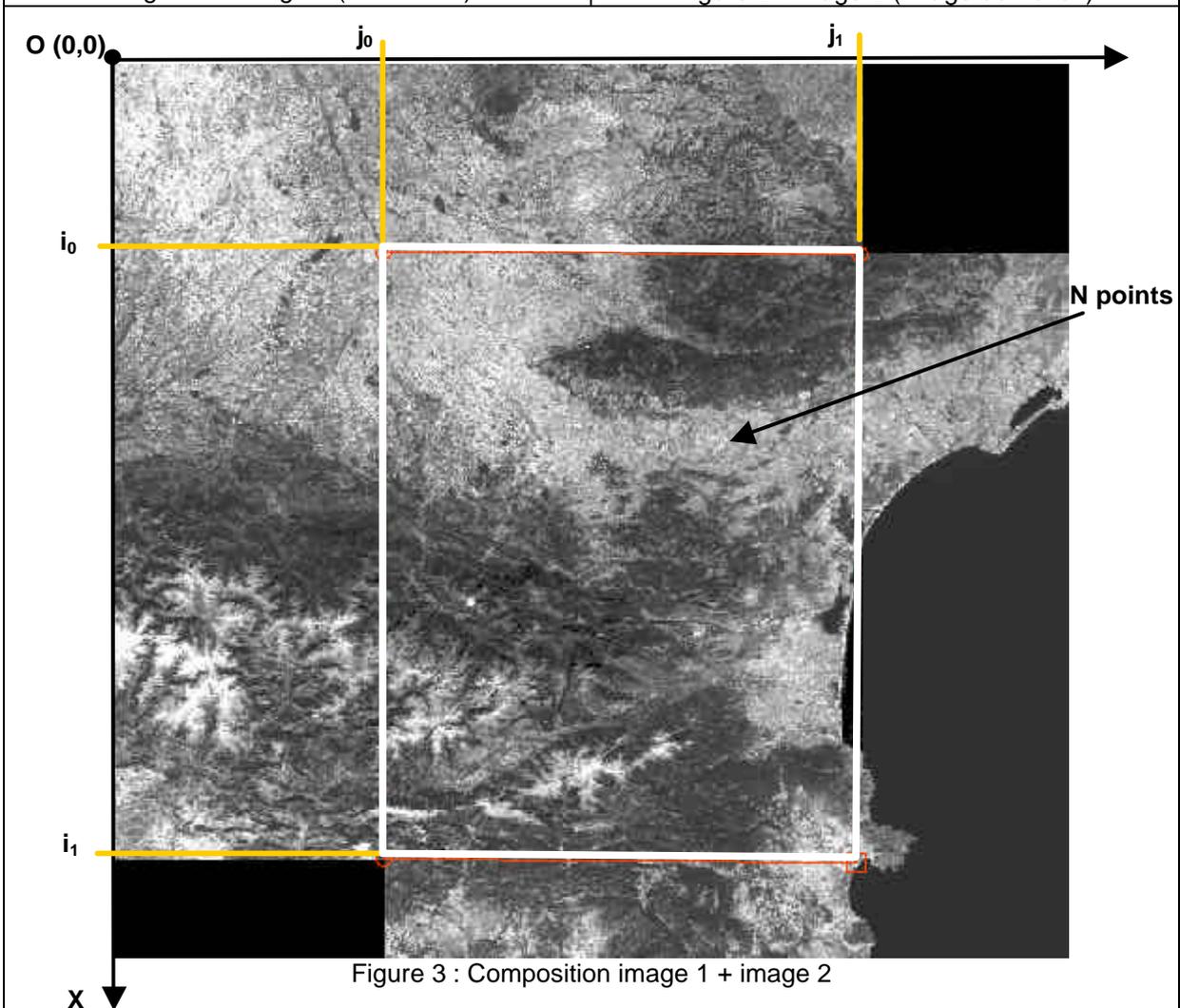
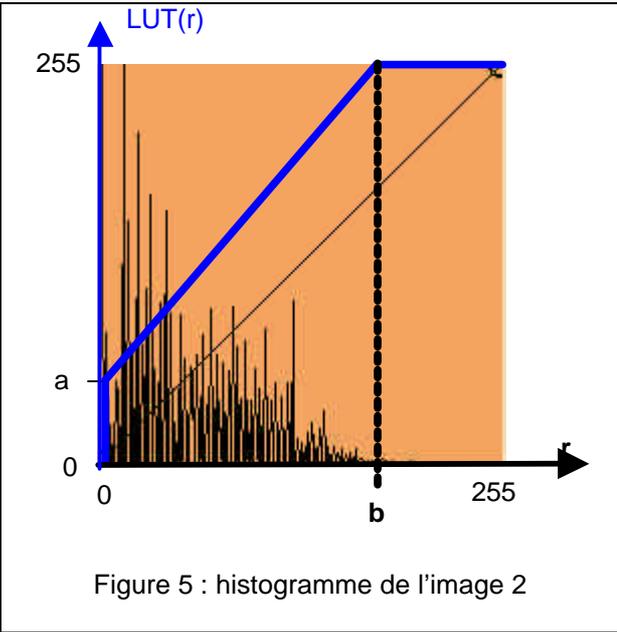
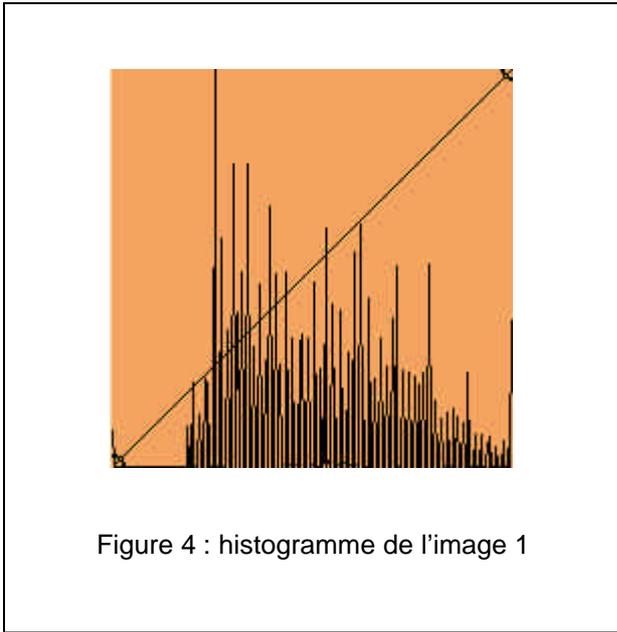


Figure 3 : Composition image 1 + image 2

NOM : ..... Prénom : .....



**2. Ajustement par la technique des « moindres carrés »**

Pour les N points de la zone de recouvrement, on cherche à réaliser le stretching exprimé par l'équation (1) de manière à s'approcher le plus possible de la radiométrie de l'image de référence :

$$R_1(i,j) @ A \times R_2(i-i_0,j-j_0) + B \quad (2)$$

a. Exprimer le « résidu » entre l'image de référence et l'image de travail transformée. Ce résidu somme les carrés des différences.

b. Pour minimiser ce résidu, on effectue les dérivées partielles par rapport aux deux inconnues A et B. Détailler le calcul aboutissant au système de deux équations linéaires à deux inconnues, qu'on résoudra.

NOM : ..... Prénom : .....



### 3. Programmation

Ecrire le programme qui permettrait de générer l'image composée à partir de deux images fournies en entrée.

Ce programme peut être donné dans un langage symbolique (par exemple « Lire la ligne  $i$  de l'image 1... ») en prenant soin de bien identifier les éventuelles variables et les blocs d'instructions.