

Travail été 2024

Julien Thibodeau

September 5, 2024

1 Crabes 1

2 Otolithes

J'ai commencé par tracer le contour de l'otolith en utilisant une spline cubique. Les points du contour ont été trouvés avec la fonction `clean` de la librairie `imager` de R. Elle permet de nettoyer l'image et de la rendre plus clair. Quand on utilise ça en cherchant les pixels dont l'intensité de gris est plus grand qu'un certain seuil, il ne nous reste qu'une grosse forme plus lisse. Ce qui donne :

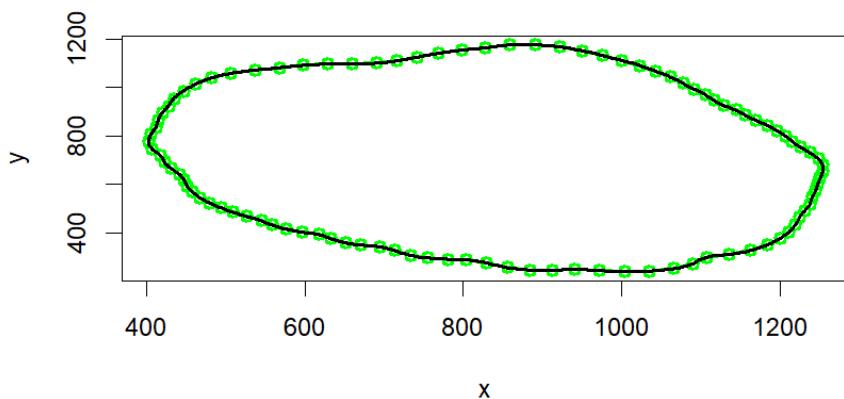


Figure 1: Contour d'un otolith

Ensuite, on a essayé de faire une méthode permettant de trouver le noyau de l'otolith en essayant de minimiser la différence d'intensité de gris entre chaque rayons à partir du noyau tentatif. Comme le noyau se trouve au centre, tous les rayons autour devraient se ressembler. Cependant, ça ne fonctionne pas encore bien puisque comme on le verra plus tard, les anneaux sont irréguliers par rapport au noyau.

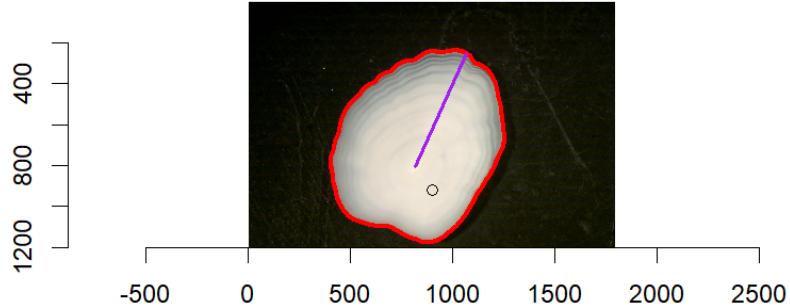


Figure 2: Image de l'otolith avec la spline du contour, le noyau tentatif et le plus grand rayon

2.1 Sweep et lissage des anneaux

On peut bien voir ses irrégularités en déroulant l'otolith. En prenant le même nombre de points (pour normaliser) dans chaque rayon de 0 à 2π à partir du noyau, on retrouve ceci :

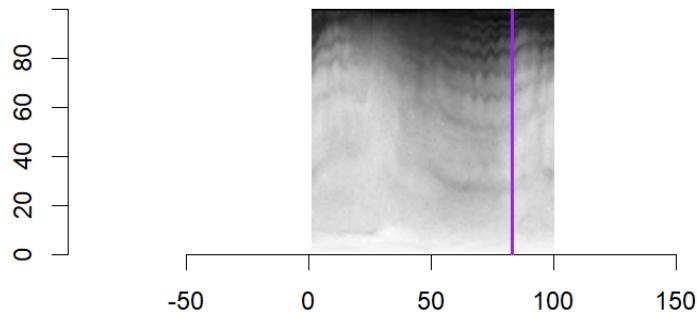


Figure 3: Sweep de l'otolith normaliser($x : [0, 2\pi]$, y : points pris des rayons)
Ici l'axe principal (plus grand rayon) est représenté par la ligne violet. Comme on peut voir, malgré la normalisation de la distance du noyau au contour pour

qu'elle soit partout la même, des vagues apparaissent nous démontrant ainsi l'irrégularité des anneaux d'un otolith. Pour résoudre cela, on va appliquer une transformation aux coordonnées de l'image de sorte à faire une distortion qui va lisser les anneaux. On utilise la cumulatrice d'une distribution beta pour faire la transformation puisqu'elle a un domaine borné ($[0, 1]$) tout comme les coordonnées. Les paramètres de la beta sont estimés à partir de la fonction optim de R.

Ma première implémentation de cette distortion a été de commencer à partir de l'axe principal et d'aller directement à gauche et à droite puisque ses rayons seront très similaire à l'axe principal, donc il n'y aura pas une très forte distortion. Ensuite, on prend les prochains à gauche et à droite et les compare au rayon non-transformé précédent. Comme eux aussi sont similaires, il n'y aura pas une grande distortion. On applique la beta pour obtenir un rayon ressemblant au rayon transformé précédent et une autre fois avec les paramètres précédents pour obtenir l'axe principal. On continue comme ça pour tous les rayons.

L'implémentation final est d'encore commencer avec les rayons directement à gauche et à droite de l'axe principal et de s'éloigner petit à petit, mais ici on compare toujours à l'axe principal. Par contre, les paramètres initiaux que l'on donne à optim pour qu'il commence sa minimisation sont les paramètres qu'optim à trouver pour le rayon précédent.

Voici ce que ces méthodes donnent :

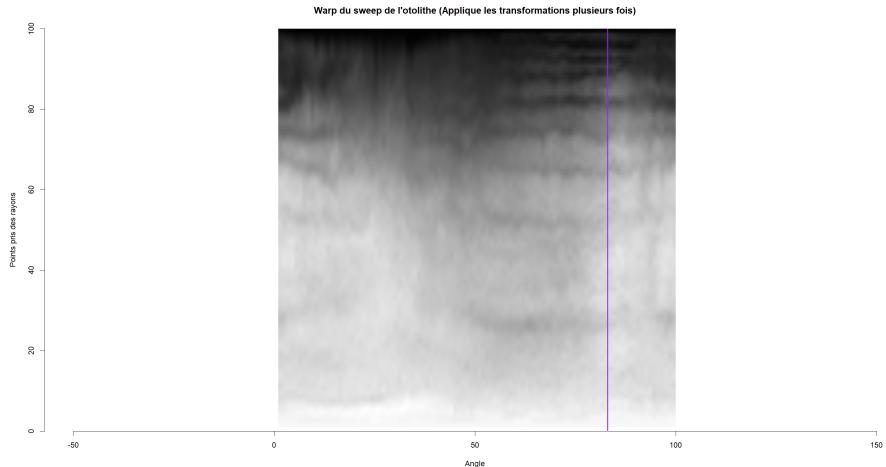


Figure 4: Distortion des coordonnées pour lisser les anneaux méthode 1

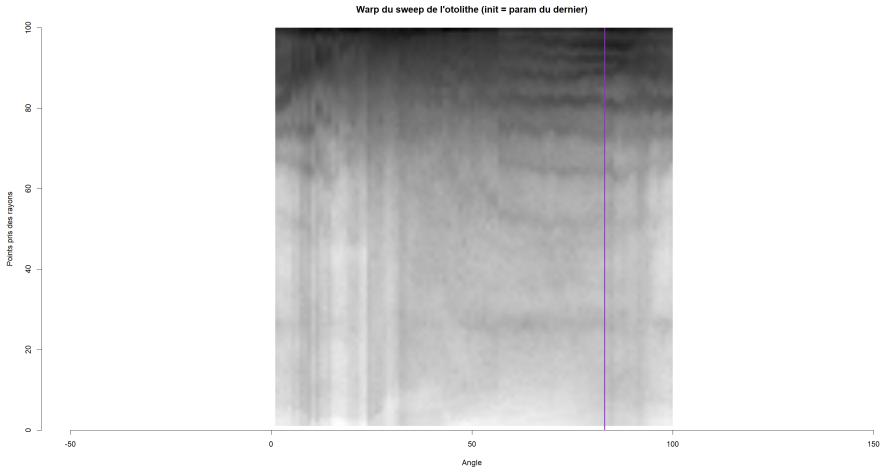


Figure 5: Distortion des coordonnées pour lisser les anneaux méthode 2

Les deux méthodes impliquent aussi une régression linéaire permettant de scalar la couleur pour qu'elle ressemble plus à celle de l'axe principal. (Appliquer seulement dans la minimisation pour méthode 1 et pour la méthode 2 appliquer à l'affichage aussi).

On remarque que la méthode 1 semble converger mieux à long terme que la méthode 2, mais il est plus compliqué d'évaluer les distorsions qui ont été faites puisque c'est un mélange de beta. La méthode 2, même si elle converge vers d'autres valeurs plus loin de l'axe principal, elle fonctionne bien quand on y est près (ce qui est l'important) et en plus il n'y a pas de mélange de beta alors on peut facilement voir la distortion avec les paramètres des beta.

Le plus important est de bien pouvoir lisser près de l'axe principal, donc prenons seulement une tranche.

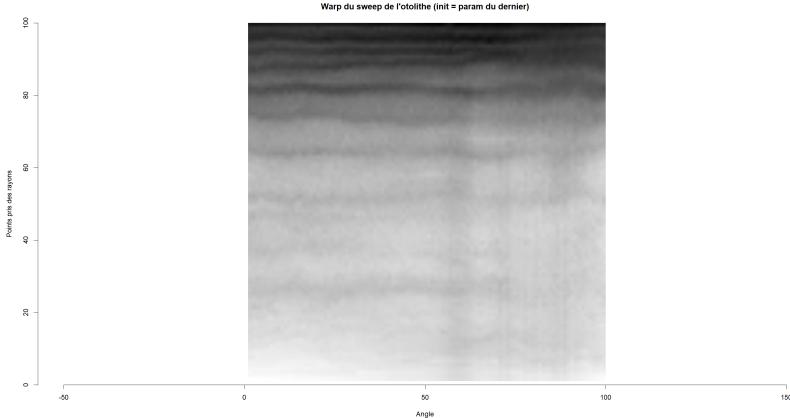
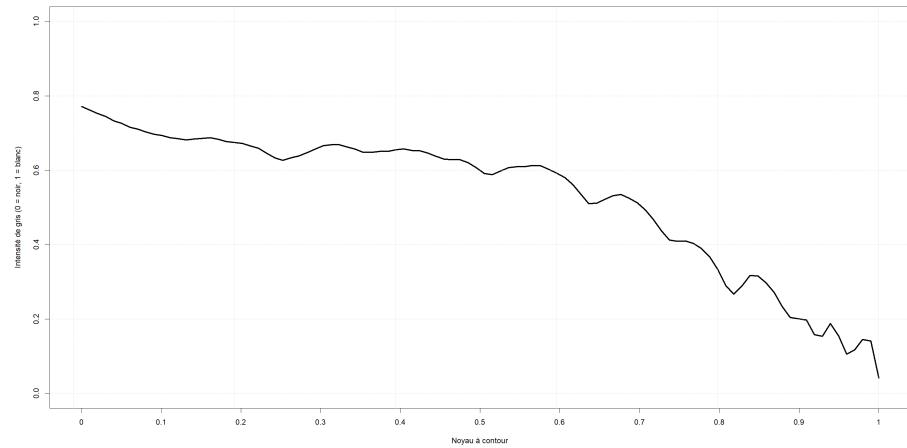
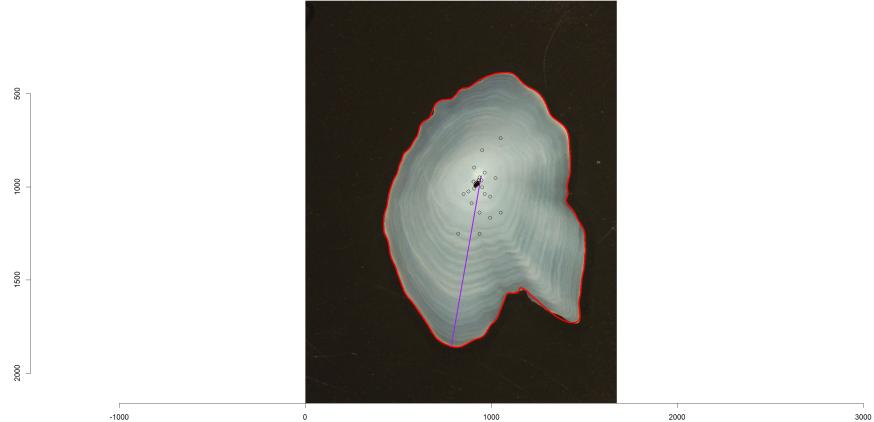


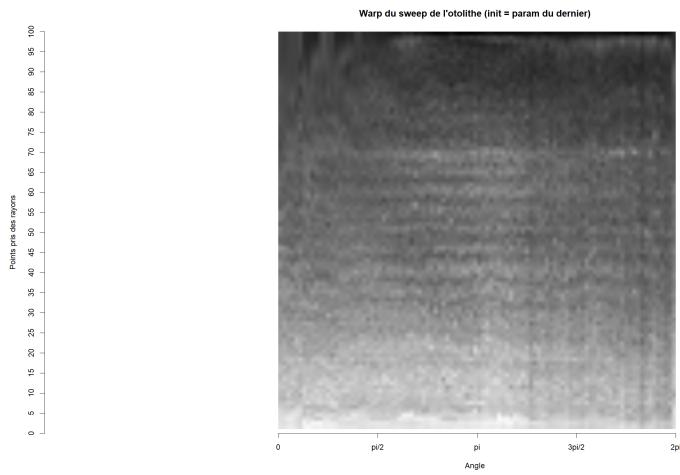
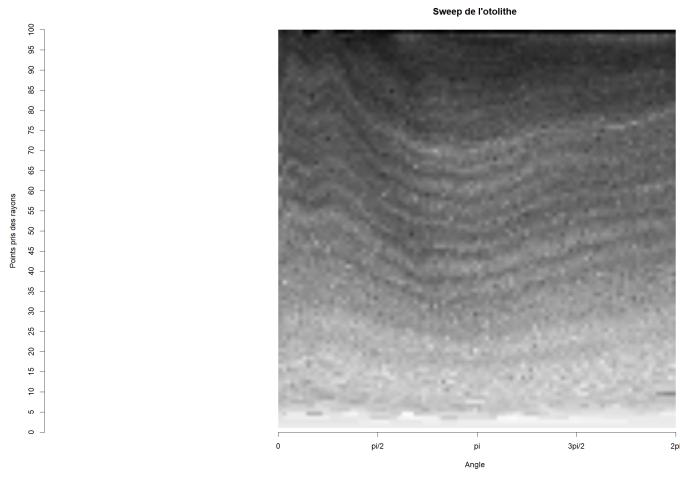
Figure 6: Méthode 2 tranche de axe principal $\pm\pi/4$

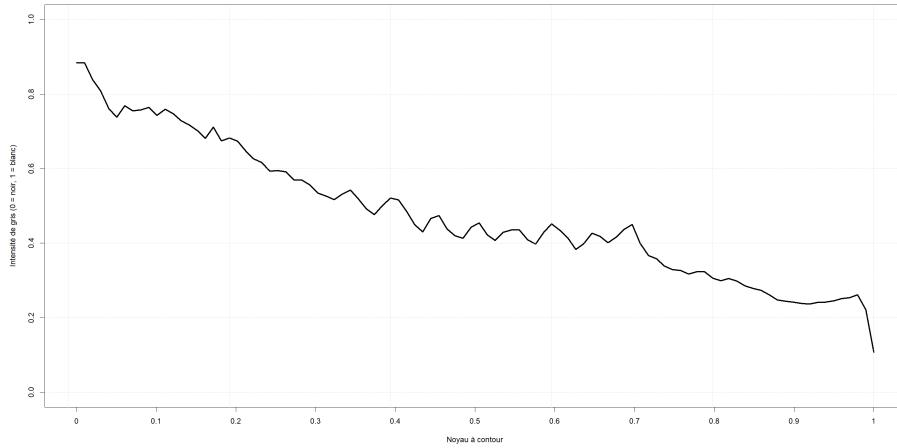
En prenant la moyenne des intensités de gris pour cette tranche en allant du noyau au contour, on obtient un graphique comprenant des vagues plus lisses puisque la moyenne élimine les petites irrégularités.



En essayant de faire ce mêmes graphiques pour un autre otolithé, on a :







2.2 Trouver le contour

Au début on choisit à l'oeil les valeurs des paramètres de seuil et de nettoyage pour trouver le contour, ce qui n'est pas idéal si l'on veut que se soit plus automatique. Donc on va utiliser optim pour nous aider. Pour trouver le paramètre de nettoyage de l'image et celui du seuil de couleur, on minimise la différence carré de la moyenne des pixels à l'intérieur du contour avec 1 (blanc) et celle de la moyenne des pixels à l'extérieur du contour avec 0 (noir) avec un plus grand emphase sur le fait que l'extérieur soit noir (puisque l'intérieur n'est pas toujours blanc).

En utilisant une idée similaire, on peut trouver le noyau (de la première image d'otolith de plie au moins). On utilise le même paramètre de nettoyage trouver plus tôt et on incrémente le seuil jusqu'au dernier qui comprend encore des pixels dont la couleur y est supérieur. Si notre méthode de nettoyage fonctionne bien, on devrait se retrouver avec une seule forme, le noyau (le problème vient du fait qu'il peut ne pas bien fonctionner, donc on se retrouvera avec plusieurs formes).

À noter que les images précédentes n'utilisent pas ces méthodes. Voici ce que ces méthodes pour trouver le contour et le noyau donnent :

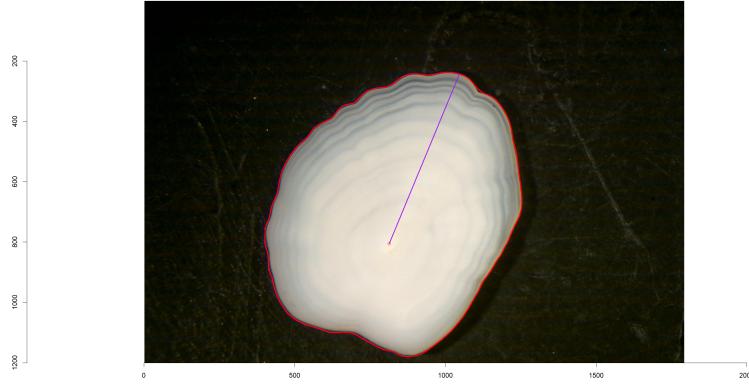


Figure 7: Otolithe avec le noyau trouvé et le contour tracé en rouge

Cependant, pour certains otolithes optim trouve les mauvais paramètres, donc on va fixer les paramètres à 0.2 pour le seuil de l'intensité de gris et 30 pour le paramètre de nettoyage de l'image. Ces paramètres semblent fonctionner pour les otolithes testés jusqu'à présent.

2.3 Compter les anneaux

En utilisant le graphique des moyennes des intensités de gris dans la tranche, on remarque des vallées. Si on approxime par une spline de lissage, on élimine encore plus les petites irrégularités. En divisant ensuite par une b-spline simple qui approxime la courbe sans les oscillations, on obtient une courbe qui oscille plus ou moins autour de 1 au lieu d'osciller en descendant. Voici à quoi ça ressemble :

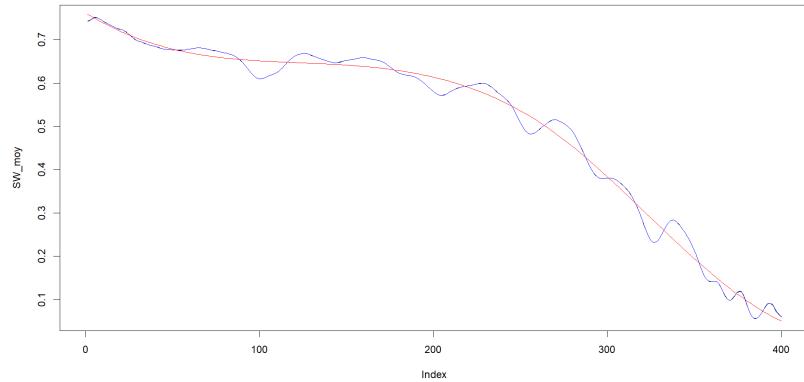


Figure 8: En bleu la smoothing curve et en rouge la courbe qui va diviser

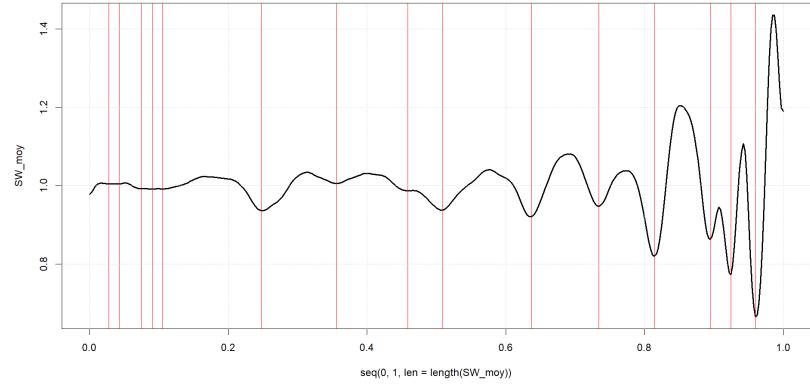


Figure 9: En noir, la courbe après division et en rouge, les minimums locaux

Median blur semble être bon pour nettoyer l'image tout en gardant les contrastes. Voici un exemple :

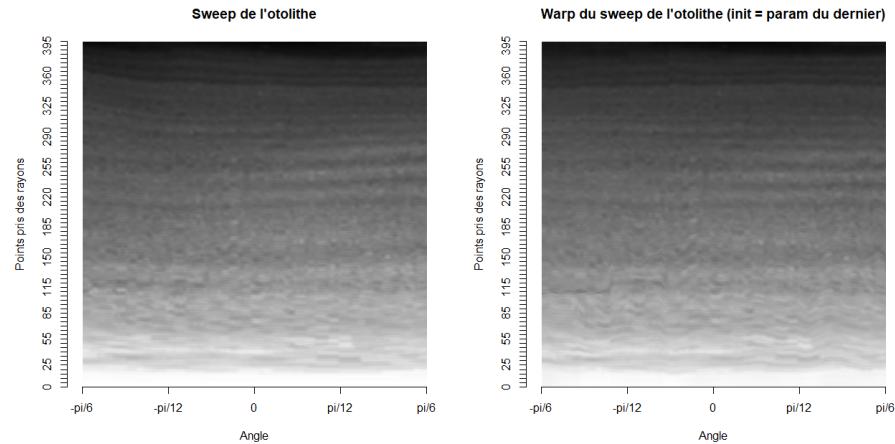


Figure 10: Sans median blur

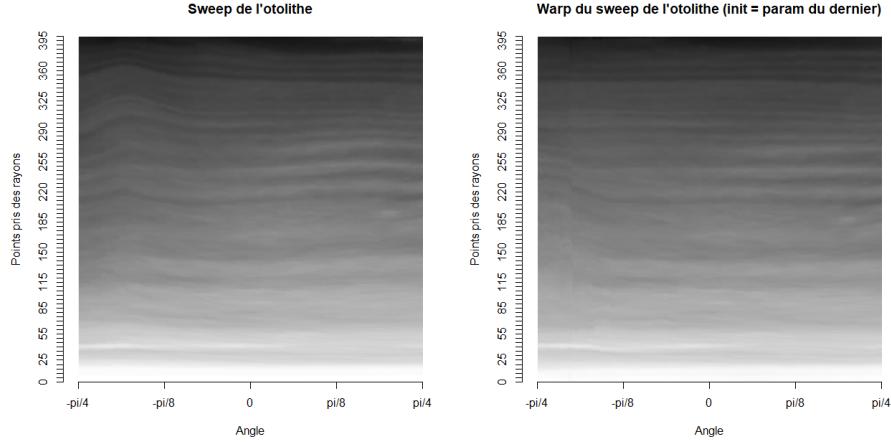


Figure 11: Avec median blur

2.4 Article trouver noyau

On crée une map topographique de l'image d'otolithe, avec les levels lines. Comme l'image a beaucoup de pixels, on diminue les dimensions de l'image à 200x200 pour trouver les level lines et ensuite, on ramène l'image et les coordonnées des levels lines aux dimensions initiales. Voici ce que ça donne :

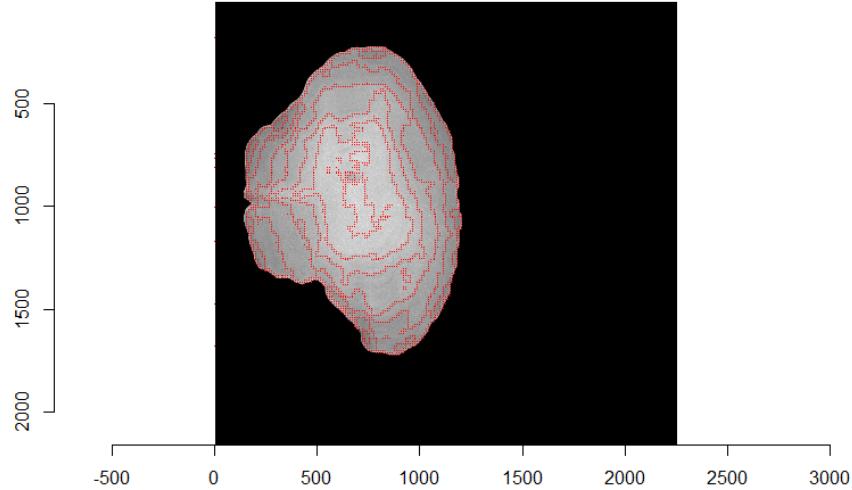


Figure 12: Map topographique simple d'un otolithe

Ensuite, on enlève les formes qui sont trop petites pour être le noyau. Dans notre cas, on enlève toutes les formes qui sont composés de moins que 15 points. Voici ce que ça donne :

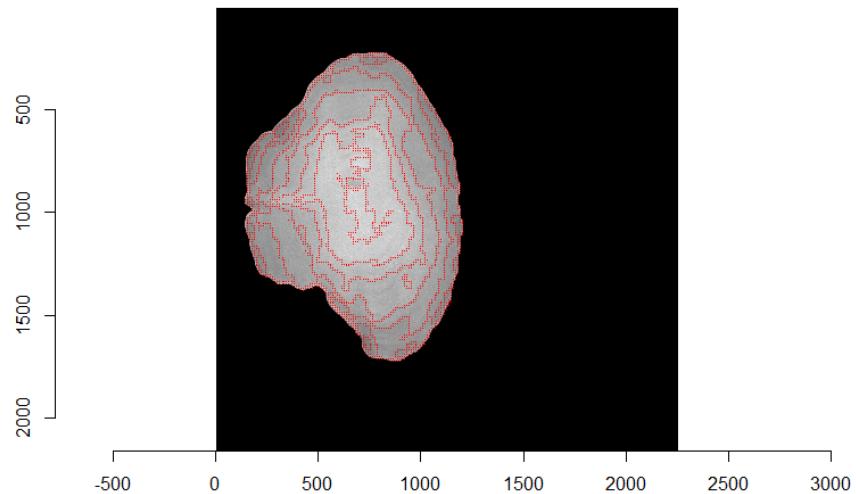


Figure 13: Map topographique d'un otolithe après avoir enlevé les formes trop petites

Après, on enlève toutes les formes qui contient d'autres formes. Voici ce que ça donne :

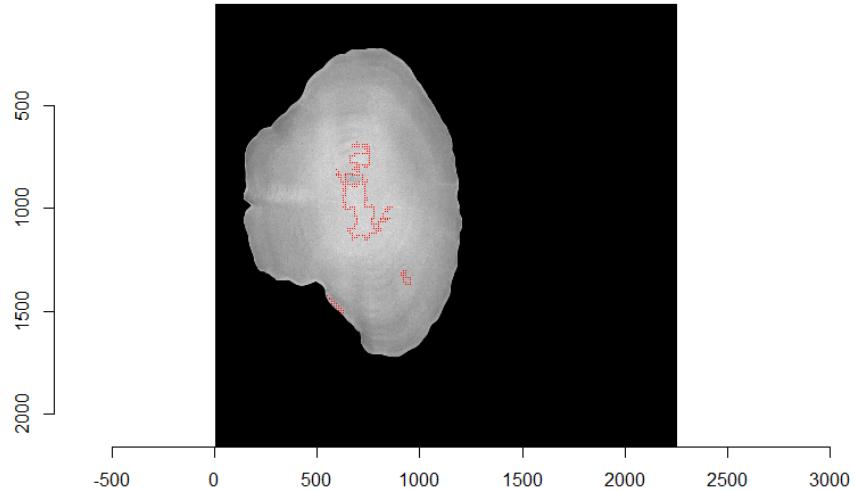


Figure 14: Map topographique d'un otolith après avoir enlevé les formes contenant d'autres formes

La prochaine étape de l'article en est une que je passe pour l'instant. La prochaine étape qu'on fait est de calculer les valeurs suivantes :

1. $f_1(S) = |S|$
2. $f_2(S) = \frac{|S|}{\max_{x \in S} d(x, \Delta)^2}$
3. $f_3(S) = \frac{|S|}{D(S, \Delta^\perp)^2}$

où $|S|$ veut dire l'aire de la forme S . $d(x, \Delta)$ représente la distance minimal entre un point x de la forme S et l'axe principale (plus longue) de l'otolith Δ . $\max_{x \in S} d(x, \Delta)$ veut dire qu'on prend la plus grande valeur parmi tous les points x de S . $D(S, \Delta^\perp)$ est le diamètre de la projection de la forme S sur une droite orthogonale à Δ .

On dit qu'un bon noyau devrait avoir de grandes valeurs pour f_1 , f_2 et f_3 . f_1 représente l'aire de la forme, f_2 sa taille relatif à sa distance à l'axe principal et f_3 représente comment plat (comparé à l'axe principal) la forme est. Pour ne pas avoir à fixer un seuil pour les f_i , l'article dit au lieu que le noyau serait la seul forme dont les f_i ne serait pas indépendant puisqu'ils résultent tous du fait que l'otolith grandit à partir du noyau. On teste donc une hypothèse par contradiction qui dit "les f_i sont indépendant". Le noyau serait alors celui qui répond le moins bien à cette hypothèse.

Soit H_i la fonction de répartition empirique inverse de f_i :

$$1. \ H_i(\mu) = \frac{\#\{S \in \varepsilon, f_i(S) > \mu\}}{\#\{S \in \varepsilon\}} \text{ où } \# \text{ est la cardinalité}$$

Soit

$$1. \ E_1(S) = \left(\max_{i=1,2,3} H_i(f_i(S)) \right)^3$$

Alors le noyau N est la forme qui vérifie : $E_1(N) = \min_{S \in \varepsilon} E_1(S)$.