Utilisation – module Education

Objet : Comment utiliser le module Leaver version Education du plug-in Toaster[1]

Sommaire

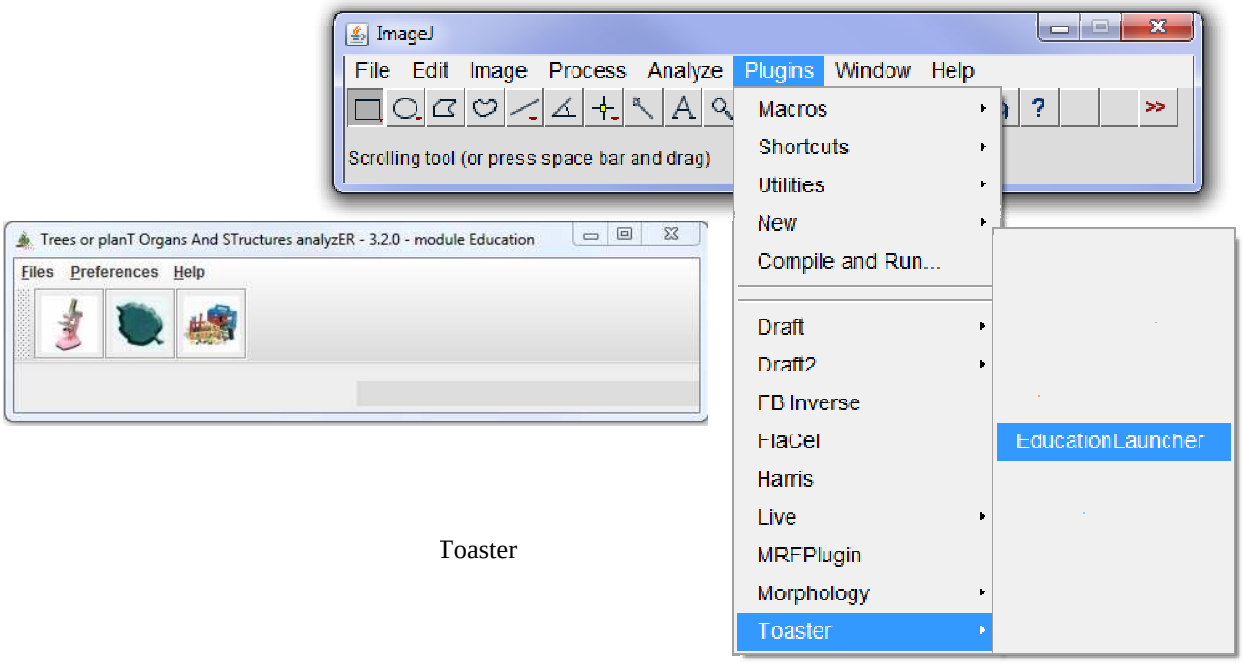
1. Lancement du plug-in Toaster 2
2. Paramétrage du plug-in Toaster 2
   2.1. Les dossiers de travail 3
   2.2. Les formats d'export 4
3. Chargement des données 5
   3.1. Je veux traiter un seul fichier 5
   3.2. Je veux traiter plusieurs fichiers 5
4. Ouverture du module Leaver 6
5. Le paramétrage de l'interface Leaver 6
   5.1. Le cas des images TIFF 8
   5.2. Le cas des images BMP, JPEG, PNG,… 9
6. Lancement du module Leaver 10
7. Exemple 10
   7.1. Données et résultats 10
   7.2. Contrôle de cohérence 11
   7.3. Contrôle d'exactitude 12
   7.4. Résultats numériques 13
8. Mesures : limites et discussion 15
   8.1. Limites des longueurs 15
   8.2. Caractérisation de la forme 16

[1] Toaster (Tree and planT Organs And Structures analyzER) est un plug-in open-source d'ImageJ développé par le Cirad et distribuée sous licence GPL. Il regroupe plusieurs modules d'analyse de structures biologiques, dont le module Education développé pour l'enseignement académique.

1. Lancement du plug-in Toaster

Le plug-in Toaster est lancé à partir de l'application ImageJ[2].

- Lancer ImageJ…
- Sélectionner l'élément *EducationLauncher* du sous menu *Toaster* du menu *plugins*



Toaster

2. Paramétrage du plug-in Toaster

The plug-in Toaster gère les dossiers de travail et les formats d'export : l'utilisateur peut préciser où trouver les données d'entrée, où déposer les résultats, sous quels formats,… et ce une fois pour toute.

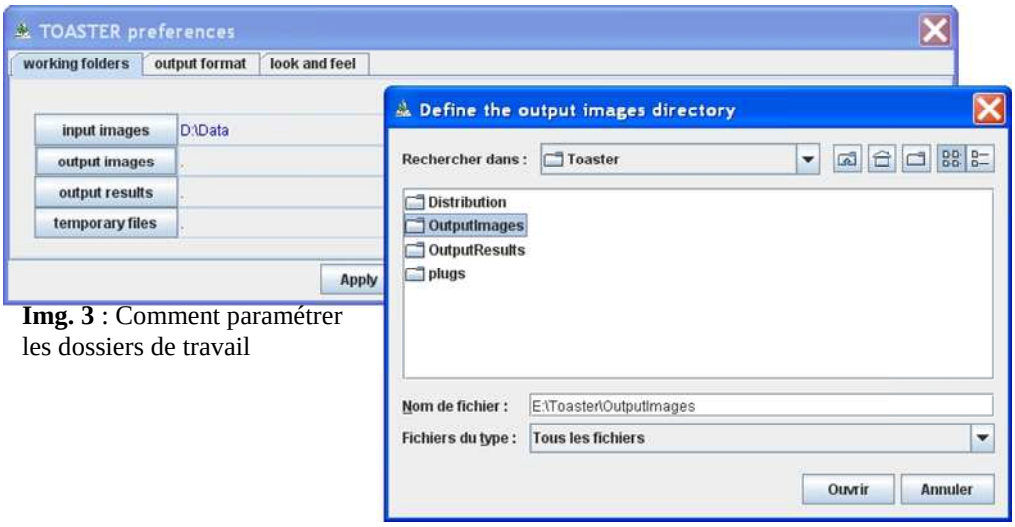
- Sélectionner l'élément *modify* du menu *Preferences*

Img. 2 : le paramétrage des dossiers de travail

[2] **ImageJ** est un logiciel Open-Source de traitement et d'analyse d'images développé par le *National Center for Biotechnology Information* (NCBI), distribué sous licence libre GPL.

2.1. Les dossiers de travail

Dans la page *working folders*, renseigner les différents champs en utilisant les navigateurs *(les boutons situés à gauche des zones de saisie) (voir img 3.)*. ***Save*** les paramétrages si vous souhaitez que l'application les utilise à chaque fois ; dans le cas contraire, ***Apply*** seulement les réglages pour la session courante (voir img 2.).



Img. 3 : Comment paramétrer les dossiers de travail

Note: règles de couleurs (fig 4.)
Différentes couleurs sont utilisées pour indiquer le statut des chemins spécifiés.

- ✓ En noir : chemin valide déjà utilisé – *le dossier indiqué existe et est déjà utilisé*
- ✓ En bleu : chemin modifié par l'utilisateur – *le dossier indiqué existe mais n'est pas encore utilisé*
- ✓ En rouge: chemin invalide – *le dossier indiqué n'existe pas : il a été détruit ou mal renseigné.* **Vous devez le redéfinir.**

<u>Les champs :</u>

<u>input images</u> : dossier dans lequel le plug-in ira chercher les images ou les sous dossiers contenant les images à traiter.

output images : dossier dans lequel le plug-in déposera les images « résultats », c'est-à-dire les sorties visuelles de contrôle produites par le plug-in.

output results : dossier dans lequel le plug-in déposera les fichiers « résultats », c'est-à-dire les sorties numériques produites par le plug-in.

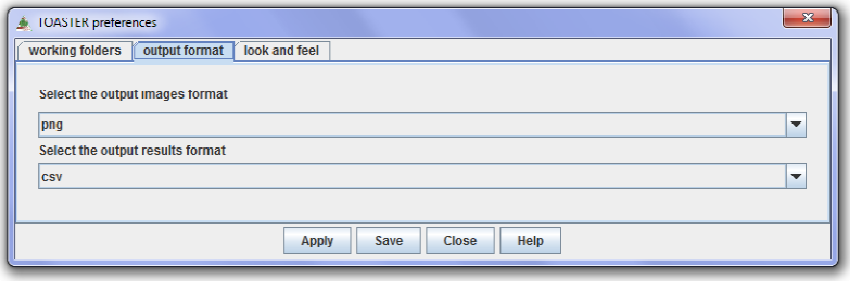
temporary files : dossier dans lequel le plug-in déposera les fichiers « temporaires », qui seront effacés après les traitement.

Note: la syntaxe des dossiers (Im. 4)

Les dossiers de travail sont normalement donnés par leur nom étendu, c'est-à-dire à partir de la racine. Cependant, un chemin relatif peut être affiché : le « . » représente le dossier local d'ImageJ, c'est-à-dire l'endroit où ImageJ a été installé.

2.2. Les formats d'export

Dans la page *output format*, renseigner les différents champs en utilisant les menus déroulants *(voir img 5.)*. ***Save*** les paramétrages si vous souhaitez que l'application les utilise à chaque fois ; dans le cas contraire, ***Apply*** seulement les réglages pour la session courante (voir img 5.).



Les champs :

Format d'images : concerne le format des résultats graphiques. Plusieurs formats standards sont proposés en fonction des besoins : bmp (*BitMaP*), gif (*Graphics Interface Format*), jpeg (*Joint Photographic Experts Group*), png (*Portable Network Graphics*) et tiff (*Tagged Image File Format*).

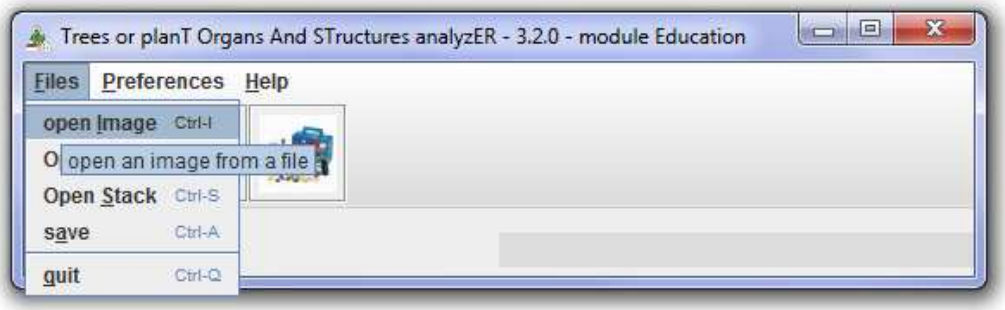
Format des fichiers *Résultats* : concerne le format des résultats numériques. Plusieurs formats standards sont proposés en fonction des besoins : txt (*TeXTe*), csv (*Comma Separated Values*, directement lisible par les tableurs usuels).

3. Chargement des données

Différents modes sont disponibles : charger (et traiter) **seulement un fichier**, ou charger (et traiter) **tous les fichiers contenus dans le dossier**.

3.1. Je veux traiter un seul fichier

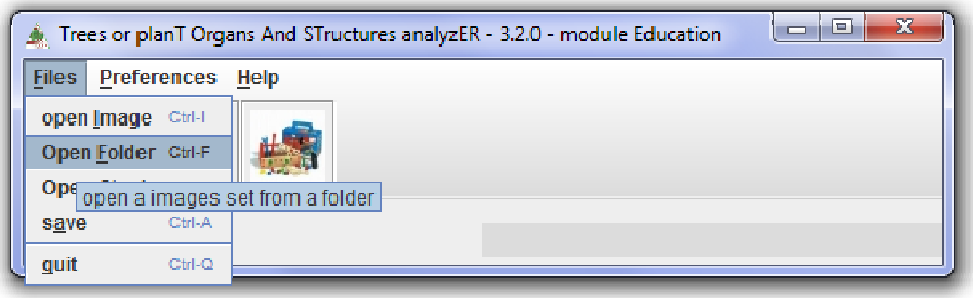
Sélectionner le premier sous-menu du menu *Files*… Un navigateur est alors ouvert et vous permettra de sélectionner LE fichier que vous souhaitez traiter.



Note : résultats
Les résultats (fichier image et/ou fichier numérique) seront enregistrés dans les dossiers de sorties sous le même radical que le fichier sélectionné.

3.2. Je veux traiter plusieurs fichiers

Utiliser le second sous-menu du menu *Files*… Un navigateur est alors ouvert et vous permettra de sélectionner UN fichier du dossier que vous souhaitez traiter. En fait ***tous les fichiers du dossier dans lequel se trouve le fichier sélectionné seront traités***.

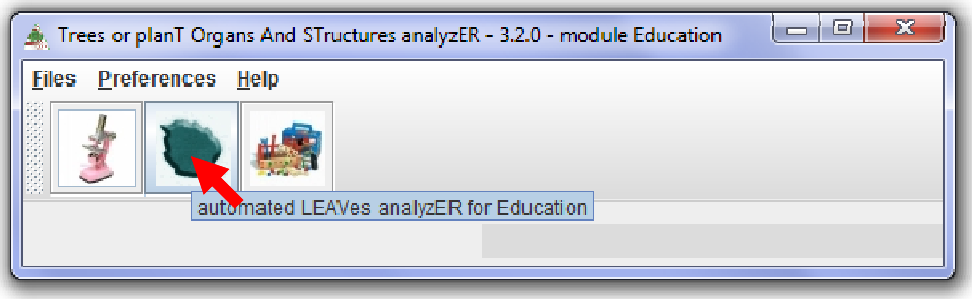


Note : résultats
Les résultats (fichier image et/ou fichier numérique) seront enregistrés sous le même radical que le fichier sélectionné dans un sous dossier portant le nom du sous dossier d'entrée et créé dans les dossiers de sorties.

Attention : dans l'idéal, le dossier d'entrée doit regrouper des images au format TIFF. Dans le cas contraire, les images doivent impérativement présentées les mêmes caractéristiques, en particulier la même résolution optique – le dpi – généralement fixée lors de l'étape de numérisation.

4. Ouverture du module Leaver

Le plug-in est lancé par l'icône la « feuille bleu » de la barre d'outils de Toaster.



Note : *Au moins une image doit être chargée avant de lancer le plug-in Leaver.*

5. Le paramétrage de l'interface Leaver

L'interface permet à l'utilisateur de paramétrer le traitement pour l'adapter à l'(ensemble d') image(s). Deux aspects sont pris en compte : l'aspect « métrique » concernant essentiellement les tailles significatives dans la série étudiée, l'aspect « gestion » donnant accès aux chemins et formats d'export.

Concernant la « gestion des exports », les champs proposés sont renseignés à partir des *Préférences* du plug-in *Toaster* (voir §2)

Output images - path: nom étendu du dossier (répertoire) où seront enregistrées les images de contrôle.

Ces images sont construites pour permettre un contrôle visuel et a posteriori du traitement réalisé. Les feuilles sont colorées selon leur position dans l'image : la teinte dépend de la ligne, l'intensité du rang dans la ligne. ($7)

Output results - path: nom étendu du dossier (répertoire) où seront enregistrées les sorties numériques.

Ces fichiers contiennent les valeurs des paramètres calculés, triés selon l'ordre naturel de lecture des feuilles – de la gauche à droite, et de haut en bas.

Output results - saving: la façon d'enregistrer les valeurs numériques.

- ✓ **Only one results file**: les résultats de toutes les images traitées sont enregistrés dans un seul fichier de sortie.

  Le fichier de sortie prend le **nom du dossier d'entrée**. Dans le fichier résultat, chaque ligne correspond à une feuille, identifiée à partir du nom de l'image, du n° de ligne et de son rang dans la ligne :

  [image_name] , [number of line]_[row of leaf into the line].

- ✓ **One results file per image**: les résultats sont enregistrés image par image, dans différents fichiers.

  Chaque fichier de sortie prend le **nom du fichier d'entrée** auquel il correspond et sont stocké dans un dossier ayant le nom du dossier d'entrée. Dans les fichiers résultat, chaque ligne correspond à une feuille, identifiée à partir du n° de ligne et de son rang dans la ligne :

  [number of line]_[row of leaf into the line].

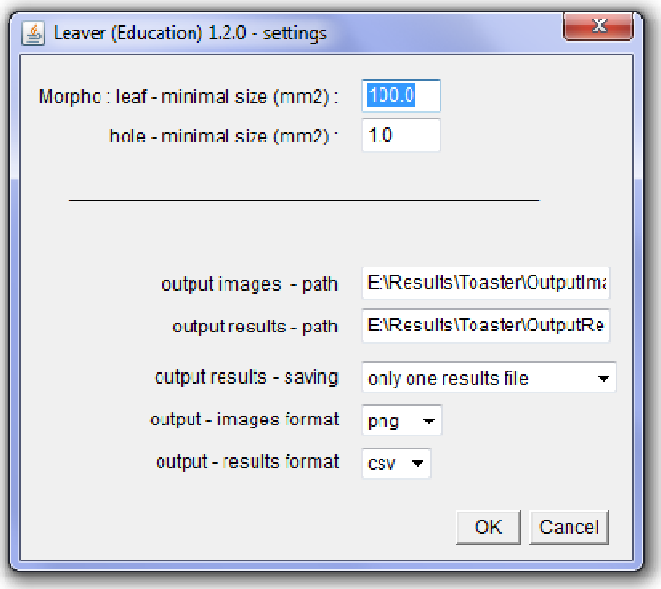
Output images format: donne le format des images produites.

Output results format: donne le format des fichiers numériques.

Les fichiers csv sont directement lisibles par les tableurs usuels ; les fichiers txt sont importables dans les tableurs usuels.

Concernant la « métrique », deux cas de figure se présentent.

5.1. Le cas des images TIFF



Deux paramètres sont laissés à la discrétion de l'opérateur :

Leaf - Minimal size : exprimé en mm2, ce seuil la surface à partir de laquelle les structures identifiées seront considérées comme des feuilles ; les structures dont la surface est inférieure au seuil seront exclues de l'étude.

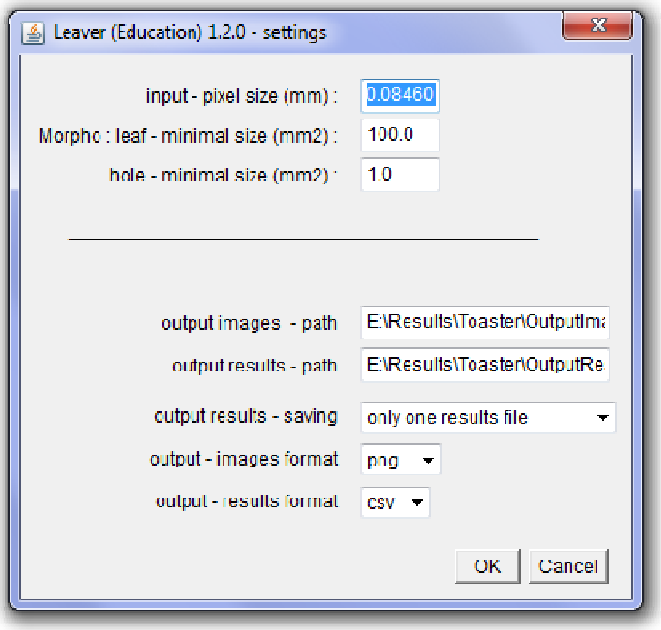
Hole - Minimal size : exprimé en mm2, ce seuil fixe la plus grande surface des trous qui seront automatiquement rebouchés, c'est-à-dire comptabilisés dans la surface de la feuille. Au-delà de cette valeur, les trous sont conservés.

Facteur d'échelle : *pour les images tiff, le facteur d'échelle du pixel est évalué à partir de la résolution optique de l'image, automatiquement lue à partir des meta données de l'image.*

5.2. Le cas des images BMP, JPEG, PNG,…

Trois paramètres sont laissés à la discrétion de l'opérateur :

Input - Pixel size : c'est le facteur d'échelle, c'est-à-dire la taille en millimètre de la hauteur (ou de la largeur) du pixel, supposé carré. Cette valeur sera obtenue en divisant 25,4 *(la valeur millimétrique du pouce*) par la résolution optique de l'image exprimée en dpi (*Dot Per Inch*) ou ppp (Point Par Pouce), notée lors de la phase de numérisation ou lue à partir d'un éditeur d'images de type Gimp[3].



Leaf - Minimal size : exprimé en mm2, ce seuil la surface à partir de laquelle les structures identifiées seront considérées comme des feuilles ; les structures dont la surface est inférieure au seuil seront exclues de l'étude.

Hole - Minimal size : exprimé en mm2, ce seuil fixe la plus grande surface des trous qui seront automatiquement rebouchés, c'est-à-dire comptabilisés dans la surface de la feuille. Au-delà de cette valeur, les trous sont conservés.

[3] The GIMP est un logiciel libre et gratuit de création graphique et de retouche photo très puissant. Il comporte l'ensemble des outils nécessaires à la création de dessins ainsi que tous les filtres pour corriger et améliorer un cliché.

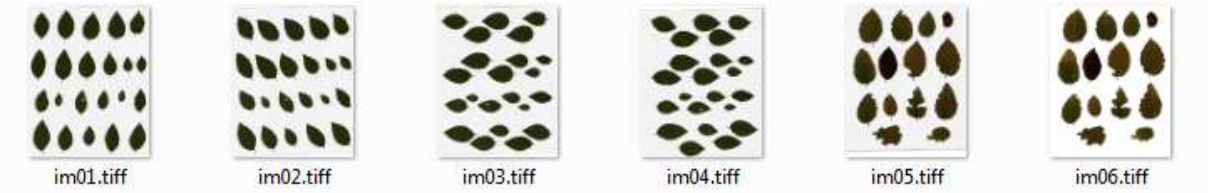
6. Lancement du module Leaver

Le module Leaver est lancé lorsque vous validez vos réglages (bouton « ok »).

7. Exemple

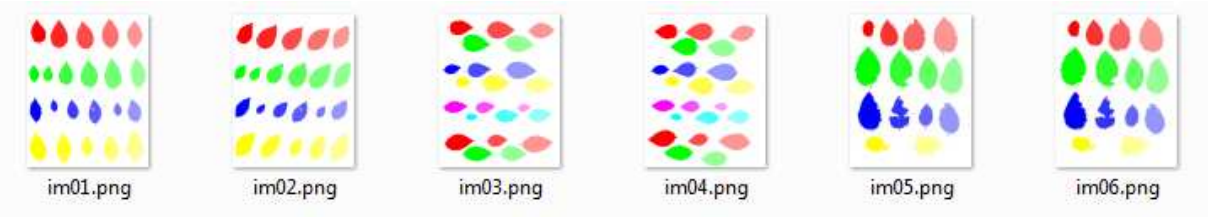
7.1. Données et résultats

Supposons quelLes données d'entrée sont constituées de six images tiff regroupées dans le dossier A317



NB: ici, les images sont numérisées à l'aide d'un scanner : elles sont vues par-dessous. Elles présentent une inversion droite/gauche par rapport à ce que voit l'opérateur en regardant la vitre du scanner.

- Les réglages du §5 donnent les résultats suivants :



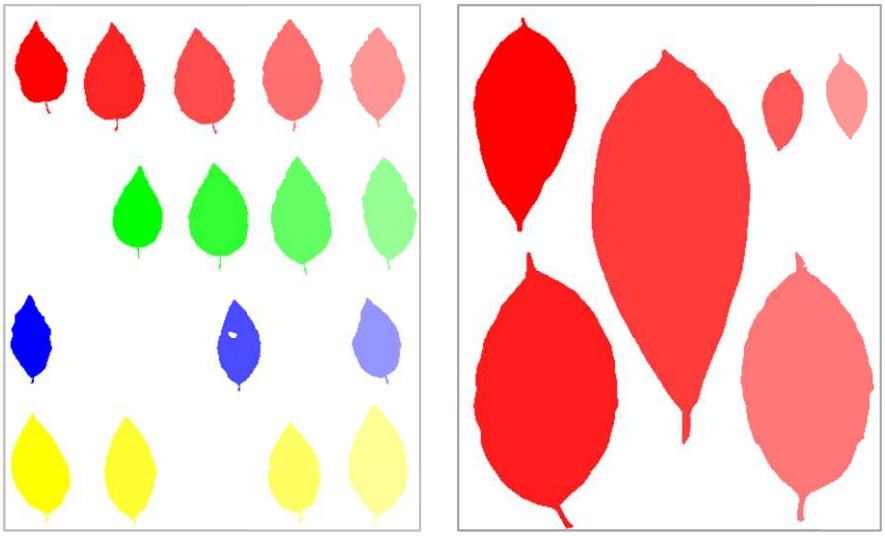
NB: les images sont inversées selon un axe de symétrie vertical ; elles sont donc présentées comme les voit l'opérateur en regardant la vitre du scanner. Les feuilles sont donc triées selon l'ordre de pose sur le sacnner : les valeurs pourront être appariées avec les pesées…

- Les images de contrôle sont archivées dans E:\\Toaster\OutputImages\A317

7.2. Contrôle de cohérence

Le contrôle de cohérence permet de s'assurer du bon fonctionnement du plug-in. Dans un traitement de masse, il est important de vérifier que l'appariement pesées/surfaces peut être fait sans risque, c'est-à-dire sans créer de décalage entre pesées et mesures géométriques.

La cohérence de la coloration permet de rendre compte de la cohérence du traitement : une couleur pour chaque ligne de feuilles, un dégradé de teintes pour chaque feuille dans la ligne. Une mauvaise cartographie traduira un défaut de traitement (cf im 6) : dans ce cas, l'utilisation des résultats numériques, notamment lors de l'appariement de données, devra être réalisée avec prudence.

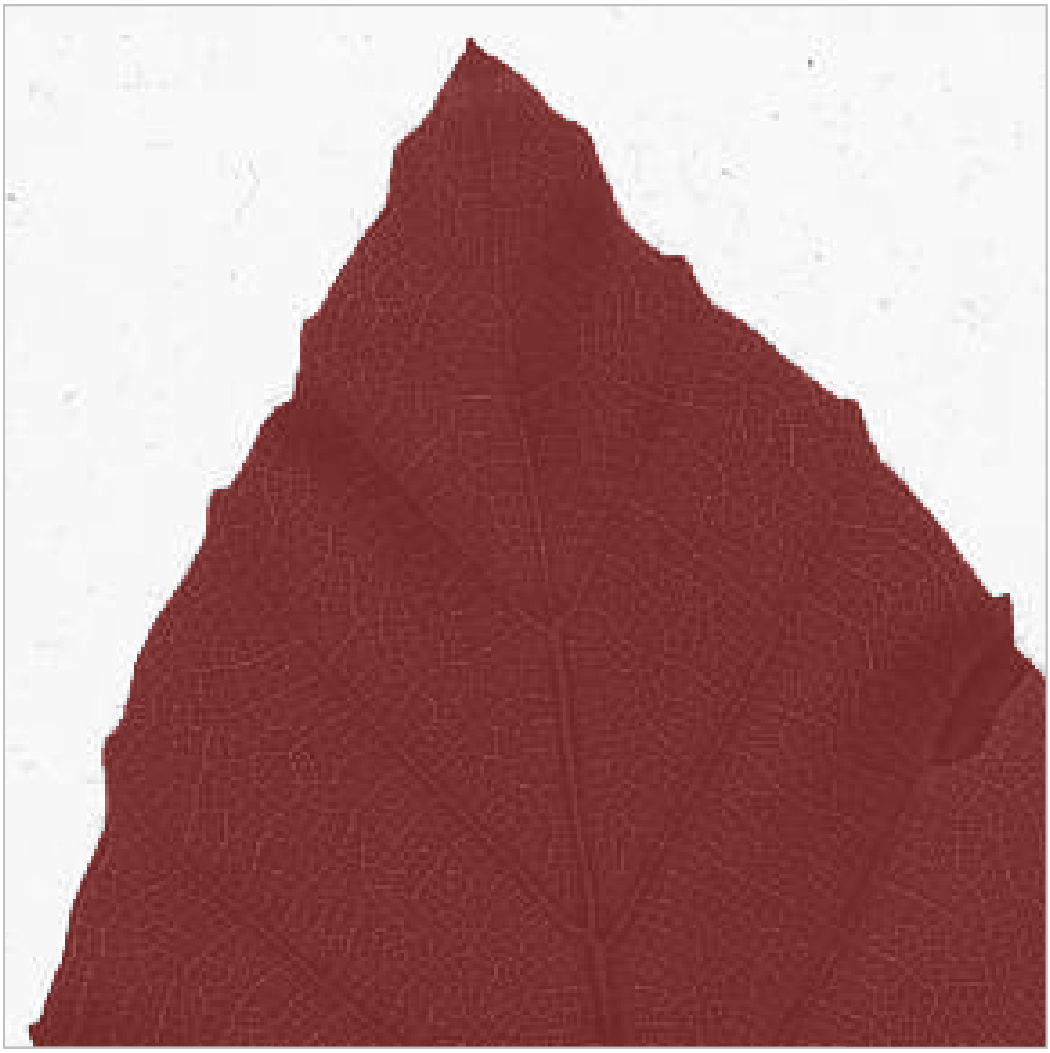


Im 6 : incohérence de la coloration, incohérence des résultats. A gauche, résultat erroné obtenu sur l'image 1 du § précédent : il manque visiblement des feuilles, du fait du mauvais réglage du seuil définissant leur surface significative. A droite, mauvaise coloration due à une mauvaise disposition des feuilles sur la vitre du scanner. L'appariement des résultats ne peut être directement fait.

7.3. Contrôle d'exactitude

Le contrôle d'exactitude permet de s'assurer de la bonne segmentation des images, c'est-à-dire de la précision réelle de l'identification des feuilles.

Il s'agit d'images de contrôle produites par la superposition sur l'image initiale des zones retenues. La structure anatomique de chaque feuille est vue par transparence, ce qui permet d'évaluer la qualité de la segmentation.



Ci-dessus, gros plan d'une feuille de Café Arabica. La nervation de la feuille de café est visible par transparence ; (le bord de) la zone rouge semble coïncider avec (le bord de) la feuille

NB : Cette série d'images, notées d'un « + », permet également de détecter rapidement les structures non segmentées. Elles apparaitront non teintées sur l'image de contrôle, aucune zone ne leur étant superposée.

7.4. Résultats numériques

Un fichier résultat, ici nommé *A317.csv*, est archivé dans le dossier E:\\Toaster\OutputResults

	A	B	C	D	E	F
1	Image	Identifiant	Area	adjMajor	adjMinor	circ.
2	im01	01_01	655.9054982	44.560833	24.851326	0.56561863
3	im01	01_02	929.8547711	51.72825	29.467371	0.59902257
4	im01	01_03	929.0088946	51.40731	29.663826	0.6211946
5	im01	01_04	954.965832	53.280506	28.851784	0.62881607
6	im01	01_05	764.1705146	47.916622	26.236246	0.6356188
7	im01	02_01	319.4115475	32.10198	16.664772	0.60587
8	im01	02_02	288.7807844	29.460972	16.8848	0.56780344
9	im01	02_03	627.6188164	44.371452	23.767012	0.58225685
10	im01	02_04	909.0591137	51.572212	29.208315	0.5969762
11	im01	02_05	1012.170018	57.096497	28.637869	0.60268813
12	im01	02_06	873.4391133	53.791866	25.43952	0.600011
13	im01	03_01	513.2821275	42.303856	20.227884	0.5813066
14	im01	03_02	160.3581022	21.741728	11.660619	0.6432554
15	im01	03_03	420.2285502	34.264194	19.03625	0.6478899
16	im01	03_04	576.7300293	43.486485	21.407778	0.6160087
17	im01	03_05	205.935072	23.605568	13.621956	0.68553084
18	im01	03_06	604.7012995	42.77645	22.971014	0.60379565
19	im01	04_01	877.5394635	52.14375	27.245235	0.6232924
20	im01	04_02	817.1166453	52.076164	25.114407	0.61350995
21	im01	04_03	463.6334813	36.79185	20.23639	0.6205293
22	im01	04_04	758.8085182	48.101654	25.112564	0.6115866

Ce fichier est lisible par les tableurs standards, ici *Excel* (*suite Microsoft Office*).

NB : les valeurs numériques sont données en **notation anglo-saxonne** : la virgule est représentée par un point. Il sera peut-être nécessaire de **remplacer les points par des virgules** pour effectuer des traitements numériques, en fonction de la langue utilisée.

Chaque ligne correspond à une feuille traitée. Les deux premières colonnes permettent d'identifier la feuille dans la série d'images traitées : la première donne le nom de l'image, la seconde le n° de ligne et le rang de la feuille.

NB : lorsque les images de contrôle montrent une incohérence, le fichier numérique sera modifié pour permettre le traitement des données. Dans le cadre d'un appariement pesées/surfaces, il conviendra de rajouter une ligne « vide » à l'emplacement de la feuille manquante pour éviter les décalages d'appariement.

Les quatre colonnes suivantes sont les paramètres évalués.

Area : surface en mm^2 de la feuille. Elle est évaluée à partir du comptage des pixels de la région définissant la feuille.

adjLength : c'est la longueur « ajustée » de la feuille et est donnée en millimètres. Elle est définie par la projection de tous les points de la feuille sur le grand axe de l'ellipse recouvrante.

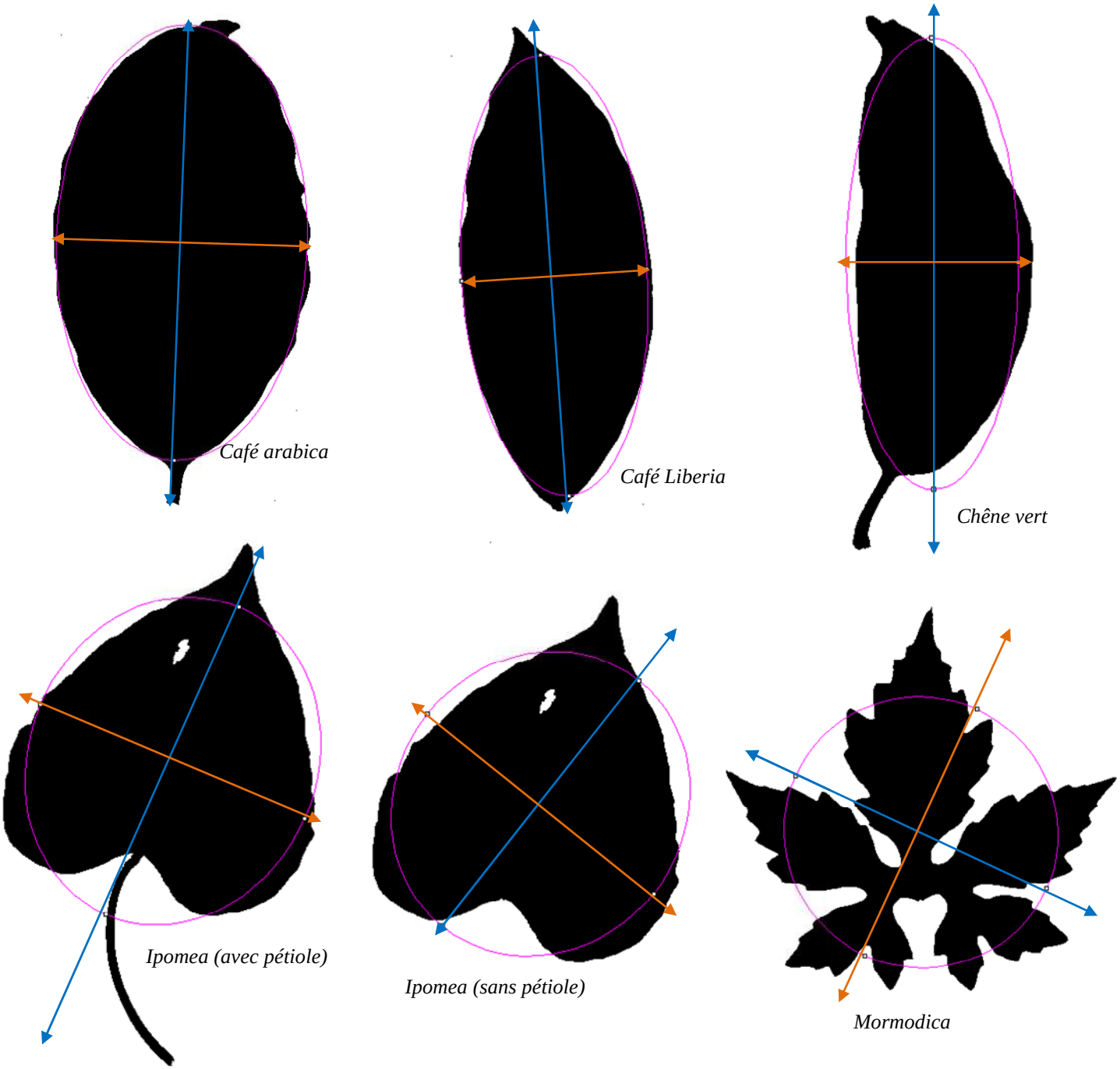
adjWidth : c'est la largeur « ajustée » de la feuille et est donnée en millimètres. Elle est définie par la projection de tous les points de la feuille sur le petit axe de l'ellipse recouvrante.

Circularity – c'est le coefficient de circularité : il décrit la compacité de la feuille. Il est définit par 4pi(area/perimeter^2). Une valeur de 1 indique un cercle parfait. Une valeur tendant vers 0 caractérise une forme allongée. Les valeurs ne sont pas pertinentes pour des petits objets (pour lesquels les pixels du périmètre se confondent avec les pixels de la surface). Dans ce cas, la valeur 1 sera donnée…

8. Mesures : limites et discussion

8.1. Limites des longueurs

Les notions de longueur, largeur et compacité, bien qu'apparemment simples, doivent être manipulées avec prudence, tant elles dépendent de la forme des objets d'étude.



Im 16 : feuilles et longueurs : en bleu, les longueurs ajustées, en orange les largeurs ajustées.

Les longueurs sont estimées à partir des axes de l'ellipse recouvrante, c'est-à-dire l'ellipse de même surface que la feuille et minimisant l'erreur de recouvrement. Cette approche est plus ou moins bien adaptée en fonction de la forme des feuilles.

Pour simplifier, elle sera plutôt utilisée pour les feuilles simples, allongée, non courbe.

8.2. Caractérisation de la forme

C'est un problème plus ou moins complexes en fonction des feuilles étudiées. Le choix des paramètres et des seuils discriminants est souvent difficile. A titre d'illustration, se reporter au tableau suivant, présentant le coefficient de circularité des feuilles de l'image 16.

	Circularité
Café Arabica	0,666
Café Libéria	0,615
Chêne vert	0,441
Ipomea (+ pétiole)	0,338
Ipomea (- pétiole)	0,663
Mormodica	0,103

Une faible valeur rend compte du fort découpage de Mormodica. A contrario, des formes plus homogènes auront une circularité plus élevé. Notez toutefois la similitude des coefficients entre Ipomea et Arabica, alors que les formes sont relativement différentes.