

# Utilisation du logiciel TNPC : Acquisition automatique d'images de pièces calcifiées à partir d'un scanner



## **Utilisation du logiciel TNPC : Acquisition automatique d'images de pièces calcifiées à partir d'un scanner**

Oudard, C., Elleboode, R. & Mahé, K., 2012. Utilisation du logiciel TNPC : Acquisition automatique d'images de pièces calcifiées à partir d'un scanner, Rapport IFREMER, 27 pp.

# sommaire

<b>Introduction .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Généralités TNPC.....</b>	<b>5</b>
1.1. Ouverture du système.....	5
1.2. Création d'une base de données .....	6
1.3. Réglages des paramètres d'acquisition .....	7
<b>2. Généralités du scanner .....</b>	<b>9</b>
2.1. Description du scanner .....	9
2.2. Disposition des pièces calcifiées sur le scanner.....	10
2.3. Réglages du scanner pour une acquisition en lumière réfléchie des pièces calcifiées ...	12
2.4. Réglages du scanner pour une acquisition en lumière transmise des otolithes.....	16
<b>3. Acquisition et numérisation des images .....</b>	<b>19</b>
<b>4. Qualité des images et temps d'acquisition associé .....</b>	<b>25</b>
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>27</b>



## Introduction

TNPC (Traitement Numérique de Pièces Calcifiées, [www.tnpc.fr](http://www.tnpc.fr)) est un logiciel dédié à l'acquisition et à l'aide pour l'interprétation des pièces calcifiées, financé par l'institut français IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER, <http://wwz.ifremer.fr/institut>). Plusieurs années ont été nécessaires à l'élaboration de ce logiciel. Le projet a commencé en 1994 avec le travail de Hervé Troadec, en collaboration avec d'autres personnes telles que Ronan Fablet, Hélène de Pontual et André Ogor.

Ce document explique en partie ou en intégralité plusieurs fonctionnalités de TNPC :

- Acquisition d'images grâce à un système automatique : scanners et réalisation d'images



Figure 1 : Photographie de 5 lames d'otolithes en lumière réfléchie.

- Création automatique d'une base de données en identifiant chaque pièce calcifiée une à une

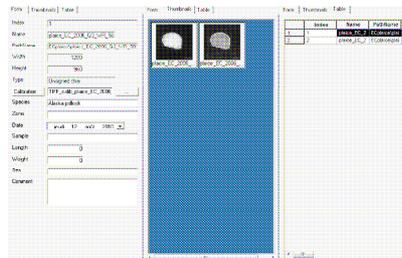


Figure 2 : Interface de TNPC illustrant la création et la gestion d'une base de données.

- Gestion de bases de données d'images et exportation des images en différents formats.

TNPC (version 5<sup>1</sup>) fonctionne sur la plate-forme Visilog (version 7) développée par la société Noésis (<http://www.noesis.fr/fr/index.html>). La plupart des fonctions utilisées sont des fonctions propres à Visilog et vous trouverez toutes les informations appropriées dans la documentation de Visilog sur le CD-ROM associé au logiciel TNPC. Nous avons fait le choix de ne pas reproduire dans cette documentation tout le manuel de Visilog.

<sup>1</sup> documentation disponible : [http://www.tnpc.fr/flash\\_media/produit/TNPC5\\_UG.pdf](http://www.tnpc.fr/flash_media/produit/TNPC5_UG.pdf)

# 1. Généralités TNPC

## 1.1. Ouverture du système

Allumer l'ordinateur et le scanner et ouvrir le logiciel «TNPC » grâce à l'icône située sur le bureau ou dans le menu Démarrer.



A l'ouverture du logiciel, une fenêtre « **Information globale** » (Fig. 3) apparaît.

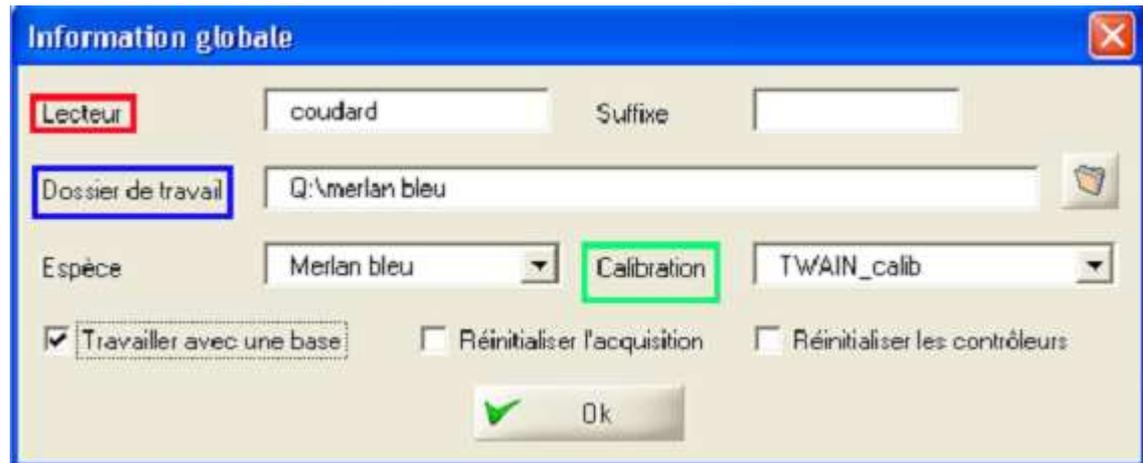


Figure 3 : Fenêtre d'information globale au lancement de TNPC .

- le nom du **Lecteur**, automatiquement rempli par le nom d'ouverture de session de l'ordinateur,
- le Suffixe (facultatif mais pouvant être utile lorsqu'il y a plusieurs utilisateurs d'une même base),
- le **Dossier de travail** (dans lequel seront enregistrées les données) à choisir parmi les différents répertoires proposés, ou pouvant être créé,
- l'espèce étudiée,
- le nom de la **Calibration** : choisir « TWAIN\_calib ». Lors de la première utilisation cette calibration n'est pas encore créée. Elle sera automatiquement créée et incrustée aux images lors de la numérisation. « TWAIN\_calib » sera automatiquement pris en compte pour toutes acquisitions scanner si « incrustation de la calibration » est cochée (dans les paramètres d'acquisition images),
- Cocher la case « **Travailler avec une base** » si nécessaire puis sur « **Ok** ».

## 1.2. Création d'une base de données

Une fois que le logiciel TNPC est ouvert, aller dans la barre d'état en bas à droite et sélectionner l'onglet « **Base de données** » (Fig. 4). Allez ensuite dans « **Fichier** », « **Nouvelle base** » et nommez la nouvelle base à créer et cliquer sur « **Création** ».

La création d'une base de donnée n'est pas obligatoire mais s'avère très utile pour de nombreuses applications sur l'ensemble d'un groupe d'images (conversion du format, annotations...).

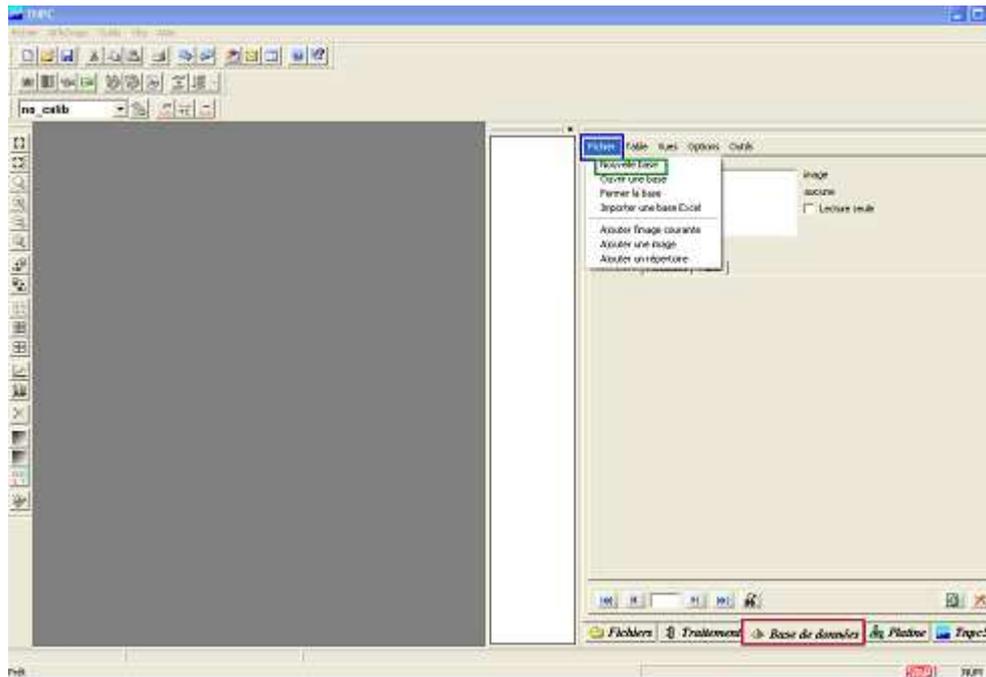


Figure 4 : Fenêtre TNPC pour la création d'une base de données.

Pour plus d'informations sur l'utilisation des bases de données, voir le manuel d'utilisation de TNPC (Mahé *et al.*, 2011<sup>2</sup> ; <http://www.tnpc.fr>).

<sup>2</sup> Mahé Kélig, Fave Sébastien, Couteau Jean (2011). **TNPC User guide**.  
<http://archimer.ifremer.fr/doc/00032/14288/>

### 1.3. Réglages des paramètres d'acquisition

Aller ensuite dans l'onglet « **TNPC 5** », puis dans « **Acquisition** » et cliquer sur afin de rentrer les différents paramètres d'acquisition (Fig. 5).

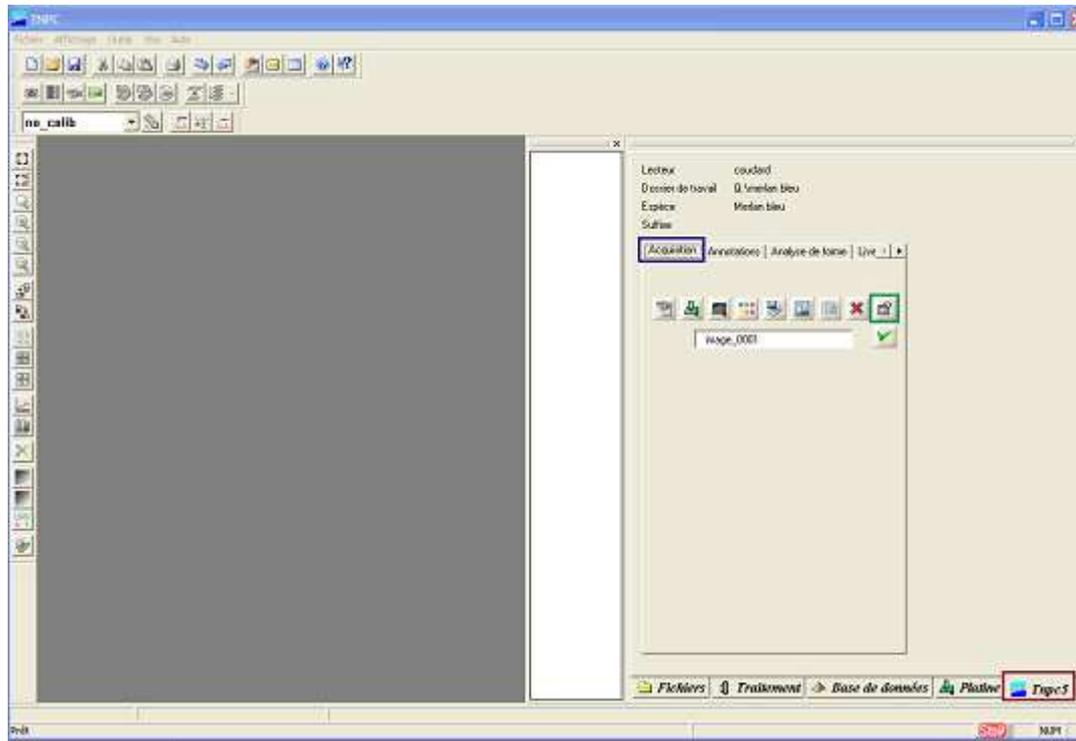


Figure 5 : Fenêtre d'enregistrement des paramètres d'acquisition.

Un sous-menu « **Acquisition** » apparaît dans lequel, il faut entrer le nom générique choisi pour la série d'échantillons et dans « **Numéro de la prochaine acquisition** », choisir le numéro attribué à la première pièce calcifiée qui sera numérisée.



Dans la version 5 du logiciel TNPC, les échantillons sont incrémentés en n+1 sans « lacune » possible.

Dans le sous-menu «**Général**» (Fig. 6), cocher «**Incrustation de la calibration**» et si besoin, «**Ajout dans la base de données**».

La sauvegarde des images dans le format **im6** ou **tif** permet de conserver les méta-données associées à l'image.

Vous pouvez effectuer une sauvegarde des paramètres utilisateur de TNPC si nécessaire ou récupérer une sauvegarde préalable à partir des 4 boutons en bas de la figure 6

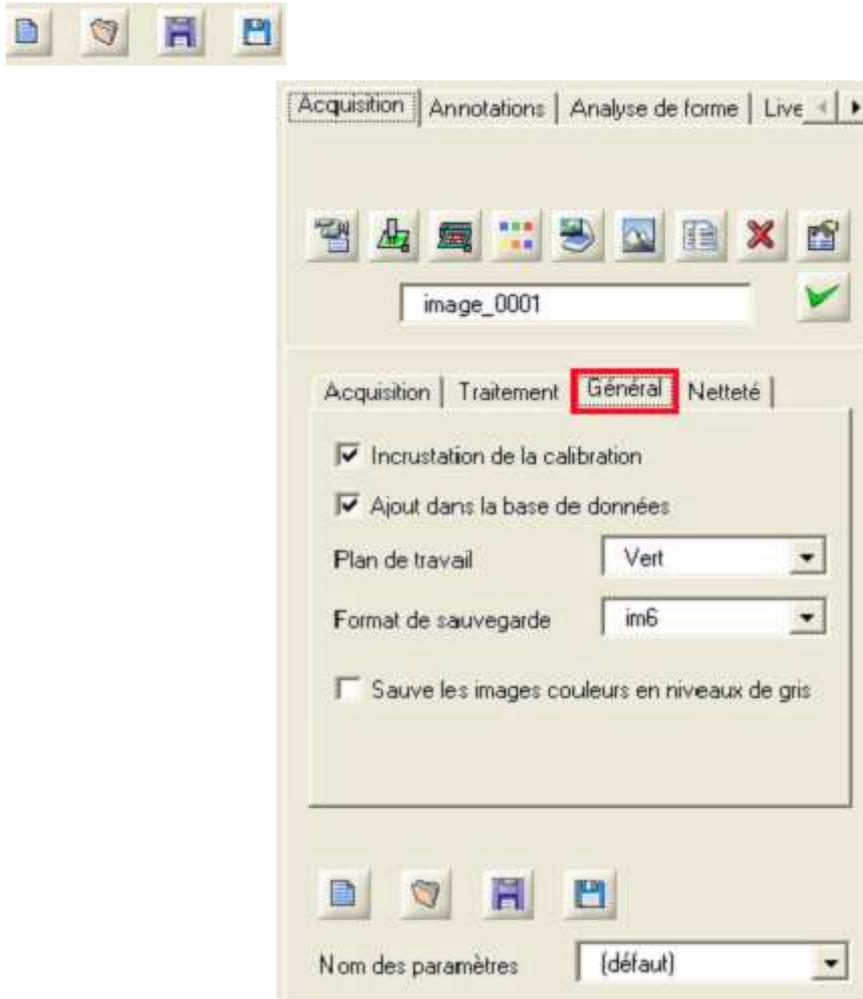


Figure 6 : Détails du menu d'enregistrement des paramètres d'acquisition.

La sauvegarde en niveaux de gris n'est pas compatible avec l'analyse de forme sous certains logiciels (ex : Shape)

Pour plus d'informations sur l'utilisation de l'onglet acquisition, voir le manuel d'utilisation de TNPC (Mahé *et al.*, 2010 ; <http://www.tnpc.fr>).

## 2. Généralités du scanner

### 2.1. Description du scanner

Dans la suite de ce document, le scanner utilisé est un scanner Epson pro V750 possédant certaines caractéristiques et options utilisées ici.

En effet, ce modèle permet l'acquisition d'images selon 2 sources de lumières distinctes (réfléchie et transmise) et possède également un système de réglage en hauteur du panneau supérieur (capot) (Fig. 7).



Figure 7 : Description du scanner Epson Pro V750.

Pour pouvoir acquérir des images à partir du scanner, il faut au préalable que le logiciel de ce dernier soit bien installé et reconnu par TNPC. Après l'installation du scanner, pour vérifier que ce dernier soit bien compatible, aller dans TNPC sur la barre d'acquisition scanner    et cliquer sur le dernier bouton de la série . Ce bouton vous permet de sélectionner le scanner à utiliser et ainsi de vérifier que ce périphérique a bien été reconnu (Fig. 8).

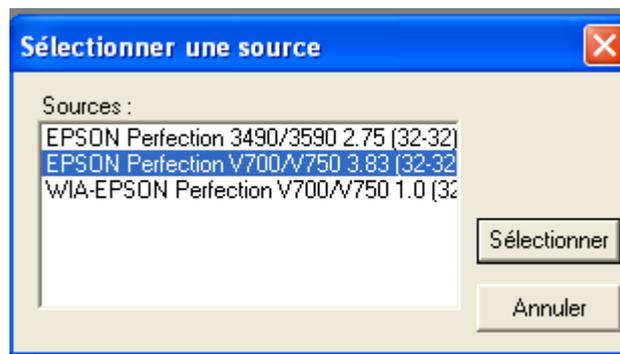


Figure 8 : Fenêtre de sélection du scanner dans le logiciel TNPC.

Le premier bouton  de la barre « scanner » permet de lancer le logiciel du scanner et le second  permet de réaliser une numérisation totale du scanner sans passer par l'interface du scanner.

Si un message d'erreur apparaît (Fig. 9) vérifier que le scanner est allumé.

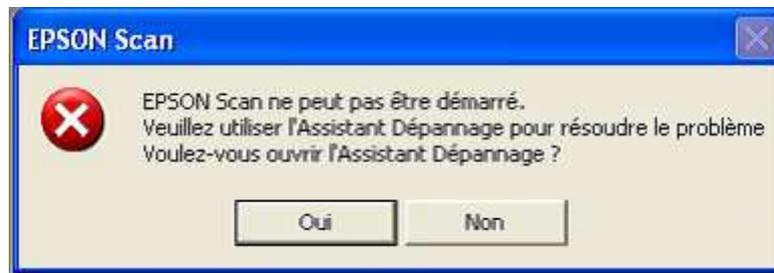


Figure 9: Message d'erreur en cas de non alimentation du scanner.

## 2.2. Disposition des pièces calcifiées sur le scanner

L'ordre de disposition des pièces calcifiées sur le scanner est important. En effet, la 1<sup>ère</sup> pièce calcifiée qui sera reconnue par le logiciel TNPC sera celle située dans le coin supérieur droit de la vitre du scanner (Fig. 10). Il est donc nécessaire d'y placer la pièce calcifiée n1.

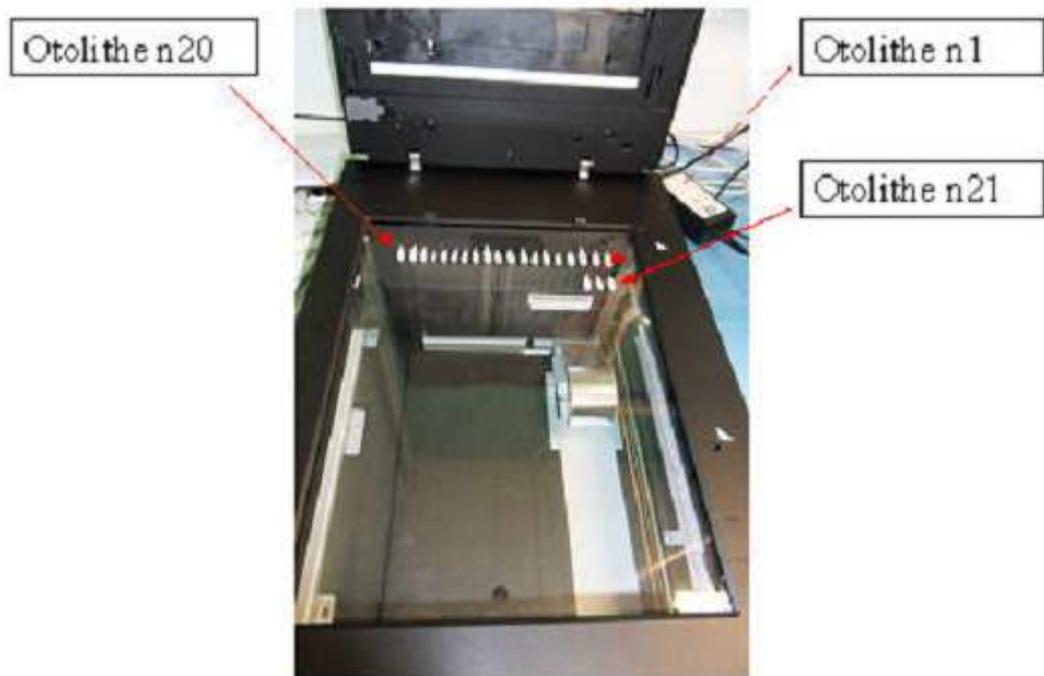


Figure 10 : Disposition des pièces calcifiées (ici, des otolithes) sur le scanner.

Ensuite, les pièces calcifiées vont être reconnues successivement sur la première ligne jusqu'à la pièce calcifiée finissant la ligne dans cet exemple n20 (Fig. 10). La pièce calcifiée n21 sera donc celle directement placée sous la pièce calcifiée n1 et ainsi de suite.

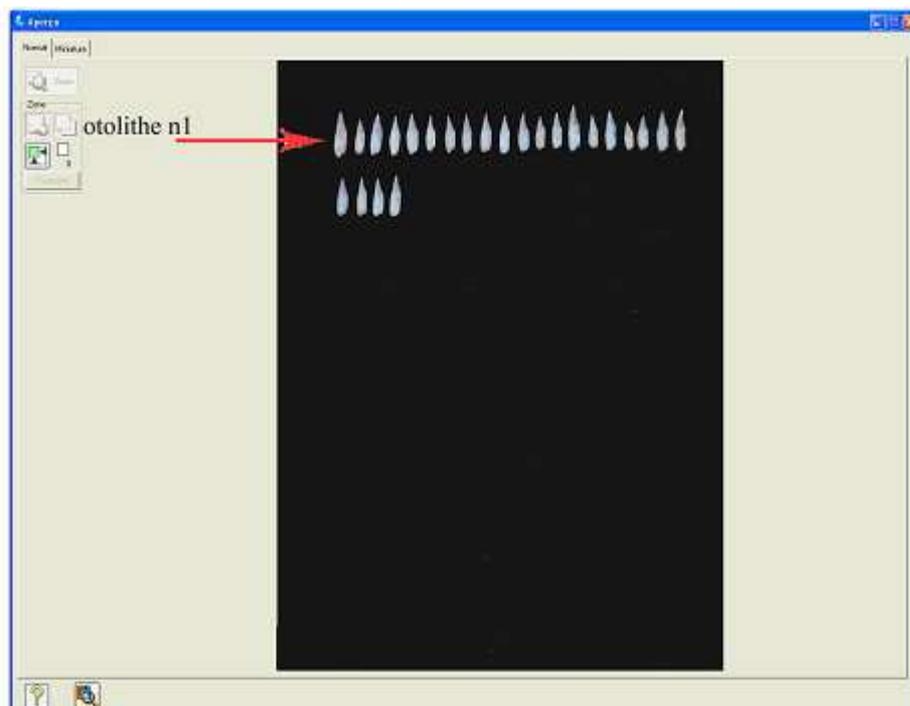


Figure 11 : Visualisation du champ d'acquisition du scanner et mise en évidence du 1<sup>er</sup> otolithe (ou autre pièce calcifiée) de la série qui sera numérisée.

Une fois la 1<sup>ère</sup> ligne de pièces calcifiées placées, il est possible de vérifier que celle-ci est bien incluse dans le champ d'acquisition du scanner<sup>3</sup> en réalisant un aperçu de la zone d'acquisition (Fig. 11). Pour cela, différentes manières sont possibles (cf. partie « Généralités du scanner »), ou en passant directement par le logiciel du scanner.

<sup>3</sup> Une marge (de 1 à 2 cm de large) autour de la série d'échantillons permet de s'assurer que l'ensemble des pièces calcifiées sera numérisé.

## 2.3. Réglages du scanner pour une acquisition en lumière réfléchie des pièces calcifiées

L'acquisition par un scanner diffère sur bien des aspects de celle utilisée traditionnellement en microscopie.

Pour une acquisition réfléchie par scanner, il faut savoir que la numérisation (l'acquisition de l'image mais aussi la réflexion de la lumière) s'effectue par le dessous de la vitre où l'échantillon est posé. Il faut donc placer la partie de l'échantillon à analyser sur cette vitre (Fig. 12).

Prenons comme exemple les otolithes de plie commune. Les structures de croissance annuelle de cette espèce pour l'estimation d'âge sont étudiées sur la face concave de l'otolithe. L'acquisition des images (lumière transmise ou réfléchie) nécessite donc de disposer les pièces calcifiées face concave sur la vitre du scanner (Fig. 12).

Afin d'obtenir le meilleur contraste possible sur les pièces calcifiées, l'acquisition en lumière réfléchie doit se faire sur un fond noir obtenu par le vide, en laissant le capot du scanner ouvert. Afin d'optimiser le contraste au niveau des structures de la pièce calcifiée à analyser, il est possible d'immerger celles-ci dans un récipient en verre rempli d'eau (Fig. 12) comme lors d'une acquisition « classique » sous loupe binoculaire. De plus, pour éviter tout risque d'artéfacts dus à des reflets, il est conseillé de travailler également sans source de lumière extérieure pendant l'acquisition des images. En lumière réfléchie, l'épaisseur de la pièce calcifiée n'est pas un facteur limitant.

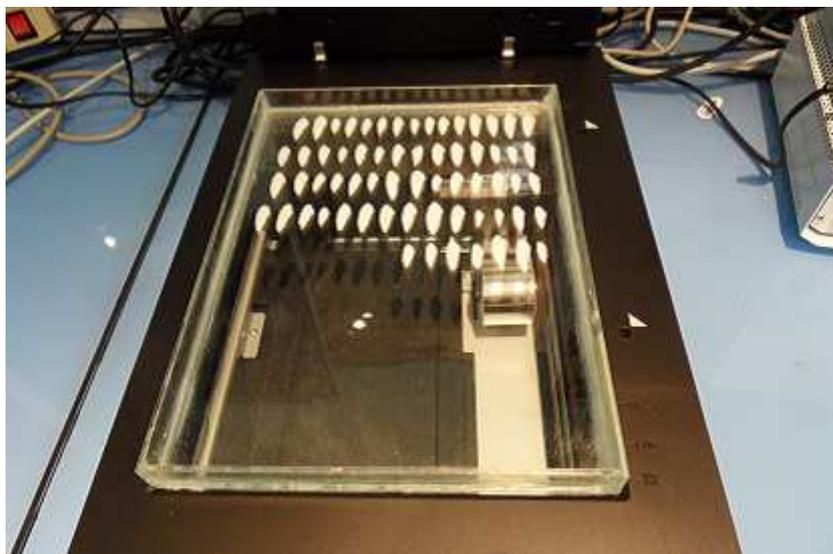


Figure 12 : Otolithes immergés pour l'acquisition en lumière réfléchie par le scanner.

Ensuite, lancez le scanner en cliquant sur l'icône  dans le menu acquisition (Fig. 5 et 6). La fenêtre d'enregistrement des paramètres du logiciel du scanner s'ouvre (Fig. 13).

Suivre les étapes suivantes pour une acquisition en lumière réfléchie :

Dans le menu «**Mode**» choisir «**Mode professionnel**»

Dans le menu «**Paramètre**» choisir «**Configuration actuelle**»

Dans le menu «**Original**» pour :

- **Type de document** choisir «**Opaque**»
- **Source du document** choisir «**Vitre d'Exposition**»
- **Option d'Auto Exposition** choisir «**Photo**»

Dans le menu «**Destination**» pour

- **Type d'image**, choisir en fonction des besoins «**24-bits Couleur**», format utilisé pour des photos couleur,
- **Résolution**<sup>4</sup>: choisir en fonction des besoins, pour l'analyse de forme **600 ppp** (points par pouce) est suffisant, en revanche il est préférable de sélectionner **2400 ppp** qui est un bon compromis entre rapidité de numérisation et définition de l'image pour effectuer des interprétations ultérieurement,
- **Taille du document** : correspond à largeur et hauteur du champ de prise de vue du scanner,
- **Format cible (Z)**, choisir « **Original** »
- **Netteté (K)** : améliore la netteté de l'image, mais nécessite l'utilisation de beaucoup de mémoire vive
- **Détramage**<sup>5</sup>: pas nécessaire sur les otolithes,
- **Restauration de la couleur**: pas nécessaire sur les otolithes,
- **Correction du rétro éclairage (B)**<sup>6</sup>: pas nécessaire sur les otolithes,
- **Dépoussiérage**: permet d'éliminer de petits « objets » (poussières ). Le dépoussiérage requiert beaucoup de mémoire vive.

---

<sup>4</sup> La Résolution : la taille des images est directement proportionnelle à la résolution choisie.

<sup>5</sup> Le détramage permet d'éliminer un effet « quadrillage » rencontré habituellement sur des documents de types « magazines » lors de la numérisation.

<sup>6</sup> Le rétro-éclairage est une option qui permet d'accentuer le contraste sur des documents peu nuancés.

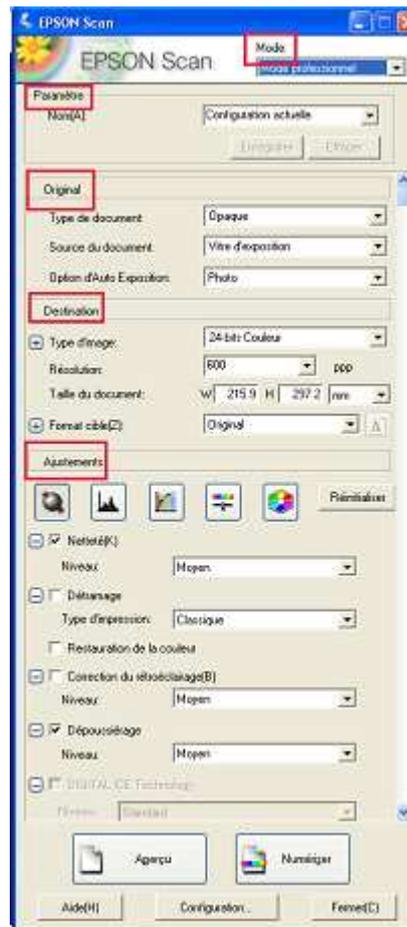


Figure 13 : Fenêtre d'enregistrement des paramètres du scanner pour l'acquisition en lumière réfléchie.

Cliquez sur  et réajuster si besoin la position des différentes pièces calcifiées sur la vitre du scanner (pour éviter les décalages dans l'alignement vertical et horizontal des pièces calcifiées).

Après avoir disposé l'ensemble des échantillons, réaliser un nouvel aperçu pour vérifier la disposition de l'ensemble des pièces calcifiées et ainsi effectuer vos différents réglages des paramètres<sup>7</sup> via le bouton .

<sup>7</sup> Les réglages de « contraste » et « clarté » sont directement visualisables dans l'aperçu (Fig. 14 et 15).

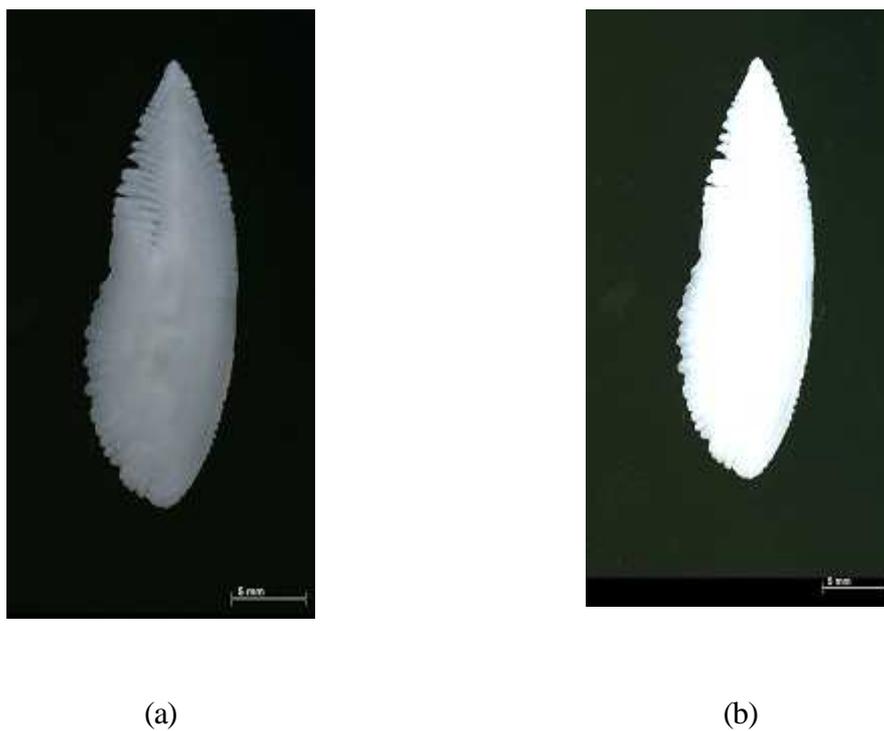


Figure 14 : Images d'un otolithe avec différents niveaux de luminosité ;(a) faible luminosité ; (b) forte luminosité.

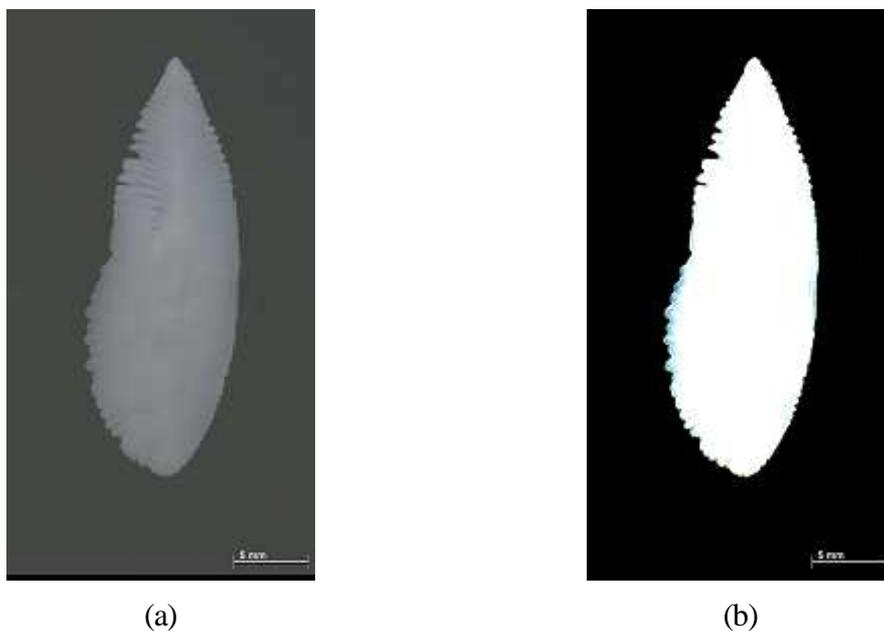


Figure 15: Images d'un otolithe avec différents niveaux de contraste ; (a): faible contraste ; (b) : fort contraste.

## 2.4. Réglages du scanner pour une acquisition en lumière transmise des otolithes

Ce mode d'acquisition n'est pas disponible sur tous les modèles de scanner et sert généralement à la numérisation de diapositives ou de films. Il nécessite que le capot du scanner soit fermé (c'est à dire sans utilisation du dispositif de réglage en hauteur du capot) et ne convient donc qu'à la numérisation d'échantillons de faible épaisseur (otolithes *in toto* ou coupes fines).

La source de lumière permettant ce type d'acquisition est située dans le capot du scanner, derrière la vitre supérieure et est protégée par un panneau amovible (Fig. 7).

Dans ce mode d'acquisition, la face de la pièce calcifiée à numériser est celle disposée contre la vitre inférieure du scanner (comme en acquisition réfléchie) et seule la source de lumière change d'origine (ici capot du scanner). Afin d'acquérir et de numériser correctement les images des pièces calcifiées, il est nécessaire que les deux parties du scanner (embase et capot) soient parfaitement ajustées l'une sur l'autre. Une fois, l'ensemble des échantillons disposé sur la vitre du scanner, lancez la numérisation<sup>8</sup> selon les étapes suivantes :

Dans le menu «**Mode**» choisir «**Mode professionnel**»

Dans le menu «**Paramètre**» choisir «**Configuration actuelle**»

Dans le menu «**Original**» pour :

- **Type de document** choisir «**Film (av.guide zone films)**»
- **Type de film** choisir «**Film positif couleur**»

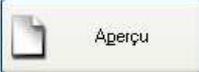
Dans le menu «**Destination**» pour

- **Type d'image**, choisir en fonction des besoins «**24-bits Couleur**», format utilisé pour des photos couleur,
- **Résolution**, choisir en fonction des besoins, pour l'analyse de forme **600 ppp** (points par pouce) est suffisant, en revanche il est préférable de sélectionner **2400 ppp** qui est un bon compromis entre rapidité de numérisation et définition de l'image pour effectuer des interprétations ultérieurement,
- **Taille du document** (correspond à largeur et hauteur du champ de prise de vue du scanner),
- **Format cible (Z)**, choisir «**Original**»,
- **Netteté (K)**: ce traitement améliore la netteté de l'image, mais demande beaucoup de mémoire vive au scanner, pouvant donc provoquer un message d'erreur du scanner. Le niveau moyen peut être facilement utilisé pour des faibles résolutions,
- **Détramage**: pas nécessaire sur les pièces calcifiées fines,
- **Restauration de la couleur**: pas nécessaire sur les pièces calcifiées fines,
- **Correction du rétro éclairage (B)**: pas nécessaire sur les pièces calcifiées fines,

---

<sup>8</sup> Le temps écoulé entre ce traitement et la numérisation des pièces calcifiées doit être réduit au maximum afin que l'effet de réhydratation reste visible sur les images numérisées.

- **Dépoussiérage** : permet d'éliminer de petits « objets » ou poussières mais nécessite la mobilisation de beaucoup de mémoire vive.

Cliquez sur  et réajuster si besoin la position des différentes pièces calcifiées sur la vitre du scanner (pour éviter les décalages dans l'alignement vertical et horizontal des otolithes) (Fig. 16).

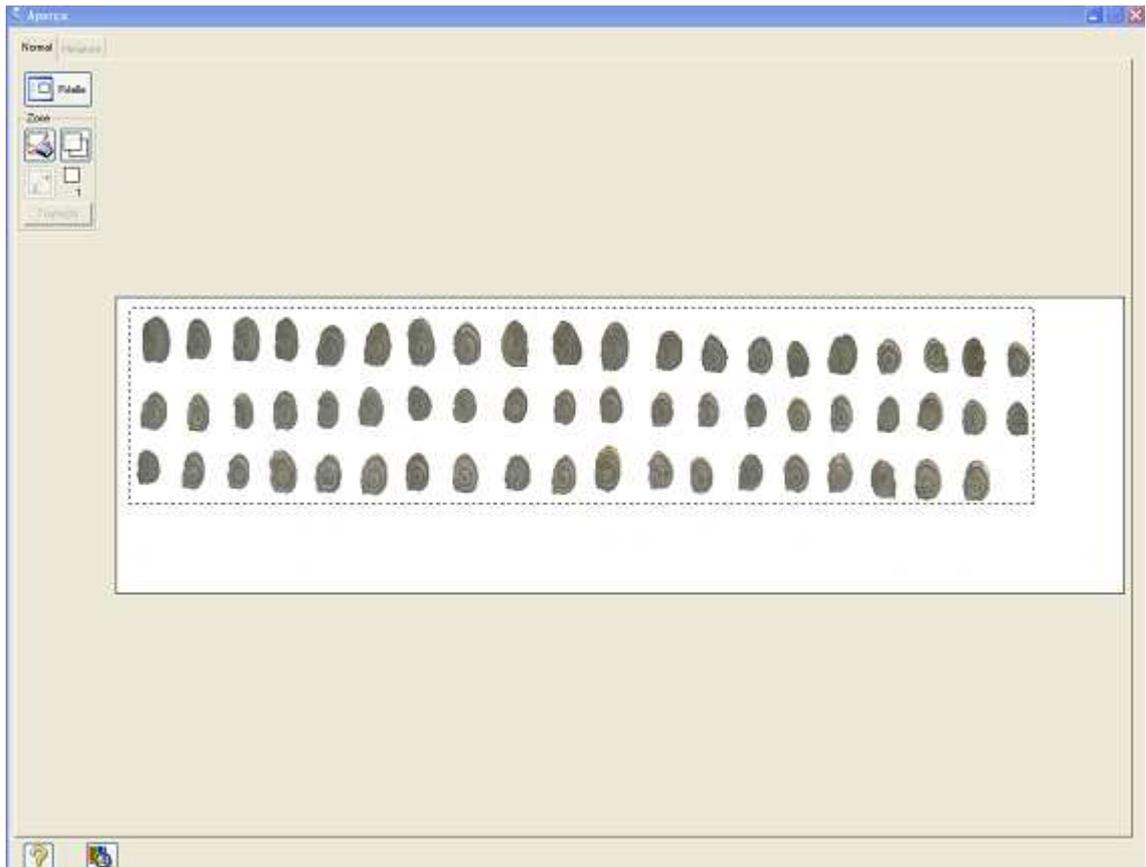
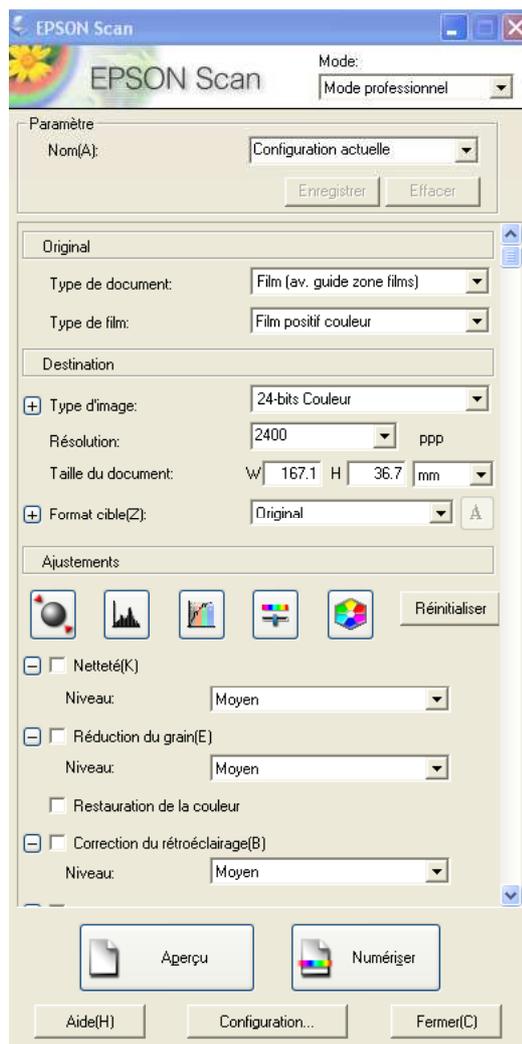


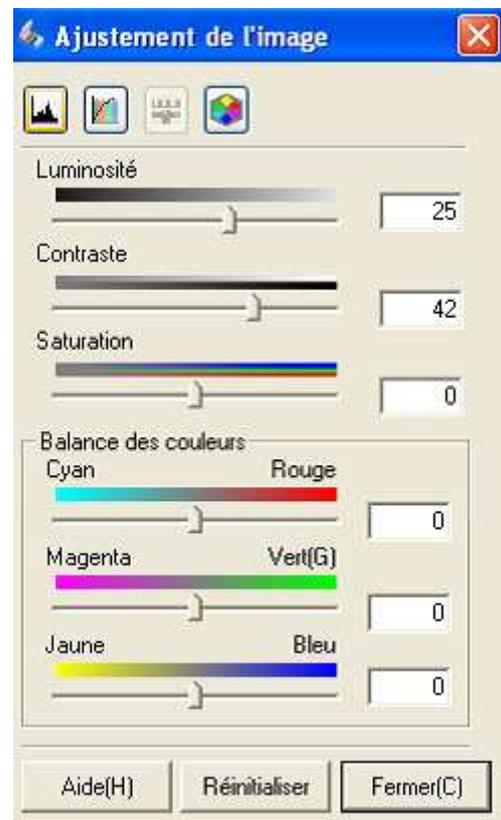
Figure 16 : Aperçu du scanner et délimitation du champ de numérisation d'otolithes de plie en lumière transmise.

Après avoir disposé l'ensemble des échantillons, réalisez un nouvel aperçu pour vérifier la disposition de l'ensemble des pièces calcifiées et ainsi effectuer vos différents réglages des paramètres<sup>9</sup> à partir du bouton  (Fig. 17).

<sup>9</sup> Les réglages de « contraste » et « clarté » sont directement visualisables sur l'aperçu (Fig. 13 et 15).



(a)



(b)

Figure 17 : Fenêtres d'enregistrement des paramètres du scanner pour une acquisition en lumière transmise.

Vérifiez que les diodes bleues du capot (Fig.18) sont visibles, permettant la vérification de la bonne mise en marche de ce mode d'acquisition.

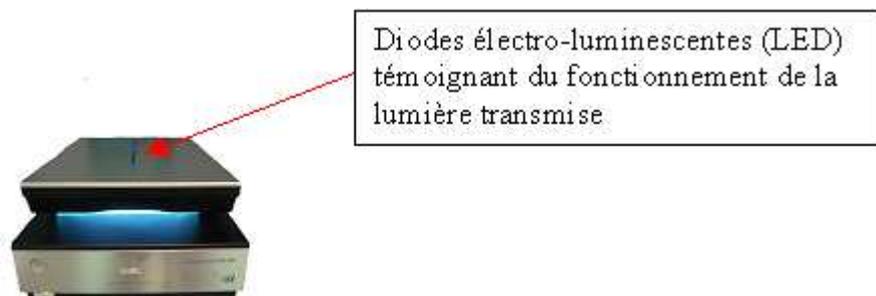


Figure 18 : visualisation des LED sur le capot du scanner

### 3. Acquisition et numérisation des images

Une fois les pièces calcifiées mises en place et le mode de numérisation choisi et réglé, sélectionnez la zone à numériser à l'aide du bouton «**Zoom**», puis cliquer sur.



 Selon les paramètres choisis dans le sous-menu «**Ajustements**», cette phase de numérisation peut être +/- longue, un message d'avertissement (Fig.19) peut apparaître avant le lancement de la numérisation.

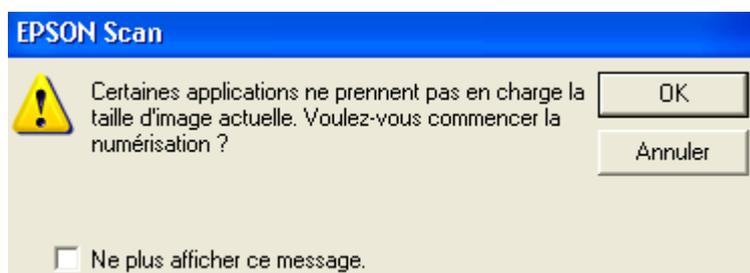


Figure 19 : message d'avertissement pour des traitements importants sur les images au lancement de leur numérisation.

Après la numérisation de la zone sélectionnée, le logiciel du scanner se ferme automatiquement et apparaît à l'écran le logiciel TNPC avec une fenêtre «**Découpe d'images**» (Fig. 20).



Figure 20: Découpe de l'image globale.

Ensuite, sélectionnez la couleur de fond des images :

- « Fond noir » si en mode d'acquisition par lumière réfléchie
- « Fond blanc » si en mode d'acquisition par lumière transmise.

Ensuite, entrez les nombres d'objets présents par ligne et par colonne. Dans le cas de pièces calcifiées entières, TNP considère chacune d'entre elles comme une lame donc, il y a « un objet par ligne et par colonne ». S'il s'agit de coupes de résine contenant chacune plusieurs pièces calcifiées par exemple (Fig. 21), chaque coupe de résine est considérée comme un objet à elle-seule.

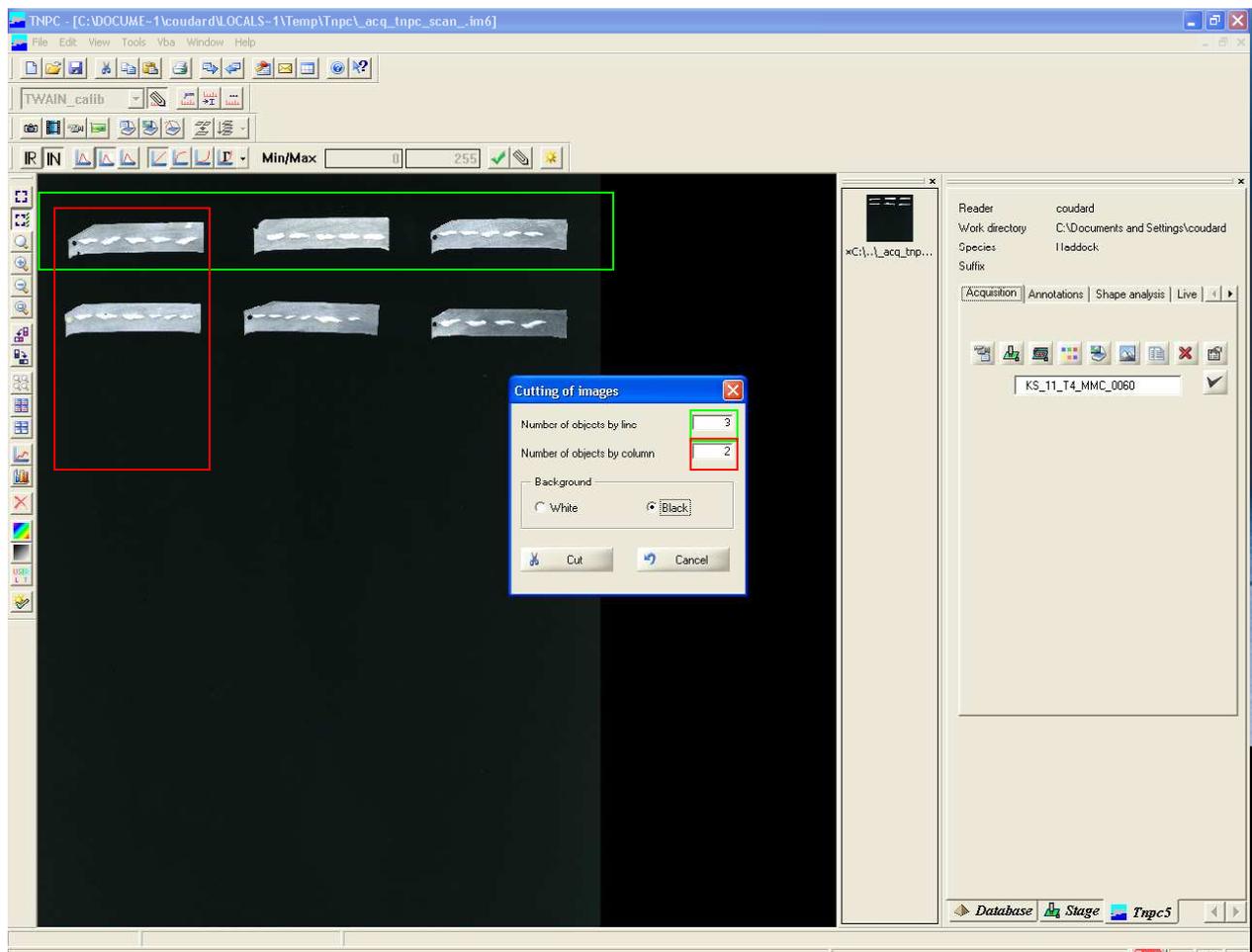


Figure 21 : Repérage de coupes de résine avec plusieurs otolithes chacune avant découpe.

Ensuite, cliquez sur  .

Ensuite TNPC va distinguer et découper chacune des pièces calcifiées. Il est possible de suivre la progression des différentes tâches dans la barre d'état (Fig. 22).

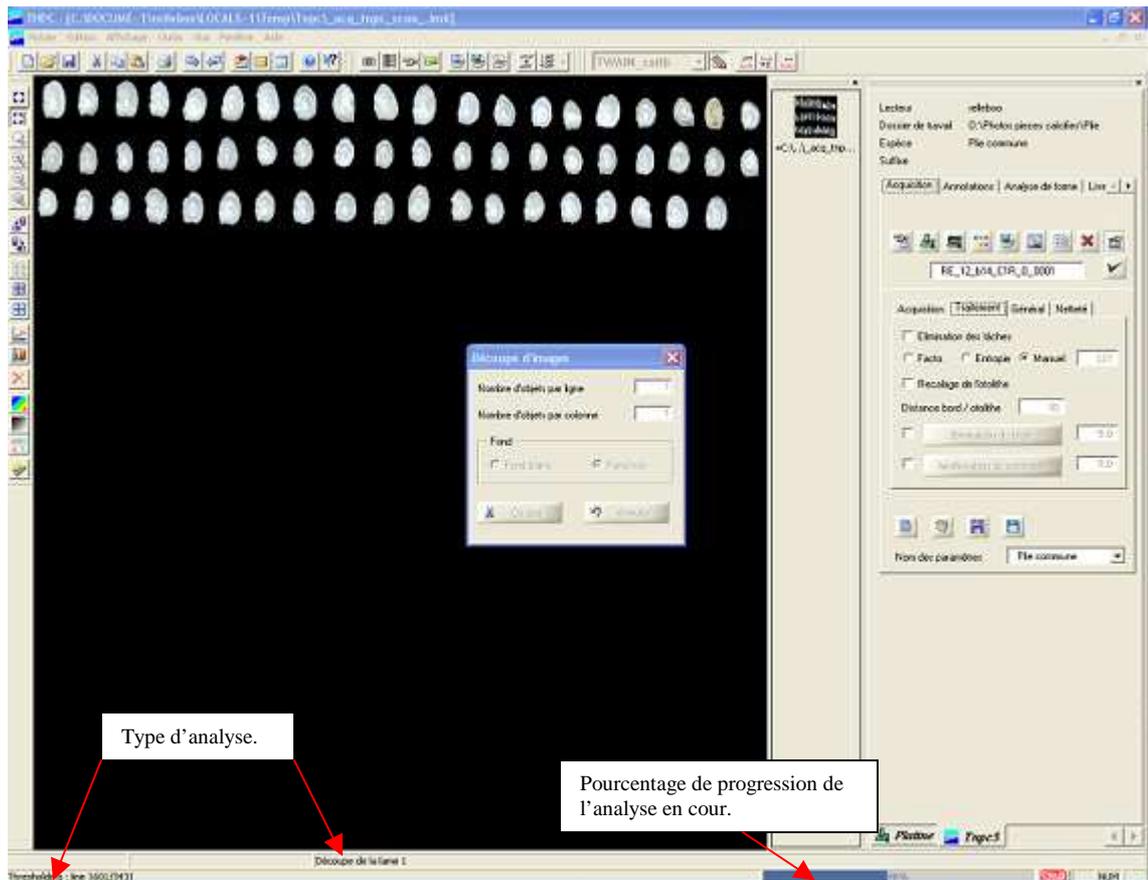


Figure 22: Progression de l'analyse.

Dans la barre d'état de nombreuses informations se succèdent :

- **Découpe d'une planche d'otolithes - Recherche des différentes lames** , : état d'avancement de la découpe des images des lames
- **Thresholding : line 1601/3431** pour les différentes lames **Découpe de la lame 1** ,
- Ensuite les itérations **Iteration 3 : Number of modified pixels 7** : nombre de répétitions nécessaires de l'analyse de l'image pour le repérage de la pièce calcifiée et nombre de pixels modifiés dans ce repérage.
- «Anamorphosis»: détection des zones sans objet.
- Pour finir avec **Sequence : Process image 0/0** : nombre d'objets découpés/ nombre d'objets repérés (Fig.23).

A la fin de la découpe des différents objets, l'imagette<sup>10</sup> correspondant à chacun d'entre eux s'affiche dans la barre à droite ainsi qu'une image du scanner dans son ensemble<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> L'imagette est au format sélectionné au départ.

<sup>11</sup> L'image globale du scanner est au format jpeg.

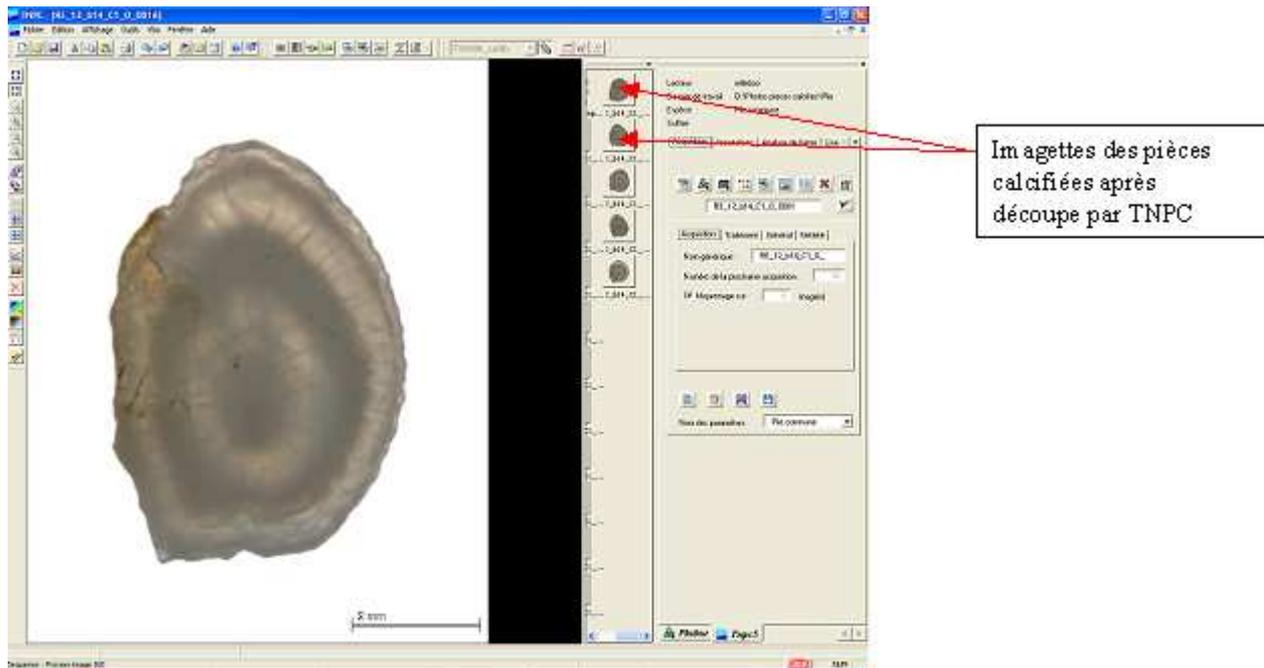


Figure 23 : individualisation des pièces calcifiées et affichage des imagettes



La découpe des objets mobilise beaucoup de mémoire vive de la part de l'ordinateur. Afin de ne pas « encombrer » celle-ci et par conséquent perturber la bonne numérisation, il est préférable de ne lancer aucune autre tâche durant cette étape. Le temps d'analyse est d'autant plus long que le nombre de pièces calcifiées à numériser est important et que les niveaux choisis de traitement sur les images sont élevés (résolution, dépoussiérage, contraste, netteté, etc.). L'utilisateur peut donc parfois, à tort, croire que le logiciel TNPC ne fonctionne plus. Il est alors possible de vérifier l'état de fonctionnement du logiciel en allant dans la « gestion des tâches », « processus » et observer si visilog.exe utilise toujours de la mémoire (donc toujours en cours de traitement) (Fig. 24).

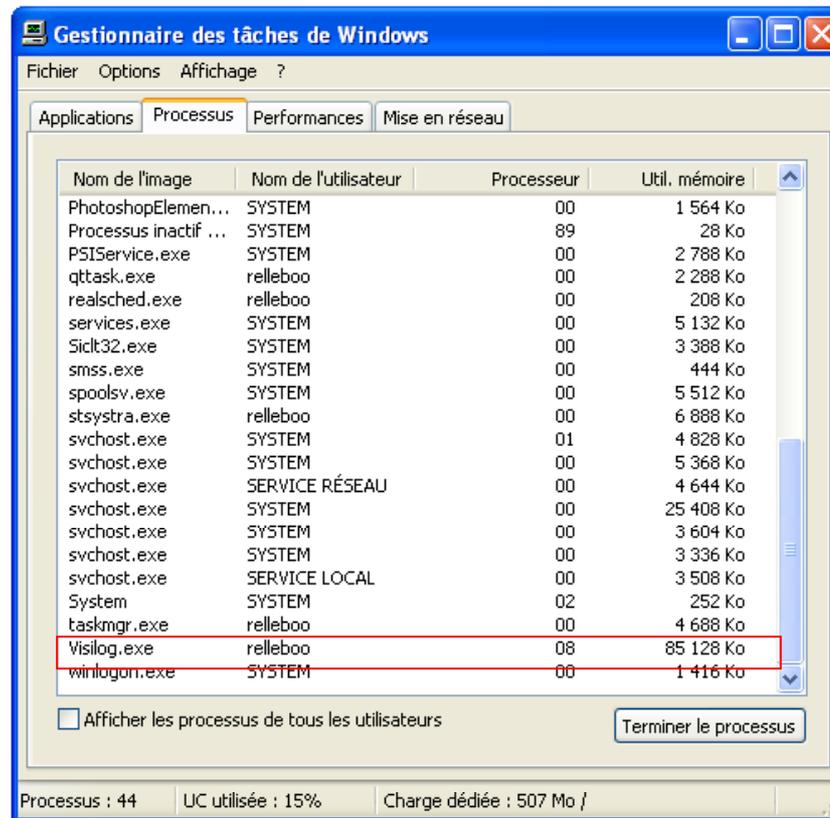


Figure 24: Gestionnaire des tâches de Windows.

## 4. Qualité des images et temps d'acquisition associé

Selon la pièce calcifiée étudiée, il peut être nécessaire d'accentuer le contraste de celle-ci par un traitement préalable à la numérisation.

En effet, pour certains otolithes (ceux de la plie par exemple), le fait de réhydrater les préparations (Fig. 25) permet aux structures de croissance de mieux ressortir<sup>12</sup> pour une acquisition en lumière réfléchie. De même, en ce qui concerne des préparations sur lames, un pinceau imbibé d'huile pourra avoir les mêmes effets d'amélioration de contraste.



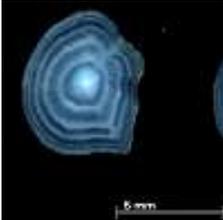
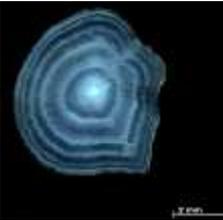
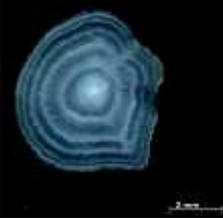
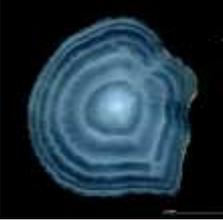
Figure 25: Réhydratation des otolithes pour lecture *in toto*.

L'acquisition à partir d'un scanner permet de réduire considérablement le temps d'acquisition des images par rapport à la méthode dite « manuelle ». En effet, à titre d'exemple, 1h15 sont nécessaires à l'acquisition de 140 images sous loupe binoculaire contre 40 minutes à l'aide du scanner.

Les temps d'acquisition et la taille des images réalisées grâce au scanner diffèrent selon la résolution choisie (Tab. 1) mais restent nettement inférieurs à la taille obtenue par une loupe binoculaire qui est de l'ordre de 2 à 6 Mo en fonction des réglages caméras.

<sup>12</sup> Les otolithes réhydratés ne doivent pas présenter de gouttes une fois posés sur le scanner afin d'éviter que celles-ci ne soient considérées comme des objets.

Tableau 1 : Temps d'acquisition et taille des images réalisées grâce à un scanner selon la résolution choisie.

Résolution (ppp)	Image	Taille de l'image	Temps d'acquisition ( pour 140 pièces calcifiées)
750		554 Ko	40 min
1200		926 Ko	55 min
2400		928 Ko	>1h
3200		3440 Ko	>> 1h30

## 5. Conclusion

L'acquisition des images peut se réaliser de façon « manuelle » (loupe binoculaire, microscope) ou de façon « automatique » à savoir à l'aide d'une platine motorisée ou d'un scanner selon le type de pièces calcifiées traitées.

L'utilisation d'acquisition d'images par scanner montre un avantage de **temps** et de **standardisation**<sup>13</sup> sur la méthode d'acquisition « manuelle » pour la prise d'images et la numérisation de pièces calcifiées entières fortement contrastées (analyse de forme sur otolithes entiers par exemple).

Lors de l'utilisation d'un scanner, les paramètres de réglages d'acquisition et de traitement doivent être testés avant d'être appliqués de façon identique à l'ensemble des pièces calcifiées étudiées.

De plus, ce mode d'acquisition assure un gain de temps considérable, de l'ordre de 40% par rapport au même travail réalisé manuellement sous une loupe binoculaire.

Les images réalisées avec un scanner ont des tailles inférieures à celles réalisées manuellement sous une loupe binoculaire pour un même format et une qualité identique. Ainsi, cette méthode permet un **gain du stockage numérique**.

---

<sup>13</sup> A l'aide du scanner, l'acquisition de toutes les images est réalisée à l'identique. Il n'y a plus de biais par exemple entre 2 utilisateurs.