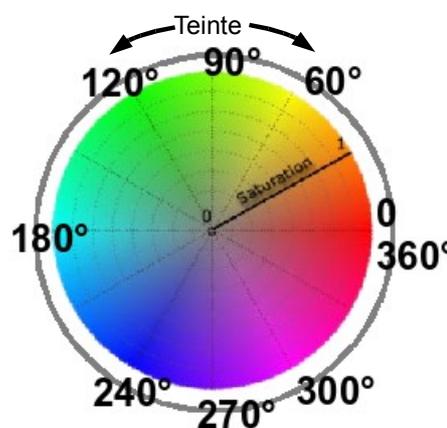


Initiation au traitement des images

Détection automatique des zones boisées dans des images satellitaires

Cet atelier propose de mesurer automatiquement la surface en hectares des zones boisées présentes dans des images satellitaires de la région de Creully dans le Calvados. Les images sont extraites directement de Google Maps (<http://maps.google.fr/>) et sont toutes à la même résolution. Le travail pratique consiste à créer un programme informatique qui va permettre de détecter automatiquement les zones boisées dans les images. La détection proposée est basée sur l'analyse des couleurs des pixels de l'image puisque les zones boisées apparaissent dans les images comme des régions de couleur verte sombre.



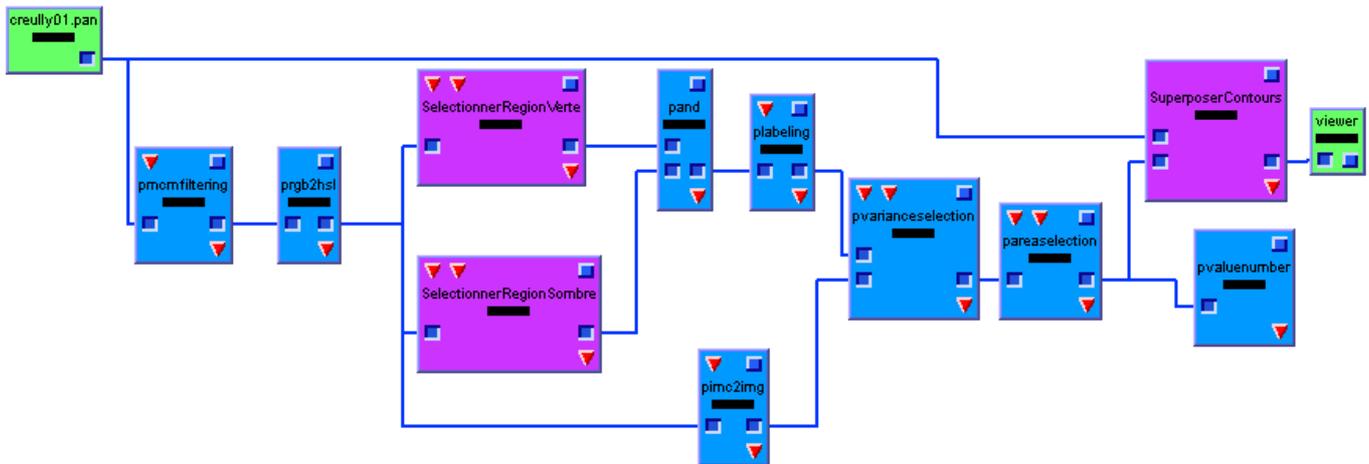
Représentation des couleurs en Teinte (Hue) et Saturation.

Les images utilisées pour cet atelier présentent les caractéristiques suivantes :

Type	Image couleur : 1 pixel est codé sur 3 octets (1 octet pour coder l'intensité en rouge, 1 octet pour coder l'intensité en vert et 1 octet pour coder l'intensité en bleu)
Taille	940 colonnes x 665 lignes = 625.100 pixels
Échelle de prise de vue	1 pixel → 5,932 x 5,932 m ² sur le terrain

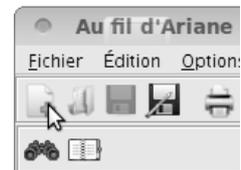
Exercice : Détection de zones boisées

En suivant les étapes ci-après, vous devez réaliser un programme informatique ressemblant au graphe ci-dessous :



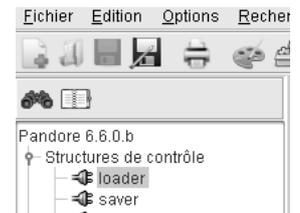
1/ Création d'un espace de travail

- ☐ Cliquez sur le menu **Fichier** puis **Nouveau**, ou cliquez directement sur l'icône **Nouveau** de la barre d'outils. *Cela doit créer un espace de travail gris.*



2/ Chargement d'une image dans l'espace de travail

- ☐ Déplacez la structure de contrôle **loader** de l'explorateur à gauche de la fenêtre Ariane vers l'espace de travail au centre de la fenêtre par un *cliquer-glisser*.



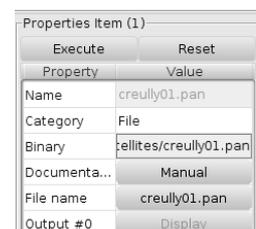
- ☐ Dans la fenêtre des propriétés à droite de la fenêtre Ariane, cliquez sur le bouton **'Charger...'**.
- ☐ Ouvrez le dossier **images-aeriennes** sur la clé ENSICAEN.
- ☐ Sélectionnez l'image **creully01.pan**.



- ☐ Appuyez sur le **bouton vert d'exécution** de la barre d'outils. La signalétique au centre du **loader** doit passer au vert. *Si elle passe au rouge, c'est que le fichier n'a pas été correctement choisi. Il faut recommencer l'opération de sélection.*



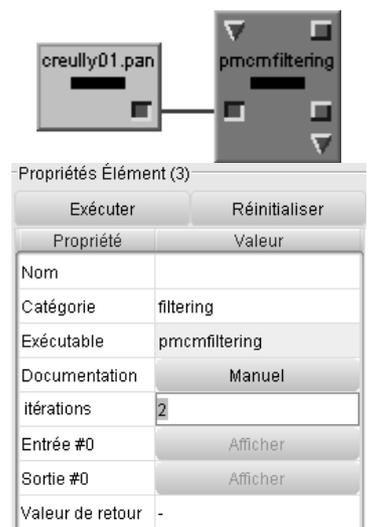
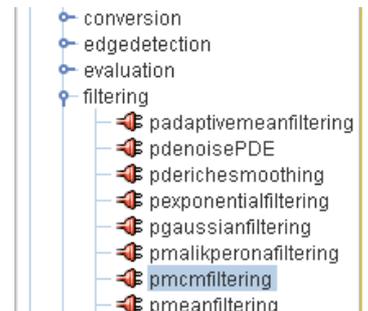
- ☐ Visualisez l'image en cliquant sur **'Afficher'** dans la fenêtre des propriétés à droite de l'interface Ariane.



3/ Lissage de l'image initiale

Observation : Les images issues de Google Maps présentent quelques irrégularités dans les valeurs de couleur. Cela est dû aux défauts inhérents des systèmes d'acquisition d'images et de l'algorithme de stockage des images (ici JPEG). Si l'on fait un zoom assez fort, on verra que dans une zone d'image qui semble uniforme, alors qu'en fait, les valeurs de pixels proches ont des valeurs différentes.

On va chercher à diminuer ces irrégularités en appliquant un opérateur de **lissage** qui a le même effet sur l'image que lorsque l'on fronce les yeux en regardant l'image (cela atténue les irrégularités).



- ❑ Réaffichez l'image initiale et zoomez par 4 sur une zone qui semble homogène (Menu Views::Zoom 400% du logiciel de visualisation d'images).
- ❑ Constatez les irrégularités dans les couleurs.

- ❑ Déplacez l'opérateur **filtering::pmcmfiltering** de l'explorateur situé à gauche de la fenêtre Ariane, sur l'espace de travail.
- ❑ Dans la fenêtre des propriétés située à droite de la fenêtre Ariane mettez la valeur du paramètre *itérations* à 2, pour une intensité de lissage faible.
- ❑ Reliez **pmcmfiltering** au **loader** en tirant une ligne fictive entre le plot de sortie du loader et le plot d'entrée de pmcmfiltering.
- ❑ Exécutez l'opérateur en appuyant sur le **bouton vert d'exécution** .
- ❑ Affichez l'image de sortie de l'élément en cliquant sur le bouton « Afficher » de la sortie #0 dans la fenêtre des propriétés.
- ❑ Zoomez par 4 sur une zone qui semble homogène. Constatez que maintenant les valeurs sont plus homogènes.

4/ Conversion de l'espace RVB en espace TSL

Observation : Les parties d'image qui correspondent à des zones boisées nous apparaissent comme des régions de couleur vert sombre. Pour détecter ces zones, nous allons nous baser (1) sur l'étude de la **couleur** pour repérer les régions vertes et (2) sur l'étude de la **luminance** pour repérer les régions sombres.

Pour cela, nous allons convertir l'image pour passer de la représentation classique des images en RVB (Rouge, Vert, Bleu), à une représentation moins classique en TSL¹ (Teinte, Saturation, Luminance). Un pixel en RVB est codé par 3 valeurs qui sont l'intensité en rouge, en vert et en bleu. Un pixel en TSL est aussi codé par trois valeurs, mais qui sont la valeur de **teinte** qui correspond à la nuance de la couleur (p. ex. rouge, cyan, magenta), la valeur de **saturation** qui correspond au degré de pureté de la couleur (plus la saturation est faible, plus la couleur apparaîtra fade) et enfin la valeur de **luminance** qui correspond à la brillance de la couleur (sombre, claire).

Ce nouvel espace est donc directement utilisable pour nos traitements où l'on va utiliser la teinte et la luminance.

Teinte : Voir le carrousel des teintes en page 1 de ce document.

Les valeurs de teinte :

Teinte	Couleur
0°	rouge
60°	jaune
120°	vert
180°	cyan
240°	bleu
300°	magenta
360°	rouge

- ❑ Ajoutez l'opérateur **color::prgb2hsl**
- ❑ Le reliez à l'élément **pmcmfiltering**.
- ❑ Exécutez l'opérateur. L'image de sortie est une image qui ne se regarde pas de façon classique puisqu'elle n'est plus composée à partir des intensités rouges, vertes et bleues.

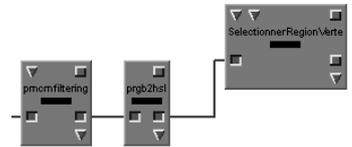
¹ En anglais HSL (Hue, Saturation, Luminance)

5/ Sélection des zones de couleur verte

Observation : Le principe est de sélectionner dans l'image TLS uniquement les pixels dont la valeur de teinte est entre 135 et 240.

On obtient alors en sortie une nouvelle image en noir et blanc. Les pixels blancs de l'image résultante correspondent aux pixels verts dans l'image satellite, et les pixels noirs aux pixels non verts dans l'image satellite.

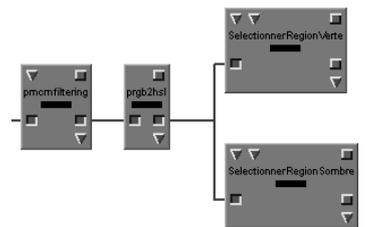
La sélection de régions vertes nécessite plusieurs opérations de base. Celles-ci ont été regroupées dans une routine que l'on peut trouver dans l'onglet « Routines » de l'explorateur à gauche de la fenêtre Ariane.



- Ajoutez la routine **selection::SelectionnerRegionVerte** sur l'espace de travail.
- Mettez les deux valeurs de paramètre \$0=135 et \$1=240.
- Exécutez et affichez l'image de sortie et vérifiez.

6/ Sélection des zones sombres

Observation : Pour sélectionner les régions sombres, il suffit de ne sélectionner que les pixels ayant une valeur de luminance faible, c'est-à-dire entre 0 et 55. On obtient en sortie une nouvelle image en noir et blanc, où seuls les pixels blancs correspondent aux pixels sombres de l'image satellite.



- Ajoutez la routine **selection::SelectionnerRegionSombre** sur l'espace de travail.
- Mettez les deux valeurs de paramètre \$0=0 et \$1=65.
- Exécutez et affichez l'image de sortie et vérifiez.

7/ Fusion des zones sélectionnées par les deux critères précédents

Observation : Il ne reste plus qu'à fusionner les résultats des deux sélections précédentes pour obtenir les régions vertes et sombres.



- Ajoutez l'opérateur **logic::pand** qui permet de fusionner deux images.
- Reliez cet élément aux sorties des deux éléments précédents.
- Exécutez et affichez l'image de sortie. Vérifier le résultat en le comparant à l'image originale.

8/ Sélection des régions ayant une forte variance en luminosité

Observation : Dans le résultat actuel, il reste encore quelques champs. On va donc utiliser une dernière caractéristique des zones boisées pour éliminer ces champs : l'hétérogénéité de la luminance des zones boisées. Une zone boisée ne présente pas en général une surface bien uniforme (à cause du feuillage) à la différence des champs. Nous allons utiliser ici une mesure statistique de l'hétérogénéité : la **variance**. On ne garde des régions précédentes que les régions qui ont une variance supérieure à 50.

En sortie, nous aurons les régions vertes sombres non homogènes.

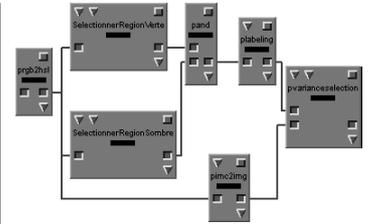
Variance : mesure servant à caractériser la dispersion d'un échantillon. C'est le carré de l'écart-type.

$$\sigma_x = \sqrt{(\text{Var}(X))}$$

- Ajoutez l'opérateur **segmentation::plabeling** sur l'espace de travail (avec le paramètre *connexity* = 8). Cet opérateur permet d'attribuer une fausse couleur aux

pixels appartenant à une même région.

- Ajoutez l'opérateur **casting::pimc2img** sur l'espace de travail avec la valeur du paramètre *numplan* à 2. Cet opérateur permet de sélectionner la composante luminance de l'image TSL.
- Ajoutez l'opérateur **region::pvarianceselection** sur l'espace de travail (avec les valeurs de paramètre *relation=1* et paramètre *threshold=45*)
- Reliez ces différents éléments selon le schéma ci-contre (ou page 2).



9/ Suppression des petites zones

Observation : Dans le résultat obtenu jusqu'à présent, on constate qu'il reste des régions autres que les zones boisées ; entre autres les haies. On va les éliminer en se basant sur l'hypothèse que la surface d'une zone boisée est supérieure ou égale à 8100 m² (soit 90 m x 90 m) sur le terrain, alors que les haies ont une surface inférieure.

Calcul à faire en dernière page du présent document : Pour pouvoir continuer le traitement, il est nécessaire de calculer la valeur que l'on va utiliser comme paramètre pour l'opérateur de sélection des régions sur la valeur de surface.

Il s'agit de convertir la valeur de surface minimale d'une zone boisée connue en mètres carrés sur le terrain (8100 m²), en une valeur en nombre de pixels sur l'image. On peut réduire ce problème à : trouver le nombre de pixels x qui correspond à 90 m sur le terrain. Il suffit ensuite de calculer la valeur surface x^2 .

Remarque : vous disposez d'une calculatrice sur l'ordinateur dans le menu "Programmes:Accessoires" de Windows.

- Ajoutez l'opérateur **region::pareaselection**.
- Mettez le paramètre *relation* à 1 et la valeur que vous venez de calculer pour le paramètre *threshold*.
- Exécutez et affichez l'image de sortie et vérifiez le résultat obtenu.

10/ Visualisation des résultats

Pour bien visualiser les résultats, on va superposer les frontières des zones boisées trouvées à l'image initiale.

- Déplacez la routine **visualisation::SuperposerContours** sur l'espace de travail.
- Mettez la valeur 3 pour le paramètre *mask*.
- Reliez la sortie de **loader** à l'entrée n° 1 de **SuperposerContours** et la sortie de **pareaselection** à l'entrée n°2 de **SuperposerContours**.
- Ajoutez la structure de contrôle **viewer** en fin de chaîne.
- Exécutez et vérifiez la cohérence des résultats.

11/ Calcul de la surface totale des zones boisées

- Ajoutez l'opérateur **imagefeatureextraction::pvaluenumber** pour calculer le nombre de pixels dans les zones boisées.
- Le relier à la sortie de **pareaselection**.
- Exécutez l'opérateur. Pour connaître la surface en pixels, il suffit de regarder la "valeur de retour" affichée dans la fenêtre des propriétés de l'opérateur.

Calcul à faire en dernière page du présent document : Calculer la surface totale en hectares à partir de la taille obtenue par le programme mais donnée en pixels.

Remarque : un pixel est une unité de surface qui correspond à un carré de taille 1×1. On ne note donc pas : pixels².

12/ Analyse des deux autres images

- Relancez ce même graphe sur les deux autres images du dossier image. Pour cela, il suffit de cliquer sur le **loader** et de changer le nom du fichier image.
- À chaque fois, reportez la valeur de surface dans le tableau résultat ci-dessous.

Feuille résultat

1/ Valeur du paramètre de suppression des petites zones

On rappelle que :

1 pixel sur l'image correspond à $5,932 \times 5,932 \text{ m}^2$ sur le terrain

$90 \times 90 \text{ m}^2$ sur le terrain = pixels dans l'image.

2/ Résultats du programme sur les images

On rappelle que :

1 pixel sur l'image correspond à $5,932 \times 5,932 \text{ m}^2$ sur le terrain

1 hectare = $10\,000 \text{ m}^2$, soit $100 \text{ m} \times 100 \text{ m}$.

Formule complète : 1 pixel sur l'écran = hectares sur le terrain.

Images	Surface des zones boisées (en pixels)	Surface des zones boisées (en hectares)
creully01.pan		
creully02.pan		
creully03.pan		
creully04.pan		