

Extraction d'informations pour la cytologie

Projet Tutoré

Évariste DALLER

Université Caen Normandie

mai 2016

Interface

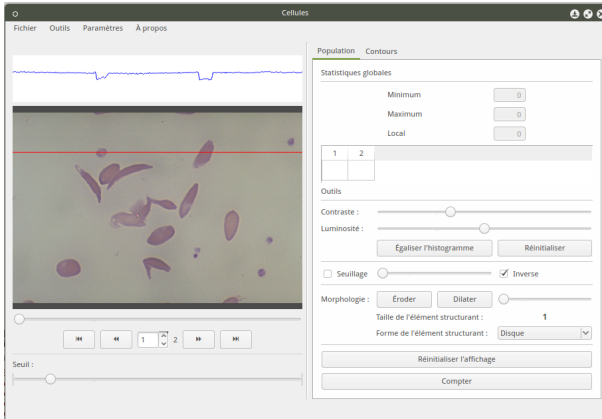


Figure: Fenêtre principale

Interface

Organisation de la fenêtre

- Un panneau de visualisation
- Un panneau de contrôle des composants

Contrôle de la liste d'images

On se déplace au sein de la liste d'images grâce à la barre de navigation (panneau de visualisation) :



Outils généraux

Outils de visualisation

Au sein du panneau de visualisation, on retrouve quelques outils rudimentaires.

- Outils de coupe (profiles) vertical et horizontal
- Outil de seuillage

Activation des outils

On active ces outils via le menu *Outils*. Un outil s'affiche dans le panneau de visualisation lorsqu'il est activé.

Outils de coupe

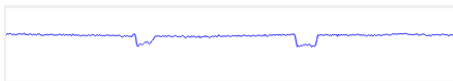


Figure: Profil horizontal

Coupe verticale et horizontale

Permettent de voir le signal d'une image - converti en niveaux de gris - le long d'une ligne ou d'une colonne.

Outils de coupe

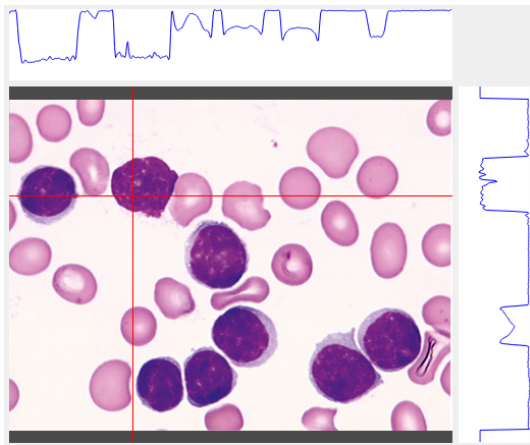
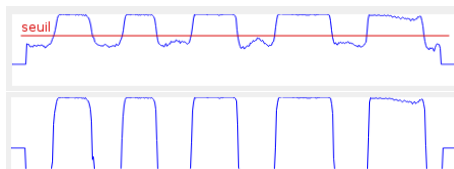


Figure: Outils de coupe en action

Outil de seuillage

Seuillage

On applique à l'image un seuillage à zéro :
les pixels ayant une valeur au-dessus d'un seuil défini par
l'utilisateur sont mis à zéros.



Signal et seuil, avant et après seuillage

Figure: Seuillage à zéro

Outil de seuillage

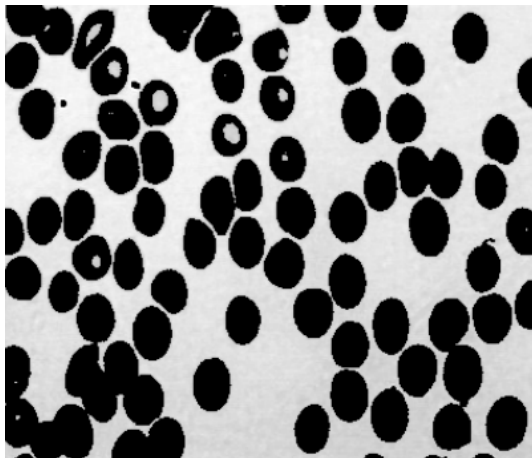


Figure: Outils de seuillage en action

Composant : Population

On suit une procédure manuelle, en utilisant les outils graphiques à disposition.

Procédure

- Binariser l'image
- Éliminer les éléments indésirables et séparer les cellules
- Compter les formes

Mise à jour de l'interface

Les statistiques de population et le tableau de résultat sont mis à jour à chaque comptage effectué.

Composant : Population

Statistiques globales

Minimum

23

Maximum

36

Local


23


1	2	3	4	5	6	7	8	
26	36	25	23					

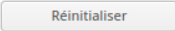
Figure: Interface : statistiques et résultats


Composant : Population


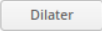

Outils

Contraste : 

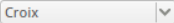
Luminosité : 

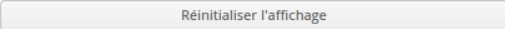
 Réinitialiser

☒ Seuillage  ☒ Inverse

Morphologie :   

Taille de l'élément structurant : 2

Forme de l'élément structurant : 

 Réinitialiser l'affichage

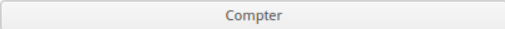
 Compter

Figure: Interface : contrôles

Composant : Population

Outils pré-traitement

Pour préparer au mieux la binarisation, on a à notre disposition un outil de réglage de

- Contraste
- Luminosité

Seuillage

On active la binarisation en cochant la case *Seuillage*, et en ajustant le seuil avec le curseur approprié.

Après seuillage, les formes à compter doivent être blanches sur fond noir. On peut utiliser la case Inverse si ce n'est pas le cas

Composant : Population

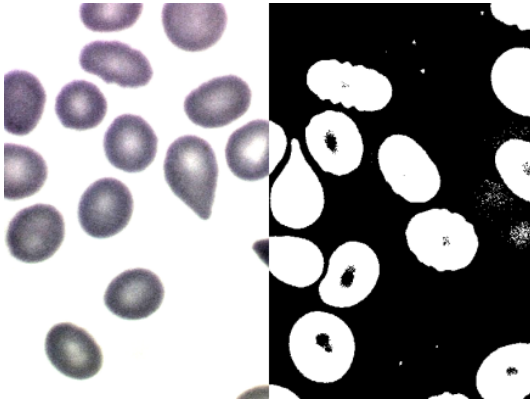


Figure: Seuillage : avant / après

Composant : Population

Morphologie

On choisi la forme de l'élément structurant et sa taille, puis on peut appliquer successivement une séries d'opérations parmi

- Érosion
- Dilatation

afin de supprimer les imperfections et de séparer les cellules collées

Élément structurant

On peut changer la taille et la forme de l'élément structurant entre deux opérations.

Composant : Population

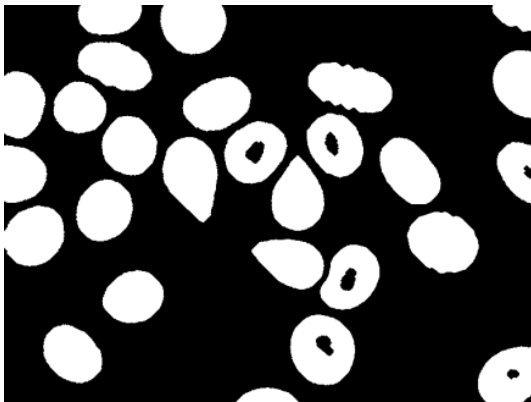


Figure: Après transformations morphologiques

Composant : Population

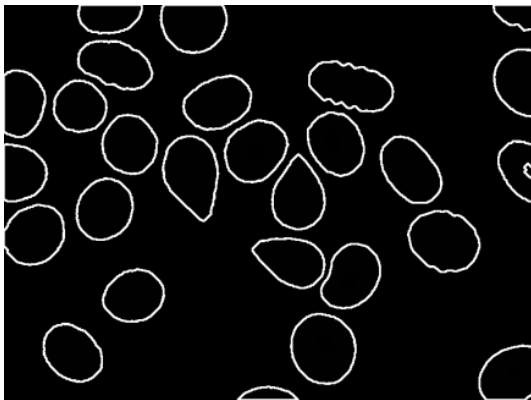


Figure: Après comptage : 27 contours trouvés

Composant : Contours

Cet outil permet d'extraire de l'image des descripteurs de formes d'une cellule en particulier.

Ces descripteurs sont

- Un descripteur basé sur la signature polaire de la forme
- Les descripteurs de Fourier

Composant : Contours

Sélection de la cellule

Pour sélectionner une cellule, on utilise la fonction *Placer le germe*. La sélection se fait à l'aide d'une segmentation par croissance de région.

On ajuste le critère d'homogénéité ainsi que le seuil de tolérance, et la segmentation est effectuée automatiquement.

Afficher uniquement le contour

Si on coche cette case, le programme n'affiche pas le masque de la région sélectionnée, mais uniquement le contour externe, sur l'image d'origine.

Composant : Contours

Sélection de cellule

Placer le germe

☐ Afficher uniquement le contour

Tolérance :



Fonction d'hom. :

Distance à la moyenne



Figure: Sélection d'une cellule

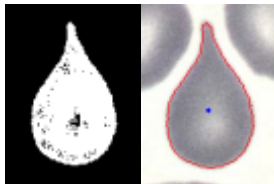


Figure: Masque de région et contour

Composant : Contours

Forme et signature polaire

La section suivante dans l'interface présente la forme sélectionnée et sa signature polaire.

La forme est centrée sur son centre de gravité - calculé en fonction pondérée des niveaux de gris.

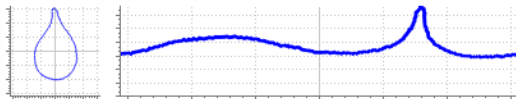


Figure: Forme et signature polaire

Composant : Contours

Orientation de la tangente

On peut voir ensuite un graphique montrant l'orientation de la tangente au contour en chaque point, entre $-\pi$ et π .

La droite grise également affichée correspond à celle d'un cercle.

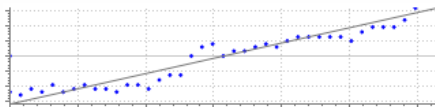


Figure: Orientation de la tangente

Composant : Contours

Descripteurs de Fourier

La variation de cette tangente (dérivée) est utilisée pour calculer les descripteurs de Fourier du contour.

Ces descripteurs sont affichés sous forme d'histogramme, et l'utilisateur peut choisir le nombre d'harmoniques à afficher

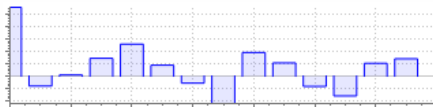


Figure: Descripteurs de Fourier

Fichiers de résultats

On peut enregistrer les résultats sous forme de fichier XML :

```
1 <!DOCTYPE Population>
2 <population>
3   <frame id="0">85</frame>
4   <frame id="1">87</frame>
5   <frame id="2">80</frame>
6   <frame id="3">53</frame>
7   <frame id="4">71</frame>
8 </population>
```

Listing 1: Résultats pour la population

Fichiers de résultats

Les deux descripteurs de contours sont enregistrés pour une cellule donnée :

```
1 <!DOCTYPE Contours>
2 <descripteurs>
3   <signature>
4     <variance>0.0195555</variance>
5     <pics>2</pics>
6   </signature>
7   <fourier>
8     <harm n="0">4.71239</harm>
9     <harm n="1">-1.93341</harm>
10    ...
11    <harm n="8">-0.155759</harm>
12    <harm n="9">2.54605</harm>
13  </fourier>
14 </descripteurs>
```

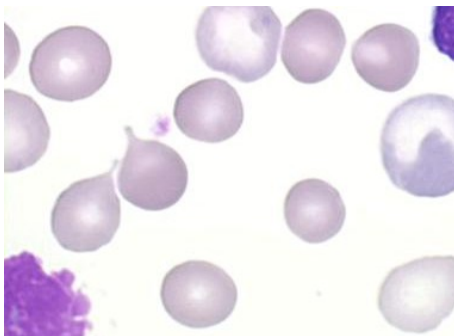
Listing 2: Résultats pour les descripteurs de contours

Présentation des cellules étudiées

Nous allons distinguer trois types d'hématies (globules rouges) en fonction de leur forme :

Hématies saines

Ces cellules ont une forme proche du disque, parfois légèrement aplatie, avec une coloration homogène.



Présentation des cellules étudiées

Drépanocytes

Ces hématies caractéristiques de la drépanocytose sont très allongées, parfois recourbées en forme de faucille.

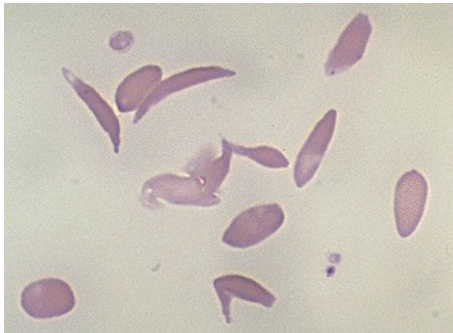


Figure: Hématies drépanocytaires

Présentation des cellules étudiées

Dacryocytes

hématies en forme de larme, caractéristiques de la myélofibrose avec métaplasie myéloïde (MMM) : anémie mettant en cause le fonctionnement de la moelle osseuse.

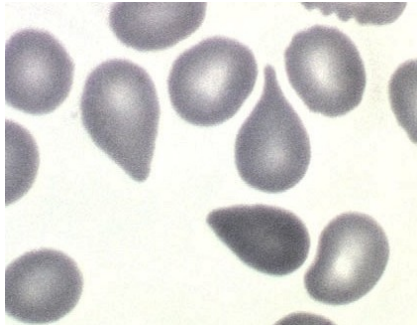


Figure: Dacryocytes

Descripteur de la Signature Polaire

Observation

On voit que les angles d'une forme ainsi que les bords éloignés de son contour créent des "pics" sur la signature polaire.

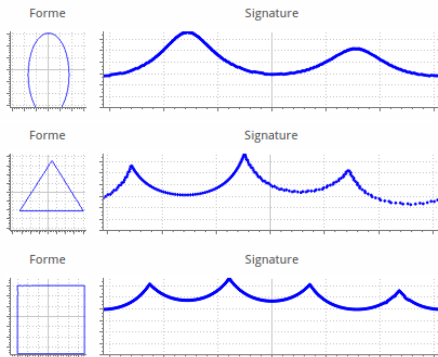


Figure: Signatures de formes géométriques

Descripteur de la Signature Polaire

Observation

C'est ce que l'on voit aussi pour les trois types de cellules étudiés.

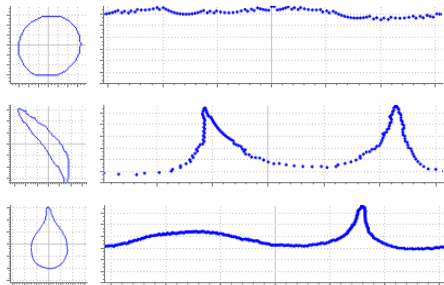


Figure: Signatures des trois types de cellules

Descripteur de la Signature Polaire

Signature

La signature est un nuage de points, que l'on va décrire avec des outils statistiques.

Descripteur

On caractérise la signature d'une forme par :

- Sa variance en terme de rayon (magnitude)
- Le nombre de "pics" que l'on observe

Pic

On définit un "pic" comme étant un groupe de points consécutifs au-dessus de la médiane.

Descripteurs de Fourier

Descripteur

On applique une transformée de Fourier à la variation de la tangente au contour (courbure). On sélectionne un certain nombre d'harmoniques qui formeront le descripteur.

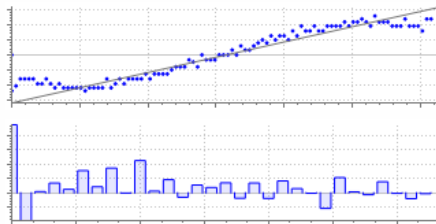


Figure: Orientation de la tangente et descripteurs de Fourier

Résultats : Cellules saines

Signature

Les cellules saines présentent une signature polaire quasi-constante, avec une très faible variance. En contrepartie, le nombre de "pics" est élevé car les valeurs tournent autour de la médiane.

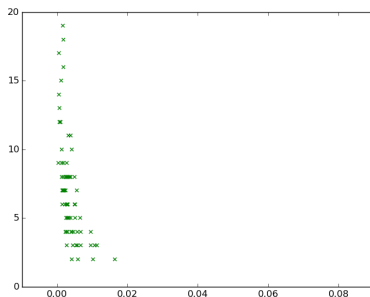


Figure: Nuage de points de 74 hématies saines : variance - pics

Résultats : Cellules saines

Descripteurs de Fourier

Ces cellules ont une forme très proche du cercle. En exprimant leur courbure dans le domaine fréquentiel, on observe une très forte fondamentale (harmonique 0) et quasi aucune amplitude pour les autres harmoniques.

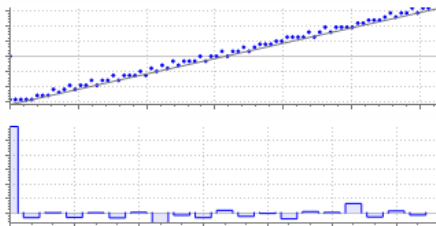


Figure: Tangente et descripteurs de Fourier pour une cellule saine

Résultats : Drépanocytes

Signature

Ces cellules étant très allongées, elles présentent systématiquement deux pics et une variance forte.

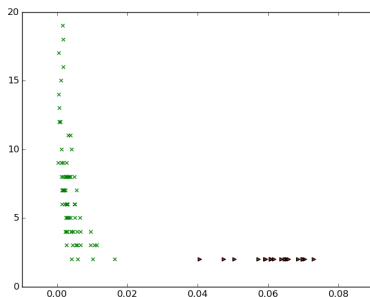


Figure: SP de 74 cellules saines et 21 drépanocytes

Résultats : Drépanocytes

Descripteurs de Fourier

Leur forme est assez éloignée du cercle et parfois même non-convexe. La complexité de la forme (donc de la courbure) se traduit par une combinaison de beaucoup d'harmoniques de forte amplitude.

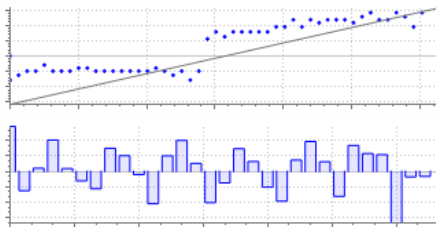


Figure: Descripteurs de Fourier pour une Drépanocyte

Résultats : Dacryocytes

Signature

La signature est caractérisée par un intervalle bombé et un pic correspondant à la petite excroissance. Cela donne généralement deux "pics" et une variance modérée.

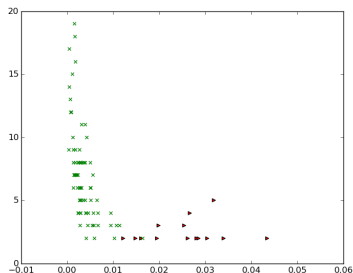


Figure: SP de 74 hématies saines et 15 dacryocytes

Résultats : Dacryocytes

Descripteurs de Fourier

Une grande partie de la forme est proche d'un cercle, mais une excroissance s'en extrait d'un côté. Cela implique une fondamentale forte et des harmoniques médianes présentes.

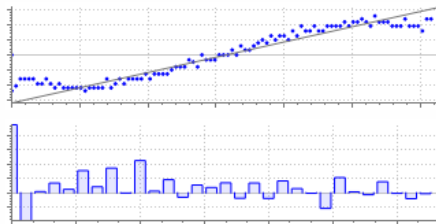


Figure: Descripteurs de Fourier d'une dacryocyte

Bibliographie

- M. KUNT *Reconnaissance des formes et analyse de scènes*, volume 3, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR), 2000
- N. WIRTH *Algorithms + data structures = programs*, Pub. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, p.84, 1976
- A. BERNADOU *Cytologie sanguine - sang normal : normes*, <http://www.cytologie-sanguine.com/html/sangnorme01.php> [Consulté le 5 mai 2016]