

TP de Stéréovision (IMA208)

On lance l'environnement : « source /tsi/tp/bin/tp-stereo »xima amiens1.tif amiens2.tif &

I - Calcul des images en géométrie épipolaire

1. sélection de la zone traitée

Pour la suite, on utilisera les coordonnées suivantes pour déterminer les zones traitées.

Amiens1.tif :

x1 = 715

y1 = 1627

x2 = 3884

y2 = 3698

Amiens2.tif :

x1 = 450

y1 = 360

x2 = 3570

y2 = 2469

On exécute la commande suivante « xima amiens1.tif amiens2.tif & ».

2. calcul des matrices de rotation 3D pour le passage de la géométrie originale à la géométrie épipolaire

On exécute la commande suivante « rotation.sh amiens1 amiens2 ».

On obtient les résultats suivants

amiens1.mat :

3 3

-0.1267983922	-0.9919272658	0.0015709100
-0.9918964241	0.1267813944	-0.0082438908
0.0079781777	-0.0026034924	-0.9999647850

amiens2.mat :

3 3

-0.1251595733	-0.9921365335	0.0004234426
-0.9916819331	0.1250892820	-0.0303251645
0.0300337361	-0.0042154055	-0.9995399972

Question 1 : rappelez quelle propriété doit vérifier le plan dans lequel les deux images sont rééchantillonnées :

Ca doit être un plan parallèle à la base, en tournant autours des centres optiques Ca et Cb (il s'agit d'homographies)

Question 2 : à quelle transformation géométrique 2D est équivalente cette rotation du plan image autour du centre optique ?

Il s'agit d'une homographie planaire.

3. calcul des coordonnées camera en géométrie épipolaire

On exécute la commande suivante « image2epipolaire.sh amiens1 715 1627 3884 3698 »

résultat :

x_start -5.42 y_start 17.73

x_size 2488 y_size 3441

« image2epipolaire.sh amiens2 450 360 3570 2469 »

résultat :

x_start -17.03 y_start 17.65

x_size 2502 y_size 3398

4. rééchantillonnage en géométrie épipolaire de la zone sélectionnées dans les deux images aériennes

On exécute la commande suivante « reechantillonnage.sh amiens1 amiensG -5.42 17.65 3000 4000 »

On exécute la commande suivante « reechantillonnage.sh amiens2 amiensD -17.03 17.65 3000 4000 »

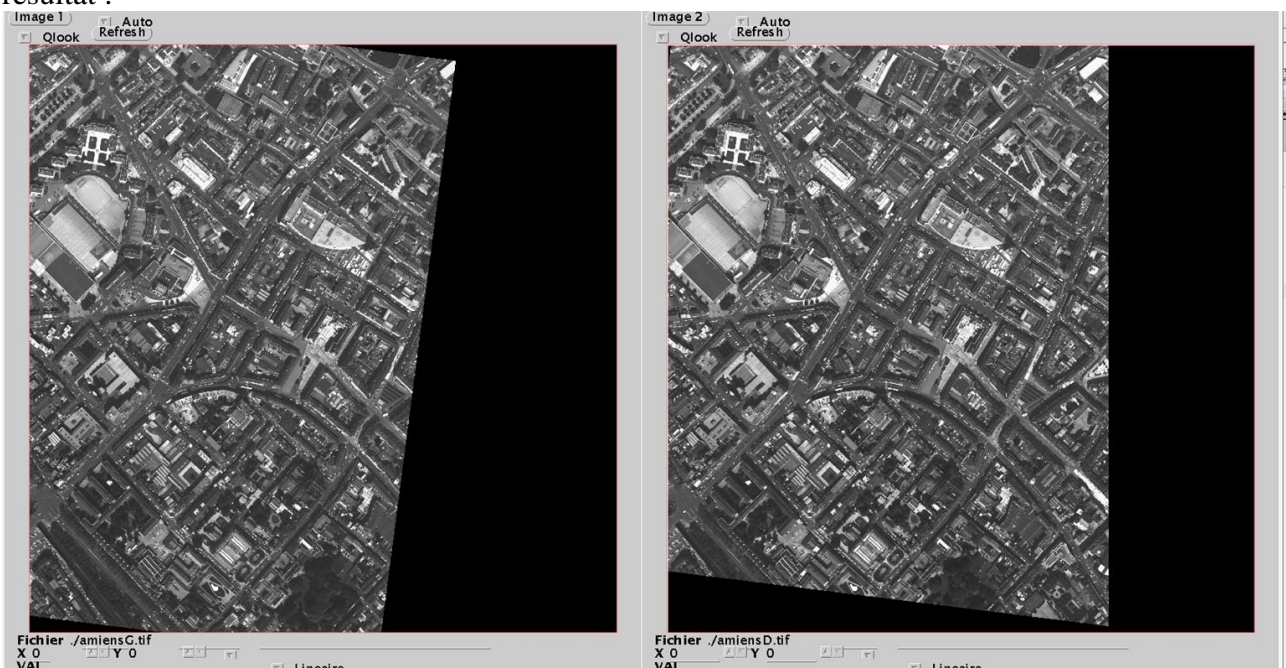
Question 3 : pourquoi doit-on choisir la même ordonnée <y start> pour le rééchantillonnage des deux images en géométrie épipolaire ?

y_start doit être identique pour suivre la même ligne d'acquisition pour respecter le principe qui nous permet de déduire la hauteur des bâtiments en fonction des disparités mais x_size différent pour éviter que les images se confondent.

5. vérification de la géométrie épipolaire, et sélection de l'intervalle de disparité

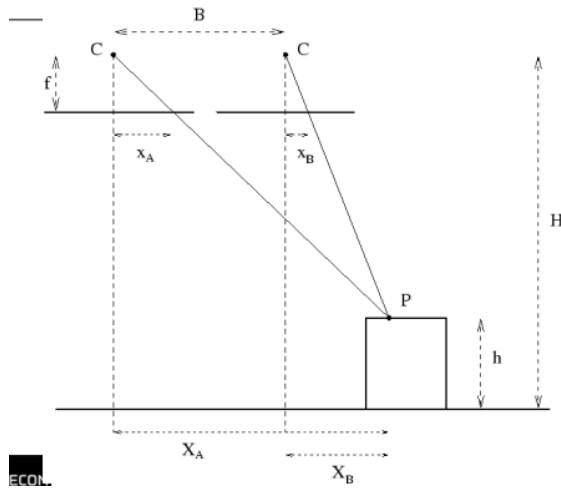
On exécute la commande suivante « xima amiensG.tif amiensD.tif & »

résultat :



Question 4 : comment cet intervalle de disparité pourrait-il être calculé à partir des données de prise de vue ?

Comme vu en cours on peut estimer la disparité $X_A - X_B$ à partir de h la plus grande différence de hauteur en utilisant Thalès et on obtient cela $D = x_A - x_B = f B (1 + h / H) / H$, ce qui nous donne $h = (HD/fB-1)*H$ (si $h \ll H$).



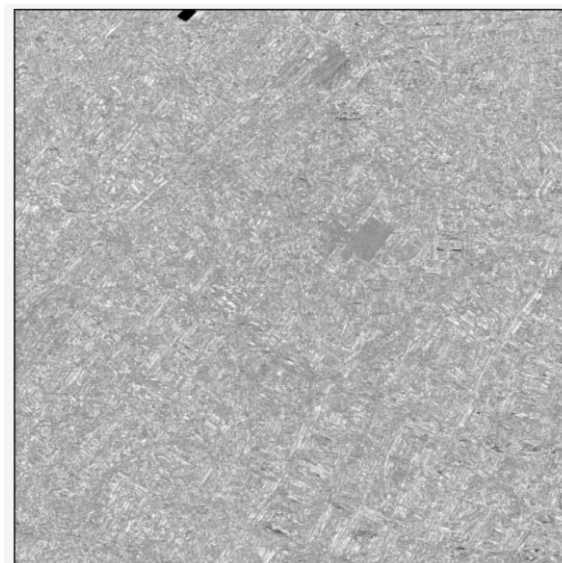
II - Calcul de l'image de disparité

1. Corrélation croisée centrée normalisée

On exécute la commande suivante « correlation -i amiens1.tif amiens2.tif -r 10 -d -50 50 -o correl.tif dispa.tif »

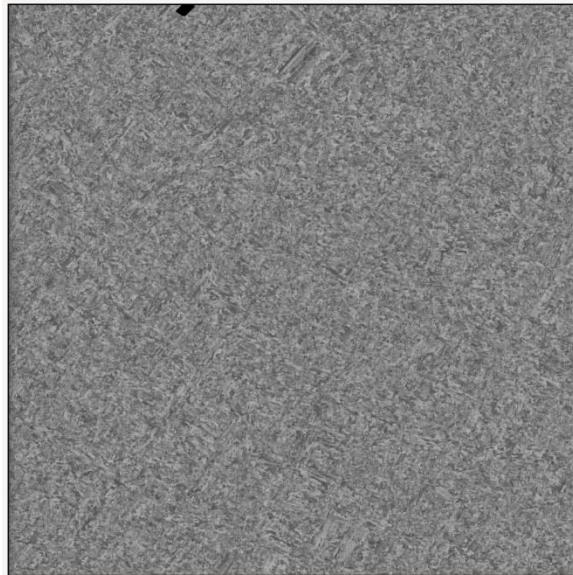
Question 5 : quelle information fournit l'image correl.tif ?

Correl.tif est un graphique de l'intensité de la corrélation en chaque pixel avec tout son voisinage dont on choisit le rayon.



Question 6 : quelle information fournit l'image dispa.tif ?

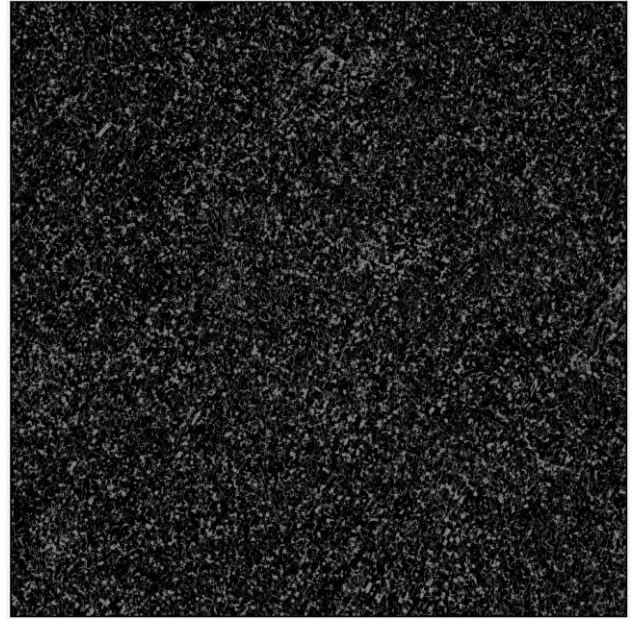
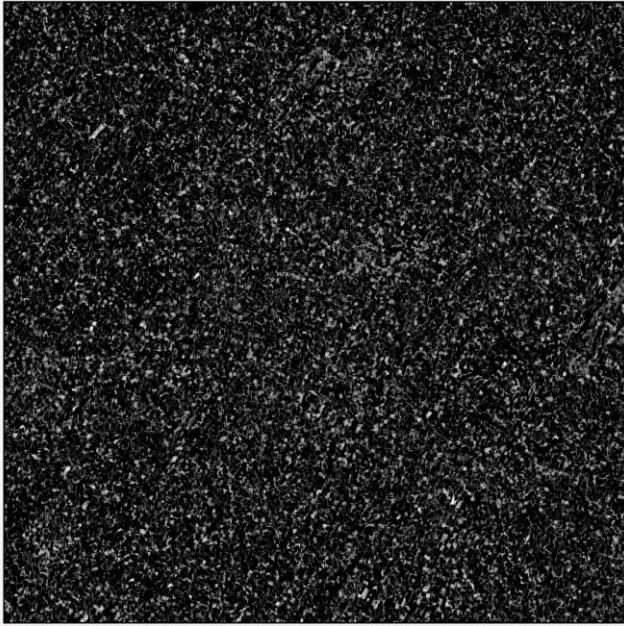
La disparité correspond au maximum de la courbe de corrélation sur le profil de la courbe centrale. Dispa.tif fournit les informations de disparités entre les images, le fameux $D = x_A - x_B$ en chaque point de l'image, on obtient la déviation de point correspondant en chaque point de l'image pour les deux images originales, cela nous permettra de déterminer l'élévation en chaque point de l'image.



Question 7 : quelles sont les conséquences d'un intervalle de disparité mal choisi (trop petit ou trop grand) ?

Un intervalle de disparité trop petit revient à borner les disparités, ce qui limite les différences d'élévation détectées alors qu'elles pourraient être plus importantes en réalité. Au final, l'image dispa.tif ne montrera que du bruit de faible variation (d'où la luminosité faible des graphiques obtenus). En revanche, un intervalle de disparité trop grand entraîne la mise en correspondance de points qui ne sont pas forcément liés et qui peuvent être très éloignés, ce qui entraîne des estimations d'élévation extrêmes et trop importantes. L'image dispa.tif sera donc bruitée par des disparités trop grandes.

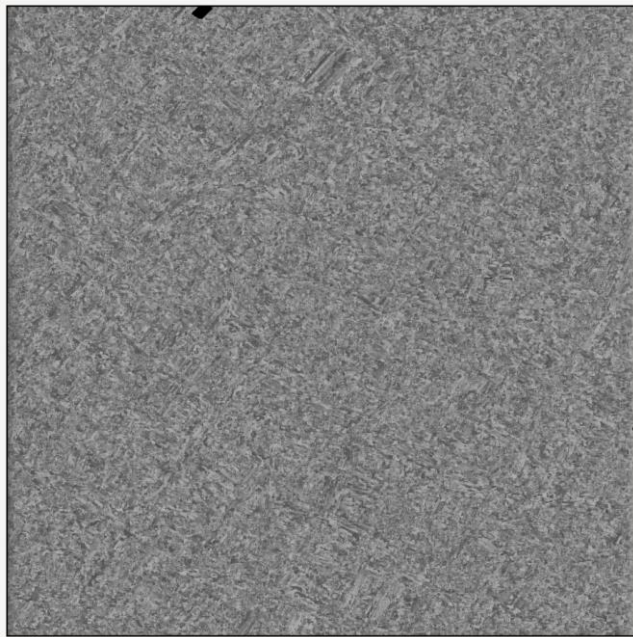
Lorsque l'intervalle de disparité est trop petit (correl.tif (à gauche) et dispa.tif (à droite)) :



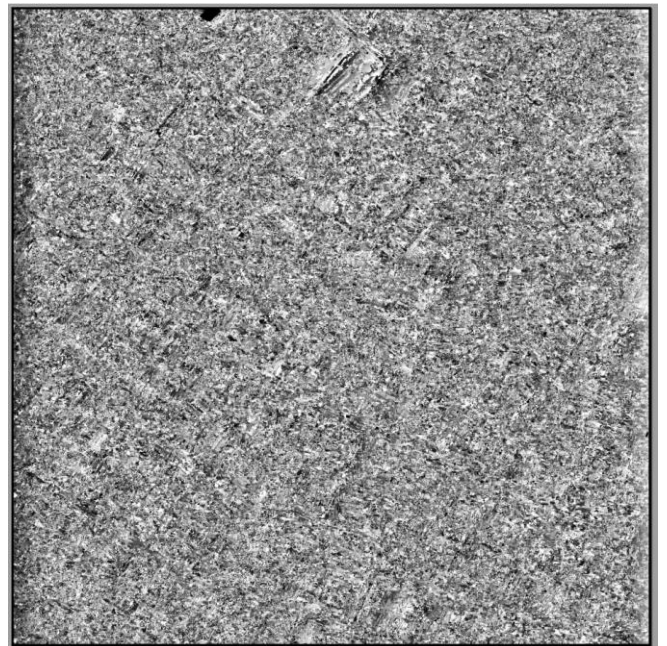
Pour des raisons de complexité, on se limitera à un intervalle $[-150, 150]$ car le calcul serait trop long sinon. On ne montre que la disparité car la corrélation a peu évolué.

On exécute la commande suivante « correlation -i amiens1.tif amiens2.tif -r 10 -d -150 150 -o correl.tif dispa.tif »

Pour $[-50, 50]$ de disparité :



Pour $[-150, 150]$:



On peut supposer que la différence de taille d'intervalle est trop petite pour obtenir une différence sur correl.tif, par contre la disparité a évolué et comme on pouvait se l'imaginer, les disparités sont plus extrêmes et plus hétérogènes, allant d'un minimum d'intensité à un maximum de manière très abrupte, car la disparité est le maximum de corrélation, et les disparités sont autorisées à être très grande ou très faibles.

Question 8 : comment évolue la carte de disparité dispa.tif si l'on fait varier le rayon de la fenêtre de corrélation ?

On exécute la commande suivante « correlation -i amiens1.tif amiens2.tif -r 12 -d -50 50 -o correl.tif dispa.tif »

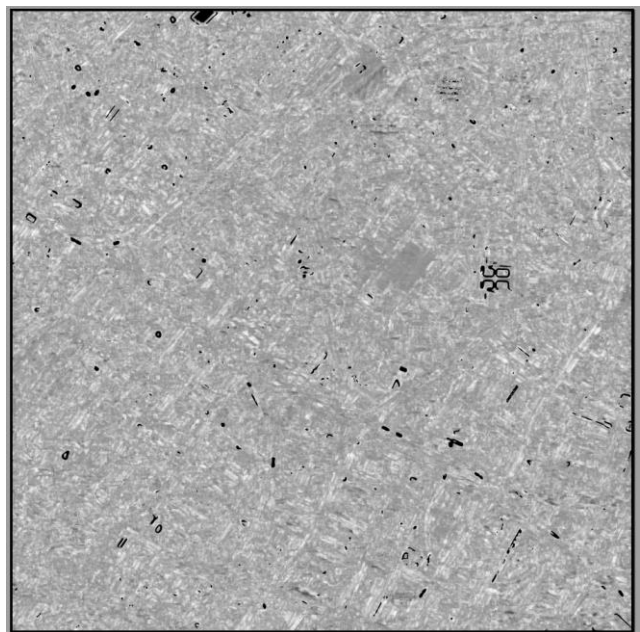
On obtient le résultat suivant :

Pour un rayon $r = 5$:
correl.tif

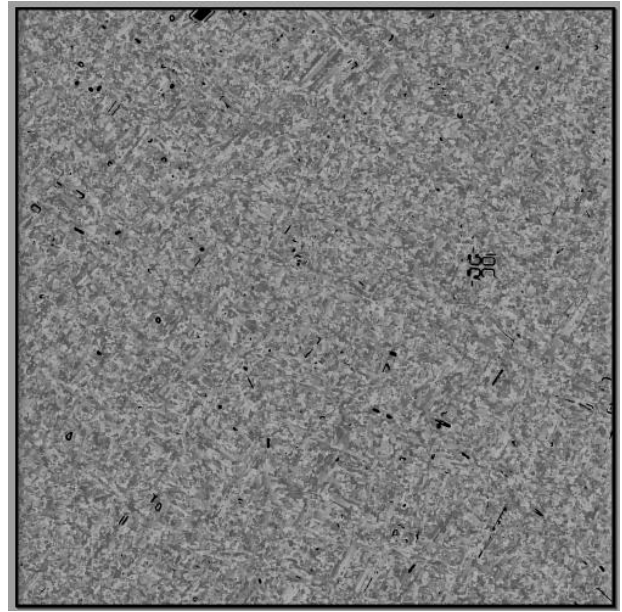
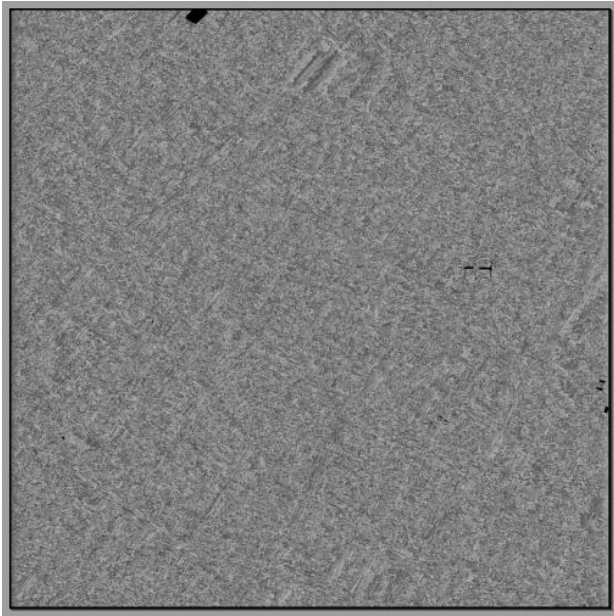


dispa.tif

Pour un rayon $r = 12$:
correl.tif



dispa.tif

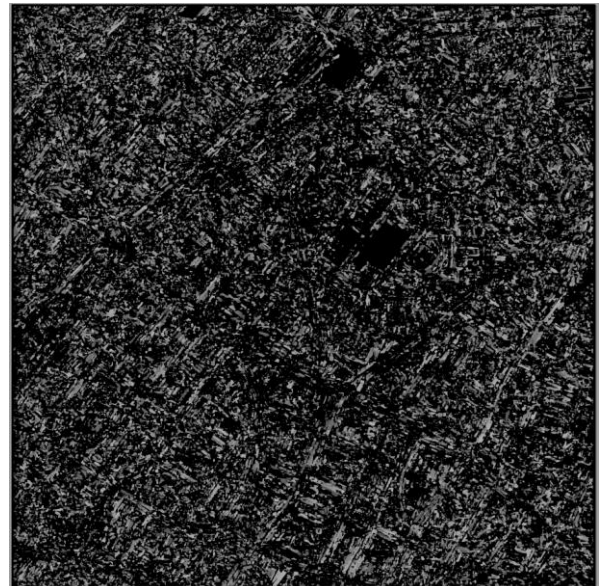
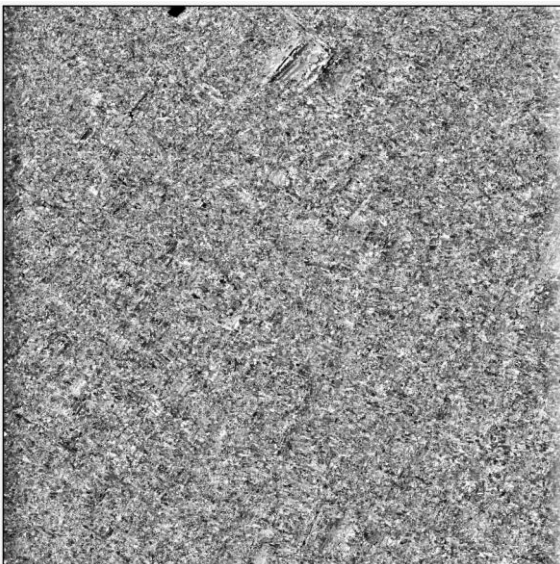


Lorsque le rayon de corrélation augmente, cela induit que des pixels éloignés seront mis en relation, donc la corrélation a plus de chance d'être plus haute (car sur une zone plus grande, deux pixels auront plus de chances d'être similaires donc la corrélation est plus grande). Cela est réciproque si on réduit le rayon de corrélation. La carte de disparité devient plus hétérogène avec l'augmentation du rayon du voisinage car il y a des maximums de corrélation plus importants (donc plus grandes disparités). La carte de disparité à faible rayon est très homogène mais on note aussi l'apparition de pixels sombres avec un gros rayon, cela peut être dû à des corrélation faibles car certains pixels entre deux images avaient une corrélation trop faibles entre eux, l'augmentation du rayon a contribué à faire correspondre des pixels qui correspondaient mieux globalement mais pas nécessairement pour ces pixels.

2. Seuillage sur le coefficient de corrélation

On exécute la commande suivante « seuil_correl dispa.tif correl.tif 0.5 new_dispa.tif »

L'évolution de la disparité est la suivante :

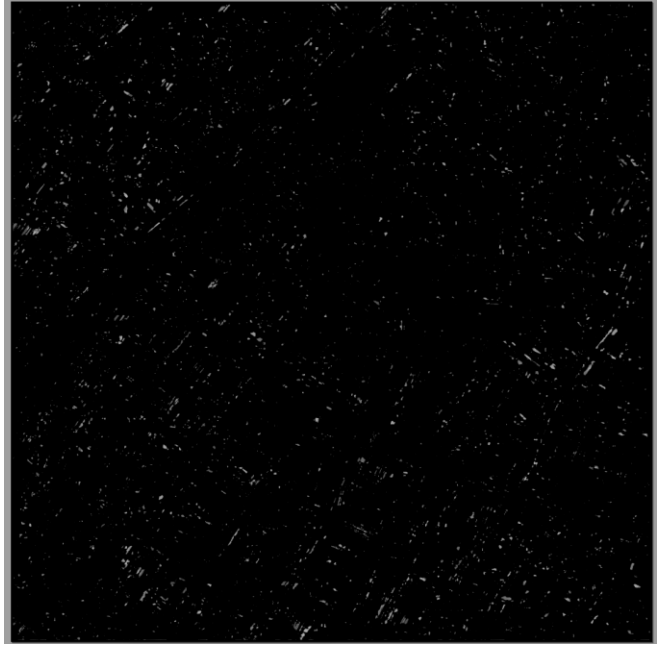
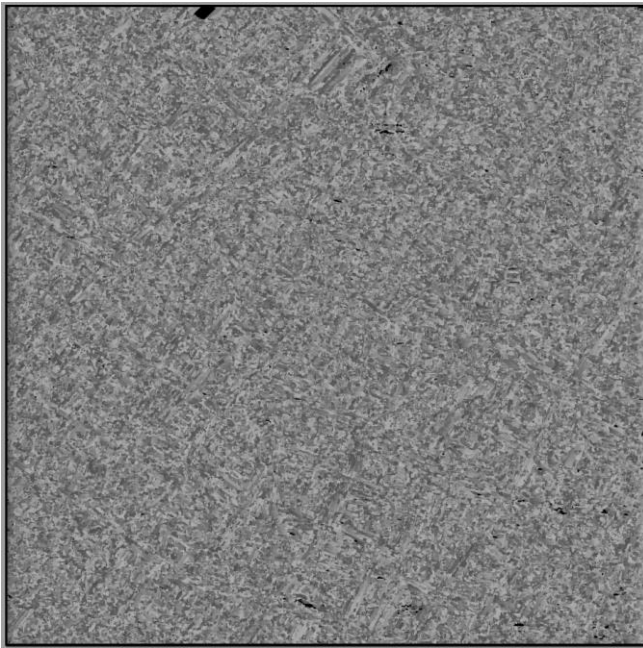


Question 9 : quel compromis êtes-vous obligés de faire en choisissant ce seuil ?

Il faut un seuil suffisamment haut pour éviter de conserver des points n'ayant pas une corrélation convaincante, ce qui permet d'éviter des mises en relation erronées. A l'inverse, un seuil trop haut contribue à une carte des corrélations assez disparates, où peu de points sont mis en corrélation, ce qui rend la carte de disparité plus sombre, car beaucoup de points sont mis à zéro. Cela rend aussi le résultat à la fois très sensible au bruit, mais est aussi assez mauvais pour la méthode de la fusion des courbes de corrélation, qui utilise aussi les corrélations de faibles intensités pour obtenir son résultat. Il faut donc choisir le bon équilibre pour le seuil.

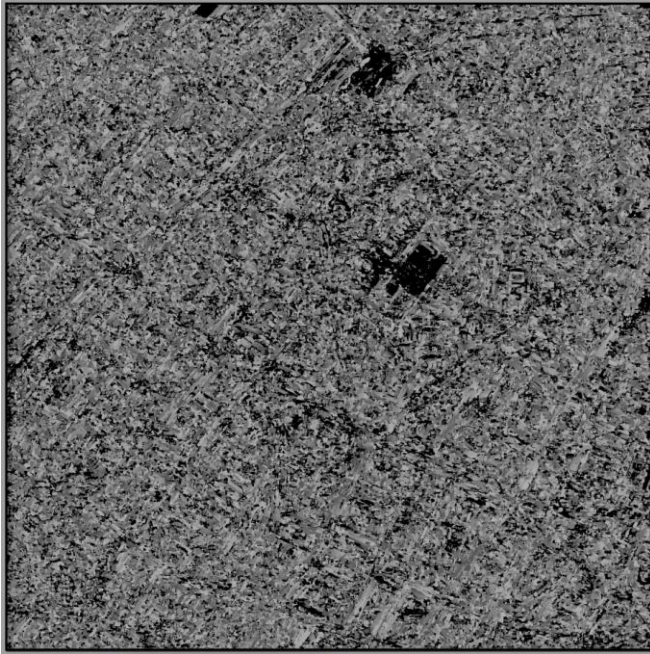
Résultat pour un seuil $s = 0.01$:

Résultat pour un seuil $s = 0.8$



Avec un seuil trop faible, la carte des disparités est inchangée, avec un seuil trop haut, on a perdu presque toute l'information. Il s'agit d'un compromis entre fiabilité de l'information et richesse de l'information.

On se propose le seuillage final $s = 0.3$:

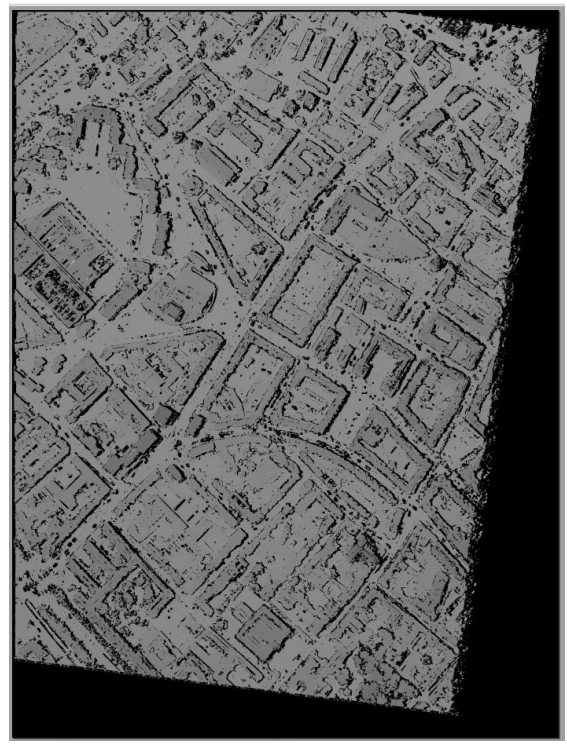
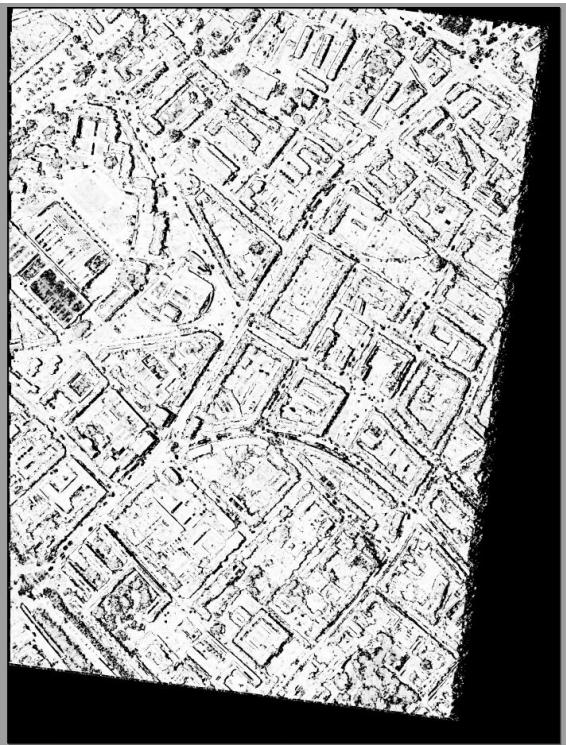


On repère les motifs principaux sans toutefois perdre trop d'informations.

3. Corrélation aller-retour

On exécute la commande suivante « correlation_ar -i amiensG.tif amiensD.tif -r 5 -d -50 50 -o correl3.tif dispa3.tif »

On obtient les résultats suivants :



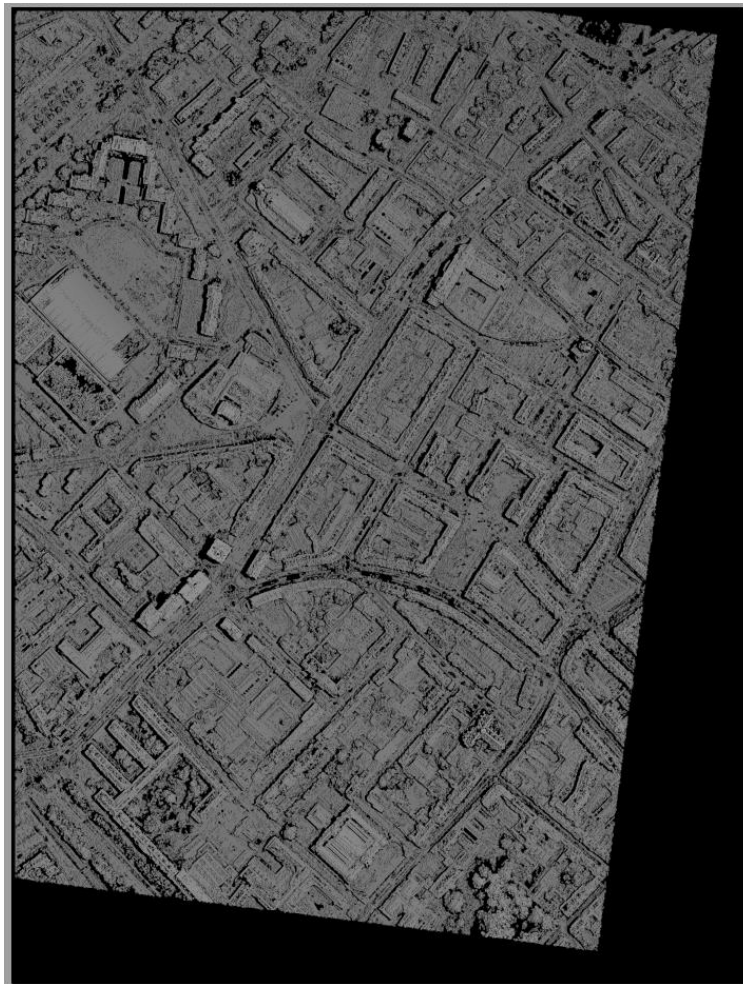
Question 10 : expliquez le principe de cette méthode, et dites pourquoi elle peut permettre de rendre compte des parties cachées.

On calcule la corrélation entre les images redressées obtenues précédemment amiensG.tif et amiensD.tif, on utilise la méthode de la corrélation aller-retour. Pour cela, pour chaque pixel de l'image de gauche, on va se déplacer sur la même ligne sur l'image de droite, et dans un voisinage donné sur chacun de ces pixels, mesurer la corrélation avec le pixel de l'image de gauche, on trouve

ainsi des points homologues et la disparité est le maximum de la courbe de corrélation sur la ligne parcourue. On effectue un aller-retour dans le parcours de la ligne, la zone de calcul de corrélation selon les pixels de l'image de gauche se déplace initialement vers la droite sur la même ligne dans l'image de droite, puis une fois la corrélation calculée, on effectue le même calcul en utilisant l'image de droite comme référence et on se déplace sur la même ligne vers la gauche sur l'image de gauche pour recalculer la corrélation. Cela donne une image plus précise et permet d'utiliser les deux images comme référentiel. On observe ainsi des images bien plus parlantes dans les résultats où l'on peut distinguer les bâtiments et les rues. Les parties cachées sont les parties sombres, comme elles n'apparaissent que sur une seule des deux images, la corrélation associée est nulle, c'est ainsi qu les murs verticaux des bâtiments apparaissent sur les résultats car amiensD.tif a été prise parfaitement par dessus (on ne distingue pas les murs, la vue est verticale) tandis que amiensG.tif a été prise un peu de biais, et on y distingue les murs de cette manière. Ainsi on délimite clairement les bâtiments par leurs murs et par déduction, on obtient les rues, d'où le résultat si net.

4. Approche hiérarchique avec relaxation

On exécute la commande suivante « stereo-relax.sh amiens -50 50 »



Question 11 : pouvez-vous indiquer pour quels types de zone de la scène traitée cette méthode ne fournit pas d'information : points à 0 de la carte de disparité dispa-amiens.tif ?

Cette méthode ne fournit pas d'informations pour les pixels non partagés entre les deux images, les deux images ayant une prise de vue différentes, les champs de vue sont différents et c'est l'intersection des deux champs de vue qui délimite le champ de vue final pour l'image résultante, car l'information des objets n'y est stockée que dans une seule des deux images. Cette méthode ne fournit pas d'information pour le complémentaire de cette intersection des deux champs

d'images. La relaxation est un seuillage sur l'intensité qui utilise un seuil haut et un seuil bas afin de garantir la continuité (doit dépasser le seuil haut au moins une fois sans jamais descendre en dessous du seuil bas, sinon on élimine). Les points à zéro sont aussi localisés sur les murs des immeubles (points présents uniquement sur l'une des deux images) mais leur présence est une source d'information sur la détermination des contours des bâtiments.