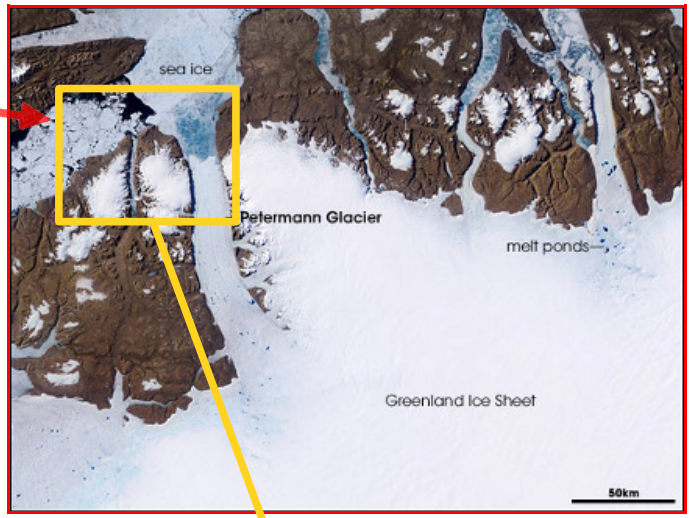
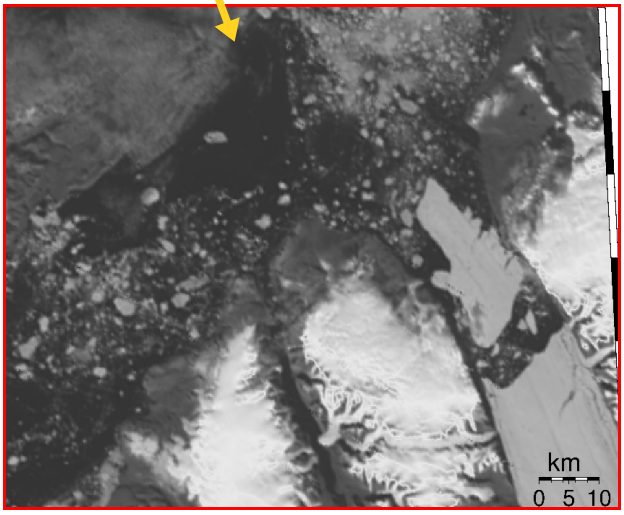
Fête de la science

Initiation au traitement des images

Suivi d'iceberg par images satellitaires

Cet atelier propose de réaliser un programme de traitement d'images qui va permettre de suivre automatiquement un iceberg sur plusieurs images de satellite. Le 10 août 2010, un très gros iceberg s'est détaché du glacier Petermann au Nord du Groenland. Il a ensuite dérivé pour rejoindre le détroit de Nares avant de se disloquer en plusieurs morceaux.





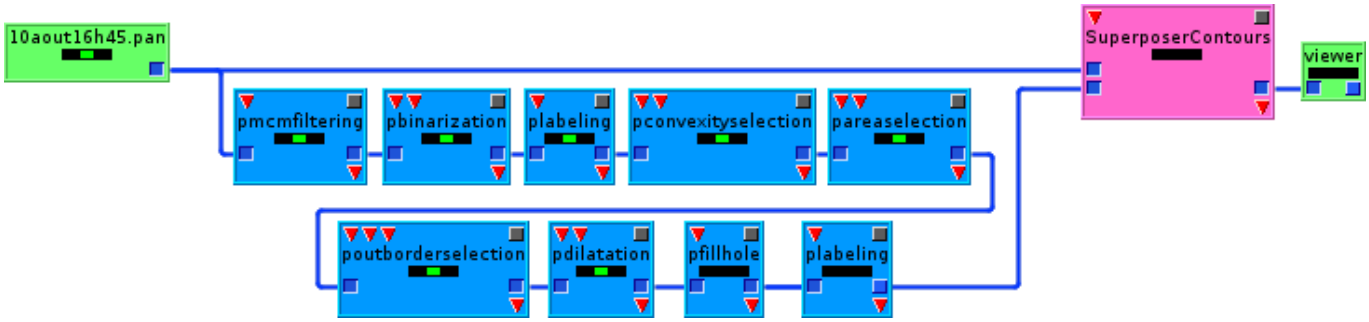
Grâce au traitement d'images, nous allons pouvoir mesurer deux caractéristiques de l'iceberg calculées à partir de trois images prises le 10 août à 16h45, le 11 septembre à 20h00 et le 20 septembre à 19h55 :

- la vitesse de fonte ;
- et sa vitesse de déplacement.

Groupe de Recherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen
UMR 6072, CNRS, Université de Caen Basse-Normandie & ENSICAEN
6, Boulevard Maréchal Juin
F-14050 CAEN cedex 4 FRANCE
https://www.greyc.fr

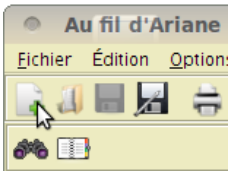
Exercice : Détection de l'iceberg

Le programme à construire doit ressembler à celui ci-dessous :

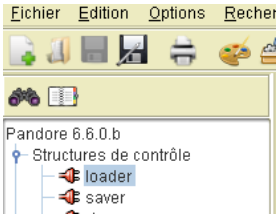


1/ Création d'un espace de travail

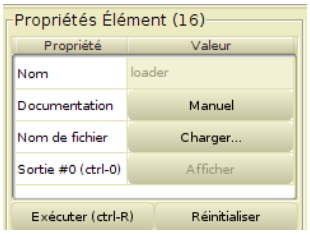
- Cliquer sur le menu **Fichier** puis **Nouveau**, ou cliquer directement sur l'icône **Nouveau** de la barre d'outils. *Cela doit créer un espace de travail gris.*



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

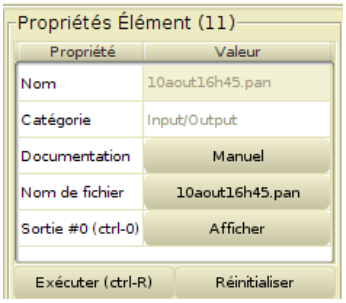


- Déplacer la structure de contrôle '**loader**' ('*chargeur*' en anglais) dans l'espace de travail par un cliquer-glisser-lâcher dans l'espace de travail.



- Dans la fenêtre des propriétés à droite de la fenêtre Ariane, cliquer sur le bouton '**Charger...**'.
- Ouvrir le dossier **images-iceberg** sur la clé ENSICAEN.
- Sélectionner l'image **10aout16h45.pan**

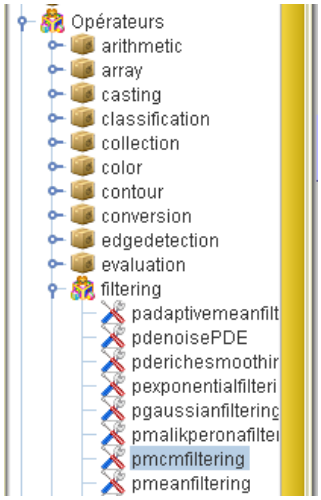
- Appuyer sur le **bouton vert d'exécution** de la barre d'outils. La signalétique au centre du **loader** doit passer au vert. *Si elle passe au rouge, c'est que le fichier n'a pas été correctement choisi. Il faut recommencer l'opération de sélection.*



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

3/ Corriger les défauts dus à la compression JPEG

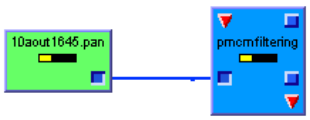
Observation : JPEG est un format de stockage d'image très utilisé sur Internet. Mais ce format est non conservatif. Cela signifie qu'il supprime des données de l'image qu'il considère comme ayant peu d'influence sur le rendu visuel pour réduire la taille des fichiers de stockage. Néanmoins, cela provoque quelques effets sur l'image qui sont indésirables pour les traitements informatiques.

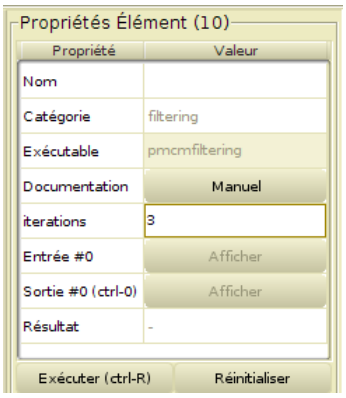


De façon à améliorer la qualité de l'image pour les traitements futurs, nous allons procéder à un léger lissage de l'image pour diminuer les effets de la compression.

(Remarque: an anglais, 'lissage' se traduit par 'filtering')

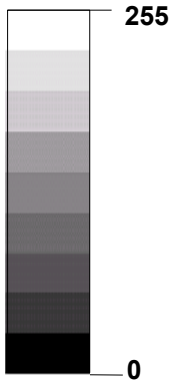
- ❑ Déplacer l'opérateur **pmcmfiltering** de la rubrique **filtering** de l'explorateur à gauche sur l'espace de travail (onglet O*pérateurs* puis onglet *filtering*)
- ❑ Relier la sortie du **loader** à l'entrée de **pmcmfiltering** en tirant une ligne fictive entre le plot de sortie de l'opérateur **loader** et le plot d'entrée de **pmcmfiltering** par cliquer-glisser. (Voir la figure de droite)
- ❑ Cliquer sur l'opérateur **pmcmfiltering**.
- ❑ Mettre la valeur du paramètre *itérations*=3 (lissage faible) dans la fenêtre des propriétés à droite de l'espace de travail.
- ❑ Exécuter l'opérateur à partir du bouton vert dans la barre d'outil.
- ❑ Afficher l'image à partir de la fenêtre des propriétés et constater l'effet de lissage surtout sur les bords de l'iceberg (moins de crénelage).
- ❑ Fermer les fenêtres des images.





4/ Sélection des zones d'image correspondant à la glace

Observation : Dans les images en niveaux de gris, les valeurs de pixels sont comprises entre 0 pour un pixel totalement noir, et 255 pour un pixel blanc. Les autres valeurs correspondent à des nuances d'intensité du plus foncé au plus clair.



Après une étude des valeurs d'intensité lumineuse des images à disposition, il apparaît que la glace est caractérisée par des valeurs d'intensité comprises entre 157 et 198. Elle se distingue ainsi des autres éléments de l'image comme la neige (plus claire valeur dans [210-255]) ou l'eau de mer (plus sombre valeur dans [51-63]).

- ❑ Réafficher l'image de sortie de l'opérateur **pmcmfiltering**.
- ❑ Prendre l'option **Values** du menu **Views** de la fenêtre d'affichage.
- ❑ Cliquer sur les parties d'image qui correspondent aux icebergs, glaciers ou mer et visualiser les valeurs des pixels de l'image.

Nous allons sélectionner les zones d'images qui correspondent à la glace :

- ❑ Ajouter l'opérateur **thresholding::pbinarization** sur le graphe.
- ❑ Mettre les valeurs des paramètres *low*=158 et *high*=198.
- ❑ Relier l'entrée de cet élément à la sortie de l'élément **pmcmfiltering**.
- ❑ Exécuter l'élément.
- ❑ Afficher l'image de sortie et vérifier que l'iceberg à bien été sélectionné.

Binarization : seuillage entre deux valeurs (*low* et *high*), qui consiste à remplacer par 255 les pixels ayant une valeur comprise entre deux valeurs de niveaux de gris, et à 0 les autres pixels.

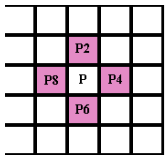
5/ Étiquetage des régions obtenue par seuillage

Observation : Une opération nécessaire pour ensuite étudier une à une les régions sélectionnées par la **binarisation**, consiste à marquer chaque région restante avec une fausse couleur. C'est une façon de signifier que tous les pixels ayant la même couleur appartiennent à la même région.

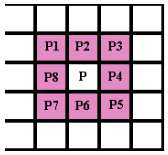
- ❑ Ajouter l'opérateur **segmentation::plabeling**.
- ❑ Mettre le paramètre *connexity*=8. *Ce paramètre permet de spécifier la liste des voisins immédiats d'un pixel pouvant faire partie d'une même région. Deux types de voisinage sont généralement utilisés : 4 ou 8 voisins.*
- ❑ Visualiser le résultat.

Labeling : étiquetage des régions avec un numéro aléatoire.

4 voisins



8 voisins



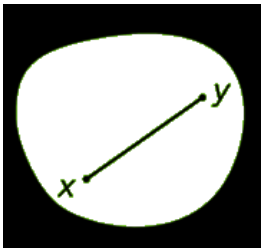
6/ Sélection des régions correspondant aux grandes étendues de glace compactes

Observation : Après l'opération précédente, on s'aperçoit qu'il y a de la glace ailleurs que dans les icebergs ; c'est pourquoi il y a d'autres régions détectées. Nous allons éliminer progressivement ces régions inintéressantes pour notre problème.

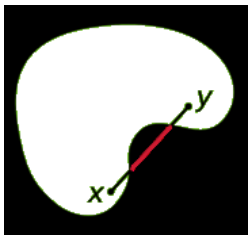
On remarque d'abord que les icebergs sont des régions fortement **convexes** contrairement aux régions de glaces sur les côtes. Sur un intervalle de [0;1], on considère qu'une région est convexe si elle a un coefficient de convexité d'au moins 0.75, où 1 est une région parfaitement convexe (tel un cercle) et 0 une région non convexe (c'est-à-dire qui présente beaucoup de concavités).

- ❑ Ajouter l'opérateur **region ::pconvexityselection**.
- ❑ Mettre les valeurs des paramètres *relation*=1 et *threshold*=0.75 (1 signifie de prendre les valeurs supérieures à 0.75). (*Attention, on utilise ici la notation anglaise pour les nombres, donc il faut mettre 0.75 et non 0,75*).
- ❑ Exécuter l'opérateur.
- ❑ Afficher l'image de sortie.

Forme convexe (valeur: 0.9)



Forme non convexe (valeur: 0.65)



7/ Sélection des grandes régions

Observation : Une autre caractéristique discriminante est la taille de la région correspondant à l'iceberg. On considère ici que pour qu'un bloc de glace soit un iceberg intéressant, il doit avoir une surface d'au moins 5000 pixels.

- ❑ Ajouter l'opérateur **region::pareaselection**.
- ❑ Mettre les valeurs de sparamètres *relation*=1 et *threshol*d=5000.
- ❑ Exécuter l'opérateur et afficher l'image de sortie.

Area selection : sélection des régions sur leur valeur de surface.

8/ Supprimer la région qui touche le bord

Observation : A ce stade, il peut rester deux régions de glace que sont l'iceberg et le glacier Petermann. Pour ne garder que l'iceberg, nous allons utiliser le fait que le glacier Petermann touche le bord de l'image puisqu'il déborde du cadre de l'image.

- ❑ Ajouter l'opérateur **region::poutborderselection**
- ❑ Mettre les 3 valeurs des paramètres *width*=1, *height*=1 et *depth*=0.
- ❑ Relier l'entrée de cette routine à la sortie de l'opérateur **pareaselection**.

9/ Dilatation de la région correspond à l'iceberg

Observation : Les bords de la région restante n'épousent pas exactement les bords de l'iceberg. La région est un peu plus petite que l'objet. Donc, nous allons dilater la région pour qu'elle ressemble mieux à l'iceberg.

- ❑ Ajouter l'opérateur **morphology::pdilatation** sur l'espace de travail.
- ❑ Relier son entrée à la sortie de **poutborderselection**.
- ❑ Mettre les valeurs de paramètre *num_se*=2 et *halfsize*=1

Dilatation : Replacer chaque pixel par la valeur maximale de ses 8 voisins.

10	11	15
10	10	14
9	15	14

10	11	15
10	15	14
9	15	14

$$pixel_i = \max_{j \in Voisins(i)} \{ pixel_j \}$$

10/ Éliminer les trous à l'intérieur de la région

Observation : Pour parfaire le résultat, nous allons supprimer les trous qui apparaissent à l'intérieur de la région du glacier. Ces trous ne correspondent pas nécessairement à de vrais trous dans l'iceberg, mais sont dus à des irrégularités de la couleur sur l'iceberg (par exemple, des ombres ou la présence de neige). Nous allons donc combler les trous pour ne pas fausser les résultats des calculs ultérieurs.

Fill hole : remplissage des trous.

- ❑ Ajouter l'opérateur **region::pfillhole** sur l'espace de travail.
- ❑ Relier son entrée à la sortie de **pdilatation**.
- ❑ Mettre la valeur *connexity*=8 (*valeur imposée pour les images 2D*).

11/ Ré-étiquetage de la région de l'iceberg

Beaucoup de régions ont été éliminées après les opérations précédentes. Cette dernière opération n'a pour but que de changer l'étiquette de la région de l'iceberg (actuellement 52) par la valeur 1.

- ❑ Ajouter une nouvelle fois l'opérateur **segmentation::plabeling**.
- ❑ Relier l'entrée de **plabeling** à la sortie de **pfillhole**.
- ❑ Mettre la valeur de paramètre *connexity*=8
- ❑ Exécuter l'opérateur et visualiser le résultat.

12/ Visualisation des résultats

Pour bien visualiser les résultats, nous allons superposer les frontières de la région correspondant à l'iceberg sur l'image initiale.

- ❑ Ajouter la routine **visualisation::SuperposerContours** sur l'espace de travail.
- ❑ Relier l'entrée n° 1 de **SuperposerContours** à la sortie de **loader** et l'entrée n°2 à la sortie de **pfillhole** comme décrit sur la figure page 2.
- ❑ Mettre la valeur de paramètre *mask*=1
- ❑ Vérifier que la localisation de l'iceberg est correcte.

13/ Calcul de la surface et du centre de gravité

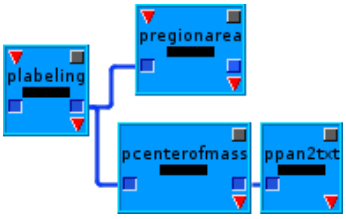
Nous allons d'une part calculer la surface de l'iceberg en pixels, et d'autre part extraire les coordonnées du centre de gravité de l'iceberg dans le repère image.

i) Calcul de la surface de l'iceberg :

- ❑ Ajouter l'opérateur **regionfeatureextraction::pregionarea**.
- ❑ Mettre le paramètre *name=surface*.

Area : surface

- ❑ Relier la sortie de **plabeling** à l'entrée de **pregionarea**.
- ❑ Exécuter l'opérateur et Afficher le résultat. La valeur affichée est le nombre de pixels de la surface de l'iceberg.



ii) Extraction des coordonnées du centre de gravité de l'iceberg :

- ❑ Ajouter l'opérateur **region::pcenterofmass** sur l'espace de travail.
- ❑ Relier la sortie de **plabeling** à l'entrée de **pcenterofmass**.
- ❑ Ajouter l'opérateur **conversion::ppan2txt**.
- ❑ Relier la sortie de **pcenterofmass** à l'entrée de **ppan2txt**.
- ❑ Exécuter l'opérateur **ppan2txt**.
- ❑ **Attention** L'exécution affiche 3 valeurs dans la console (en bas de l'interface) : « *i x y* » où *i* est le numéro de la région et *x*, *y* sont les coordonnées du centre de gravité de l'iceberg données en pixels dans l'image.

Center of mass : centre de gravité.

14/ Autres images

Ré-exécuter ce même programme sur chacune des deux autres images :

- ❑ Changer l'image dans le **loader** successivement avec 11sept20h00.pan puis 20sept19h55.pan.
- ❑ Exécuter le **viewer**.
- ❑ À chaque fois, reporter les valeurs de la surface et les coordonnées (x,y) du centre de gravité de l'iceberg dans la partie feuille de résultat ci-dessous.

Feuille résultat

Les images sattelitaires utilisées présentent les caractéristiques suivantes :

Type	Niveaux de gris (soit 1 pixel codé sur 1 octet).
Taille	848 colonnes x 694 lignes.
Échelle de prise de vue	83 pixels sur l'écran représentent 10 km sur le terrain.

1/ Caractéristiques de l'iceberg

Reporter les résultats de l'exécution du programme dans le tableau ci-dessous pour chacune des trois images :

Images	Surface *(pixel)*	Coordonnées du centre de gravité (en *pixel*)
10aout16h45.pan		
11sept20h00.pan		
20sept19h55.pan		

2/ Analyse de l'iceberg

À partir de ces valeurs calculer :

1. La vitesse de fonte en calculant la perte de surface entre les dates du 11 septembre et du 20 septembre.
2. La vitesse de déplacement entre ces deux mêmes dates.

Vitesse de fonte (m^2/jour)	Vitesse de déplacement (m/s)