

Spécifications

vendredi 5 décembre 2008

Projet ***Monofin***

4^{ème} année Informatique
INSA Rennes

*YOANN CHAUDET
PAUL GARCIA
QUENTIN GAUTIER
NICOLAS LE SQUER
NICOLAS MUSSET
XAVIER VILLOING*

Encadreurs

*PATRICE LEGUESDRON
LAURENT MONIER
FULGENCE RAZAFIMAHERY*

Sommaire

I.	Introduction.....	5
II.	Interface graphique.....	6
Étape 0.	Fenêtre choix de mode.....	7
1.	Démarrer un nouveau projet vide.....	7
2.	Démarrer un nouveau projet à partir d'une image.....	7
2.1	Choisir une image.....	8
2.2	Redimensionner l'image.....	8
2.3	Déplacer l'image.....	9
2.4	Changer l'inclinaison de l'image.....	9
2.5	Détecter le contour.....	9
3.	Charger un projet enregistré.....	9
4.	Charger un objet STL.....	9
Étape 1.	Modélisation de la palme.....	10
1.	Barre d'outils.....	11
1.1	Prévisualiser la monopalme en 3D.....	11
1.2	Afficher ou masquer la grille de dessin.....	11
1.3	Annuler la dernière action.....	11
1.4	Répéter une action annulée.....	11
1.5	Déplacer la vue dans la fenêtre de dessin.....	11
1.6	Modifier le zoom sur la fenêtre de dessin.....	11
1.7	Choisir une image d'arrière-plan.....	12
1.7.1	Choisir une image.....	12
1.7.2	Redimensionner l'image.....	12
1.7.3	Déplacer l'image.....	12
1.7.4	Changer l'inclinaison de l'image.....	12
1.7.5	Supprimer l'arrière-plan.....	13
1.7.6	Choisir une image d'arrière-plan.....	13
2.	Catalogue.....	13
2.1	Sélectionner le catalogue de formes prédéfinies.....	13
2.2	Sélectionner le catalogue de formes enregistrées.....	13
2.3	Intégrer une forme.....	13
2.4	Enregistrer une forme dessinée.....	13
2.5	Supprimer une forme enregistrée.....	14
3.	Fenêtre de dessin.....	14
3.1	Objets manipulables dans la fenêtre de dessin.....	14
3.1	Dessiner une ligne brisée.....	15
3.2	Sélectionner un point délimiteur.....	16
3.3	Déplacer un point délimiteur.....	16
3.4	Insérer un point de délimiteur.....	16
3.5	Sélectionner une ligne.....	16
3.6	Déplacer une ligne.....	16
3.7	Déplacer un point-tangente.....	17
3.8	Insérer un point-tangente.....	17
3.9	Supprimer un point-tangente.....	17

3.10	Aligner deux tangentes	17
4.	Fenêtre épaisseur	17
4.1	Travailler avec une épaisseur variable.....	17
4.2	Modifier l'épaisseur à la base.....	17
4.3	Travailler avec une épaisseur constante.....	18
4.4	Modifier l'épaisseur	18
4.5	Modifier le nombre de couches.....	18
4.6	Valider l'étape 1	18
Étape 2.	Paramètres physiques de la palme	18
1.	Choisir un matériau	18
2.	Initialiser le module d'Young	18
3.	Initialiser le coefficient de Poisson	18
4.	Initialiser la masse volumique	19
5.	Choisir une strate	19
6.	Valider l'étape 2	19
7.	Retourner à l'étape 1.....	19
Étape 3.	Paramètres dynamiques de la palme	20
1.	Personnaliser les paramètres dynamiques	20
2.	Initialiser la durée de la simulation	20
3.	Initialiser le pas de la simulation	21
4.	Initialiser la formule.....	21
5.	Choisir une formule prédéfinie ou personnalisée.....	21
6.	Utiliser des données dynamiques existantes	21
7.	Charger les données dynamiques existantes	21
8.	Valider l'étape 3	21
9.	Retourner à l'étape 2.....	21
Étape 4.	Paramètres de rendu.....	22
1.	Choisir les paramètres de rendu	22
2.	Valider l'étape 4	22
3.	Retourner à l'étape 3.....	22
Étape 5.	Validation des résultats	22
1.	Enregistrer le projet.....	22
2.	Lancer la simulation.....	22
III.	Interfaçage avec COMSOL	23
A.	COMSOL en bref	23
B.	Diagramme d'activité du processus de communication	23
1.	Récupérer les données de l'interface.....	24
2.	Fabriquer le script COMSOL	24
3.	Lancer le script COMSOL	24
4.	Récupérer les résultats.....	24
C.	Fonctionnalités	25
1.	Afficher un aperçu du rendu 3D d'une monopalme	25
2.	Demander le calcul de la simulation	25
2.1	Résultat sous la forme d'une vidéo	25
2.2	Résultats bruts de la simulation	25

IV. Conclusion	26
----------------------	----

Table des figures

Figure 1 – Diagramme d'état transition de l'application	6
Figure 2 - Fenêtre de l'étape 0	7
Figure 3 – Fenêtre de détection de contour d'une monopalme.....	8
Figure 4 – Fenêtre de l'étape 1	10
Figure 5 - Choisir une image d'arrière-plan.....	12
Figure 6 – Mode de symétrie utilisé dans la fenêtre de dessin (un axe de symétrie horizontal)	15
Figure 7 – Différentes configuration pour une ligne	15
Figure 8 – Comparaison 1 courbe et 2 points de contrôle vs. 2 courbes et 2 points-tangente	16
Figure 9 – Mode d'affichage des différentes strates	17
Figure 10 – Fenêtre de saisie des paramètres dynamiques de la palme	20
Figure 11 – Diagramme d'activité du processus de communication	23

I. Introduction

Notre projet consiste au développement d'une application faisant le lien entre les utilisateurs et un logiciel de simulation physique dans un cadre précis : l'étude du comportement des monopalmes en milieu aquatique.

Ce rapport énumère dans un premier temps les spécifications fonctionnelles qui résultent de nos nombreuses interactions avec les futurs utilisateurs. Toutes les spécifications fonctionnelles expriment les besoins des utilisateurs vis-à-vis de l'interface graphique que nous leur fourniront. Dans un second temps nous présenterons brièvement par quel moyen nous nous interfacerons avec le logiciel de simulation physique COMSOL. Cette dernière partie mettra en évidence les flux de données qui devront transiter entre notre interface graphique et COMSOL.

En parallèle à la préparation de ces spécifications nous avons continué à évaluer les différentes technologies que nous avons proposées dans le précédent dossier. Si clairement nous avons opté pour la librairie graphique Qt pour réaliser l'interface, nous hésitons toujours entre Java et C++ pour ce qui est des langages de programmation. Précédemment nous avons évoqué la possibilité d'utiliser le format STL pour importer dans COMSOL les modèles 3D de monopalme. Cette solution est sérieusement remise en cause, la nouvelle solution (qui semble l'unique solution viable) consiste à décrire la géométrie des monopalmes directement en utilisant les primitives géométriques de COMSOL Script. Cette réflexion intervient peut-être trop vite dans le déroulement du projet, cependant il nous semblait important de le préciser (en sachant que ce point sera définitivement réglé dans le rapport de conception).

II. Interface graphique

Le diagramme d'état transition représenté ci-dessous décrit le fonctionnement simplifié de l'interface utilisateur. Chaque état représente une étape (une fenêtre dans l'application) dans le processus de modélisation et de simulation de la monopalme. L'utilisation d'objet STL est pour le moment remise en cause. Ainsi les étapes représentées en rouge (et dont le fond est plus sombre sur le diagramme) seront probablement modifiées ou supprimées. L'état initial est le lancement du programme. L'état final est le rendu de la simulation.

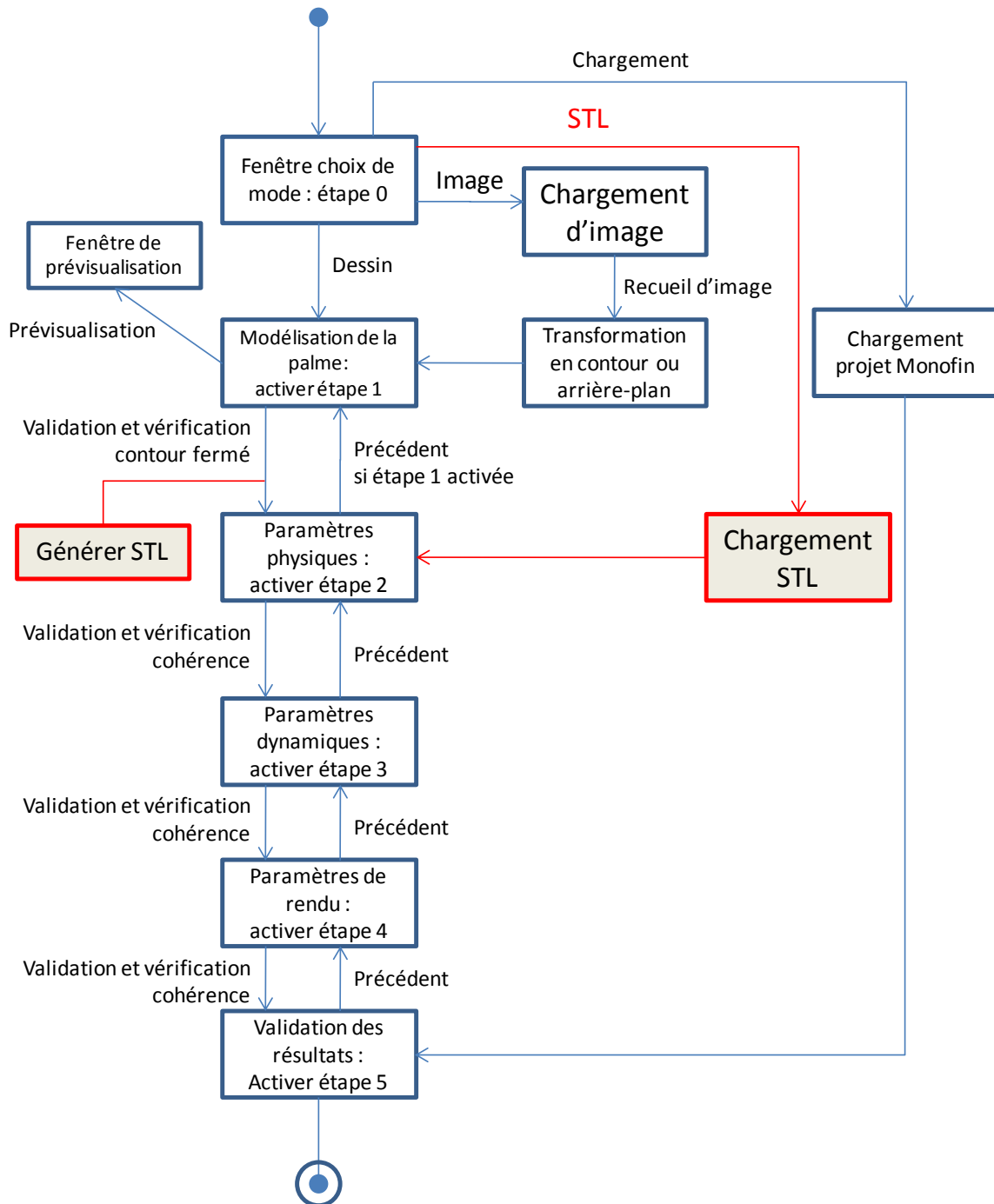


Figure 1 – Diagramme d'état transition de l'application

Pour garantir un fonctionnement simple pour les utilisateurs, nous avons organisés notre interface sous la forme d'un assistant en six étapes numérotées de 0 à 5. La première étape, véritable point d'entrée permet à l'utilisateur de spécifier ce qu'il désire faire dans l'application. Les étapes suivantes permettent (dans l'ordre) : de modéliser une monopalme, de renseigner les paramètres physiques puis dynamiques qui lui sont associées pour terminer par la saisie de divers paramètres de simulation et enfin lancer la simulation.

Étape 0. Fenêtre choix de mode

A l'exécution du programme, première fenêtre qui s'affiche (ci-dessous). Elle propose à l'utilisateur de choisir entre quatre modes pour démarrer ou continuer un projet.

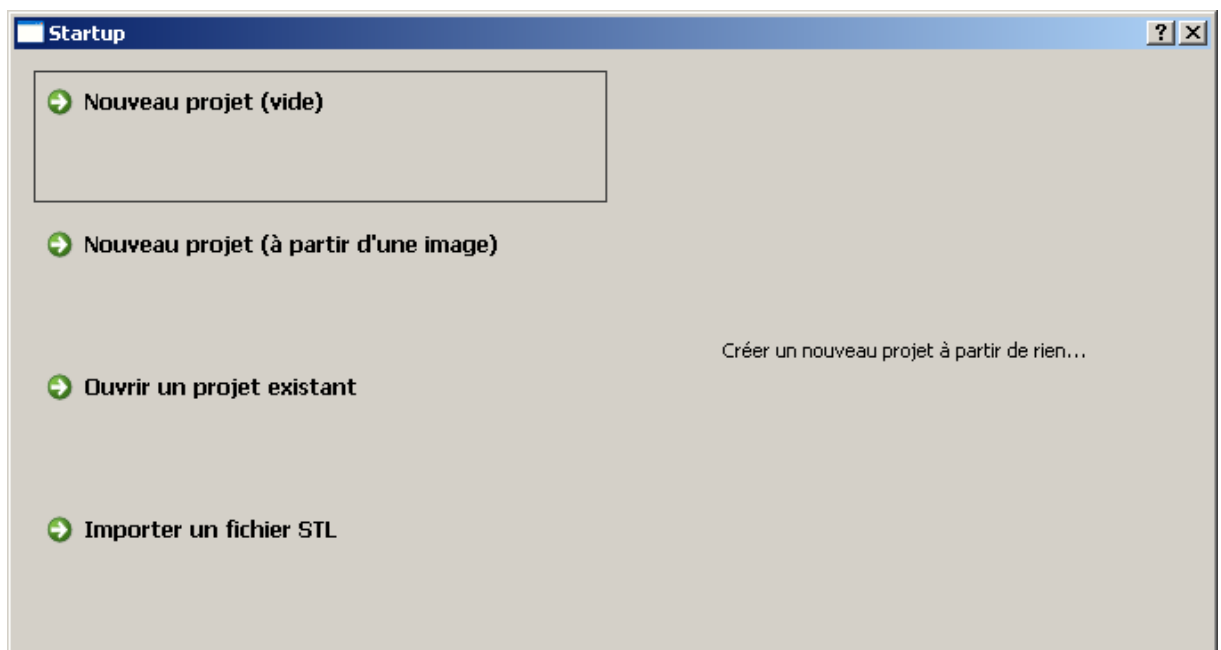


Figure 2 - Fenêtre de l'étape 0

1. Démarrer un nouveau projet vide

Choix de mode permettant de démarrer un nouveau projet. L'utilisateur passe directement à l'étape 1 avec une zone de dessin vierge.

2. Démarrer un nouveau projet à partir d'une image

Choix de mode permettant de démarrer un nouveau projet à partir d'une image. Sur cette image est appliqué un algorithme spécifique, qui génère une forme de monopalme vectorisée utilisable par la suite à l'étape 1. Ouvre une petite fenêtre qui possède une partie graphique avec un axe fixe en son centre. La fenêtre offre les fonctionnalités ci-après.

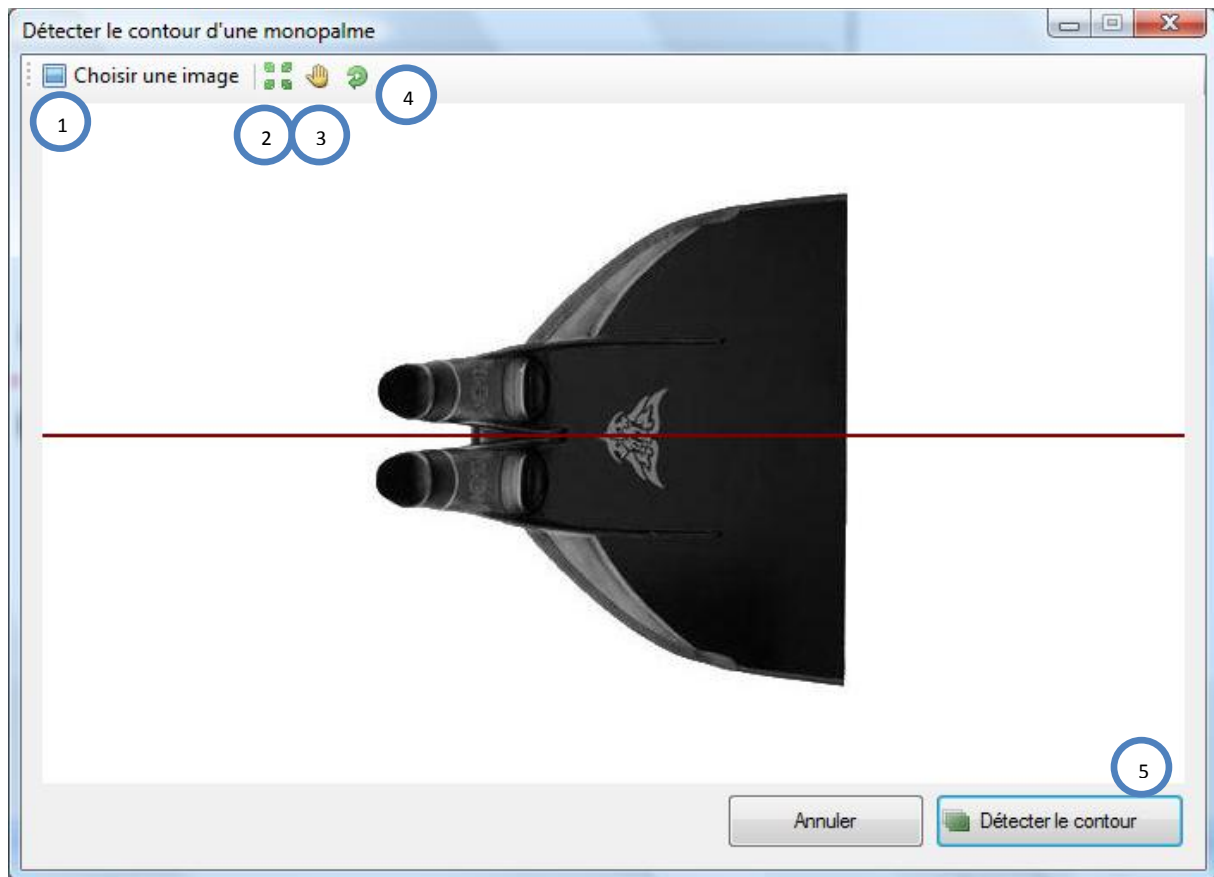


Figure 3 – Fenêtre de détection de contour d'une monopalme

Remarques : La forme vectorisée est obtenue à l'aide d'un algorithme de reconnaissance de contour et d'un algorithme de vectorisation de contour. L'algorithme de reconnaissance de contour n'a pas encore été choisi. Cependant, cette partie est en cours de test et l'algorithme des contours actifs¹ se révèle plus efficace pour détecter des formes. Le contour obtenu pourra probablement être plus simple à vectoriser. Pour le moment aucun algorithme n'a été choisi pour la vectorisation d'un contour.

2.1 Choisir une image

Accessible à travers le bouton (1) de l'image ci-dessus. Ouvre une fenêtre de sélection de fichier dans l'arborescence des répertoires. Permet à l'utilisateur de choisir un fichier image dont la forme sera extraite. L'image sélectionnée apparaîtra dans la partie graphique. Si une image a déjà été chargée, la nouvelle image sélectionnée la remplacera.

2.2 Redimensionner l'image

Accessible à travers l'interrupteur (2). Dès lors qu'il sera dans l'état enfoncé, l'utilisateur aura la possibilité à travers la molette de la souris d'agrandir ou de rétrécir l'image. Celle-ci restera alignée sur l'axe de symétrie (si elle était déjà alignée).

¹ Voir la partie « Reconnaissance d'image » dans le rapport de pré-étude pour le fonctionnement de l'algorithme.

2.3 Déplacer l'image

Accessible à travers l'interrupteur (3). Dès lors qu'il sera dans l'état enfoncé, l'utilisateur pourra déplacer l'image par « glisser/déplacer » avec la souris.

2.4 Changer l'inclinaison de l'image

Accessible à travers l'interrupteur (4). Le fonctionnement est identique à celui de l'interrupteur de redimension de l'image. Lorsque l'interrupteur est enfoncé, l'utilisateur peut faire tourner l'image autour de son centre de gravité grâce à la molette de la souris.

Remarque : Les interrupteurs (2), (3), (4) sont mutuellement exclusifs.

2.5 Détecter le contour

Accessible à travers le bouton (5). Lorsque l'utilisateur pense avoir aligné son image sur l'axe de symétrie, il peut à travers le bouton lancer l'algorithme de détection de contour. L'algorithme ne travaillera que sur la partie de l'image située au dessus de l'axe, la forme complète sera obtenue par symétrie.

Dès que l'algorithme aura terminé son calcul, le contour obtenu est contrôlé. Celui-ci doit être fermé et sans boucle. Si ce n'est pas le cas, un message d'erreur préviendra l'utilisateur que l'image qu'il a fournie ne permet pas une détection de contour. Dans le cas où le contour calculé est valide, celui-ci sera affiché sur l'image de la monopalme (en surimpression) et il sera demandé à l'utilisateur s'il souhaite utiliser ce contour. Si l'utilisateur accepte d'utiliser le contour, la fenêtre de l'étape 1 s'affiche avec le contour intégré dans la zone de dessin. Dans le cas échéant, le contour en surimpression sur l'image est effacé et l'utilisateur peut s'il le souhaite continuer à travailler sur l'image (rotation, redimension, ...).

Remarque : Un bouton « Annuler » permettra de retourner à l'écran de l'étape 0.

3. Charger un projet enregistré

Choix de mode permettant de charger un projet enregistré par l'utilisateur. Ouvre une fenêtre dans laquelle l'utilisateur pourra indiquer la position d'un projet en parcourant l'arborescence de ses répertoires. Le projet sélectionné sera chargé avec tous les paramètres enregistrés lors de sa sauvegarde. L'utilisateur passera alors à l'étape 5 et aura possibilité de revenir aux étapes précédentes.

4. Charger un objet STL

Permet de charger un objet de format STL et de l'intégrer dans le projet. Ouvre une fenêtre dans laquelle l'utilisateur pourra indiquer la position d'un objet STL en parcourant l'arborescence de ses répertoires. Après chargement de l'objet, l'utilisateur passera directement à l'étape 2 sans passer par l'étape 1. Il sera alors impossible à l'utilisateur de revenir à l'étape 1 pour modifier la forme de l'objet.

Remarque : Cette fonctionnalité sera probablement supprimée si le choix d'utiliser des objets STL n'est pas retenu.

Étape 1. Modélisation de la palme

Cette étape doit permettre à l'utilisateur de réaliser la conception de son modèle de palme. L'interface est prévue pour offrir plusieurs options de conception. Il est possible de démarrer la conception en partant d'une photo et soit de s'en servir comme élément d'arrière plan, soit de demander à l'application de reconnaître la forme (ce choix est fait à l'étape 0). Dans ce dernier cas, une bonne partie du travail de dessin est réalisée en interne. Il est également possible de sauvegarder et de charger des patrons déjà réalisés, afin de gagner du temps (ceux-ci sont stockés dans le catalogue).

La fenêtre ci-dessous représente schématiquement l'interface graphique de l'étape 1. Elle est composée de cinq parties principales :

- (1) La barre d'outils (page 11)
- (2) Le fil d'Ariane indiquant à l'utilisateur dans quelle étape il se trouve. Ce fil d'Ariane sera présent à chaque étape.
- (3) La zone de dessin de la monopalme (page 14).
- (4) La zone permettant de dessiner le profil (en strates) de la palme (page 17).
- (5) Le catalogue de formes prédéfinies (page 13).

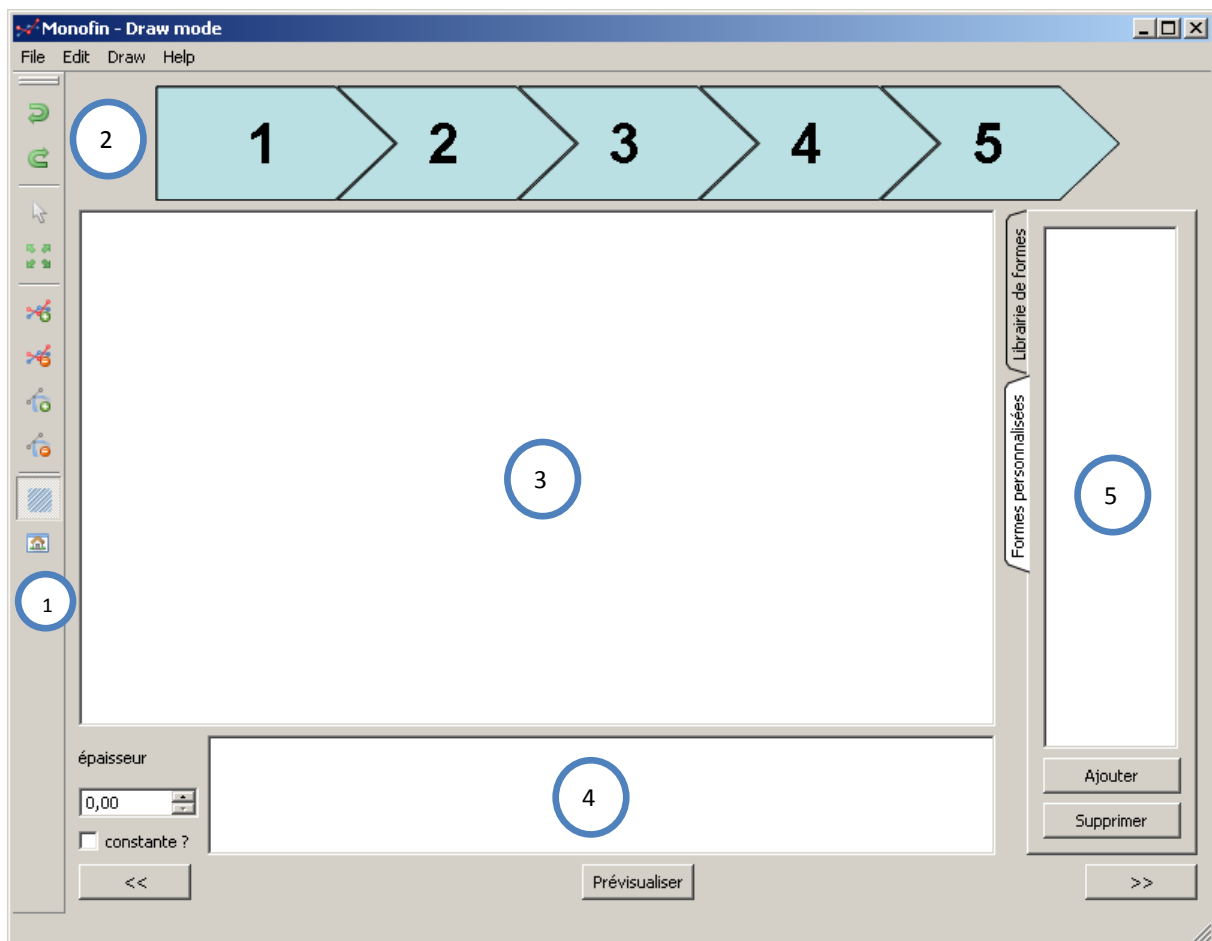


Figure 4 – Fenêtre de l'étape 1

1. Barre d'outils

1.1 *Prévisualiser la monopalme en 3D*

Fonctionnalité accessible à travers un bouton. Ouvre une petite fenêtre dans laquelle l'utilisateur a un aperçu de son modèle de palme en 3D. Cette fenêtre ne contient qu'une image de la vue en 3D de la palme.

1.2 *Afficher ou masquer la grille de dessin*

Bouton pouvant être activé ou désactivé par l'utilisateur, selon qu'il veuille ou non afficher une grille correspondant à l'échelle sur la fenêtre de dessin.

1.3 *Annuler la dernière action*

Bouton annulant la dernière action effectuée par l'utilisateur. L'utilisateur pourra annuler jusqu'à une vingtaine d'actions à la suite.

1.4 *Répéter une action annulée*

Bouton permettant de répéter la dernière action annulée par l'utilisateur. Possibilité de refaire plusieurs actions si celles-ci ont été annulées à la suite à condition que l'utilisateur n'ait pas effectué d'autres actions entre temps.

1.5 *Déplacer la vue dans la fenêtre de dessin*

Bouton transformant le curseur de la souris en une « main », et qui permet d'« accrocher » la vue de la fenêtre de dessin pour la déplacer. Ceci permet d'atteindre des points situés en dehors de la fenêtre de dessin, en cas de zoom par exemple.

1.6 *Modifier le zoom sur la fenêtre de dessin*

Bouton permettant de zoomer (en plus ou en moins) sur la fenêtre de dessin. Un clic gauche sur le bouton pourra par exemple zoomer « plus » et un clic droit zoomer « moins ». L'intérêt du zoom sur la fenêtre de dessin est de pouvoir afficher tous les points modélisant le contour de la monopalme dans le cadre de la fenêtre.

1.7 Choisir une image d'arrière-plan

Lors de la modélisation d'une monopalme, nous offrons la possibilité à l'utilisateur d'utiliser une image en arrière-plan de la zone de dessin (cf. Fenêtre de dessin page 14). Cette image qui sera très probablement une monopalme, fera office de « patron ». L'utilisateur pourra ainsi, modéliser une monopalme en s'aidant du contour d'une image de monopalme qu'il aura choisi en arrière-plan. Cette fonctionnalité doit offrir une alternative à l'algorithme de reconnaissance de contour qui sera fourni à l'étape 0.

Fonctionnalité accessible à travers un bouton permettant de sélectionner un arrière-plan. Ouvre une petite fenêtre qui possède une partie graphique avec un axe fixe en son centre. La fenêtre offre les fonctionnalités présentées ci-dessous.

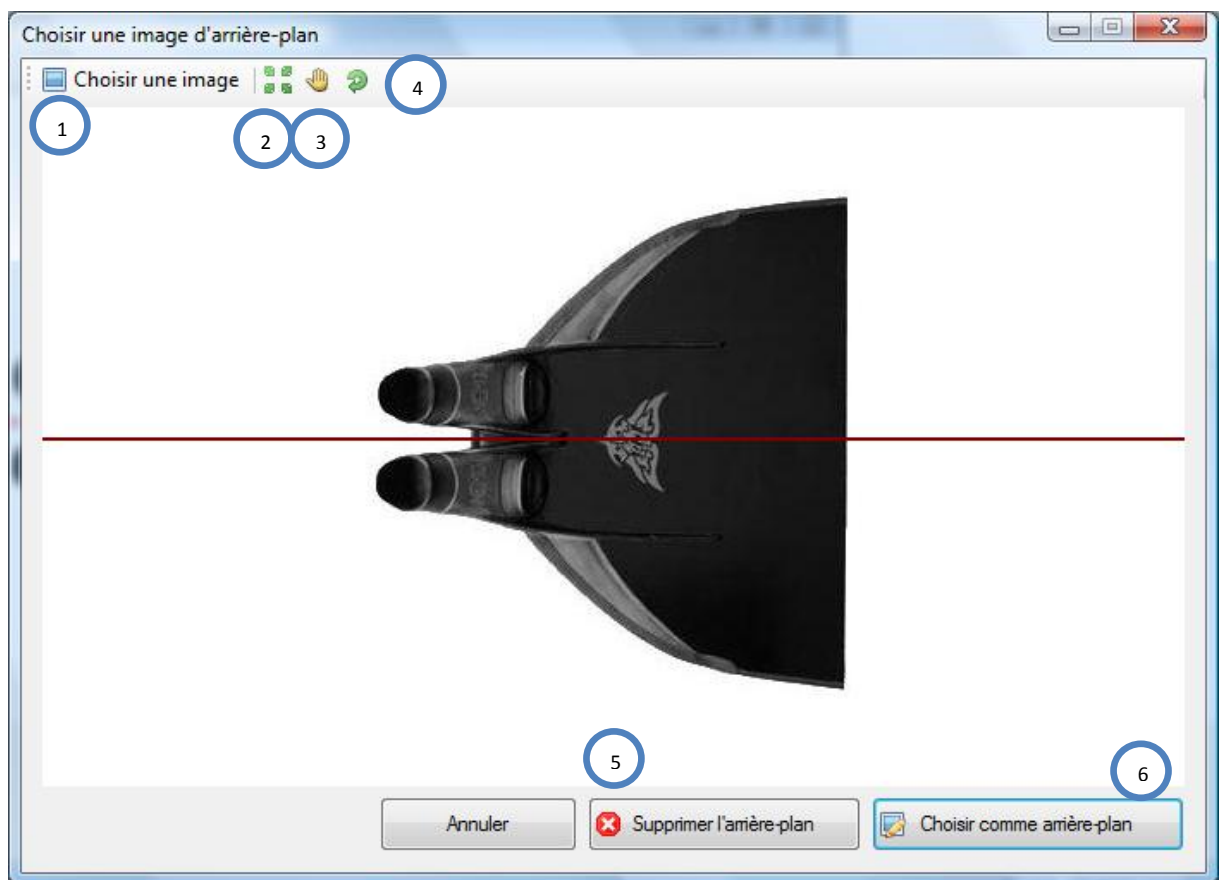


Figure 5 - Choisir une image d'arrière-plan

1.7.1 Choisir une image

Bouton (1), analogue à Choisir une image page 8.

1.7.2 Redimensionner l'image

Bouton (2), analogue à Redimensionner l'image page 8.

1.7.3 Déplacer l'image

Bouton (3), analogue à Déplacer l'image page 9.

1.7.4 Changer l'inclinaison de l'image.

Bouton (4), analogue à Changer l'inclinaison de l'image page 9.

1.7.5 Supprimer l'arrière-plan

Bouton (5), actif uniquement si un arrière-plan a déjà été défini dans la fenêtre de dessin. Lorsque l'utilisateur clique sur le bouton (si celui-ci est actif), après confirmation, l'image d'arrière-plan de la fenêtre de dessin est effacée et la fenêtre est fermée.

1.7.6 Choisir une image d'arrière-plan

Bouton (5), actif uniquement si une image a été sélectionnée à l'aide du bouton (1). A pour effet, après confirmation, d'afficher l'image d'arrière-plan dans la fenêtre de dessin principale (étape 1, cf. Modélisation de la palme page 10) comme elle était placée dans la partie graphique de la petite fenêtre (c'est-à-dire que l'image est zoomée/déplacée/tournée selon toutes les opérations que l'utilisateur a effectuées pour la placer correctement par rapport à l'axe de symétrie).

Si l'utilisateur avait déjà choisi un arrière-plan, cette petite fenêtre s'ouvre avec son image d'arrière-plan dans la partie graphique. Il a alors la possibilité de choisir une nouvelle image ou de supprimer celle déjà utilisée.

2. Catalogue

Le catalogue est un espace permettant de stocker et de ranger des formes prédéfinies de monopalme. Le catalogue est organisé en deux ensembles : les monopalmes de la bibliothèque et les monopalmes de l'utilisateur.

2.1 Sélectionner le catalogue de formes prédéfinies

Onglet « bibliothèque » qui affiche dans le catalogue la liste des dessins prédéfinis fournis avec le logiciel (avec une image pour les visualiser).

2.2 Sélectionner le catalogue de formes enregistrées

Onglet « utilisateur » qui affiche dans le catalogue la liste des dessins enregistrés par l'utilisateur (avec une image pour visualiser).

2.3 Intégrer une forme

Pour sélectionner les dessins du catalogue, il faut cliquer dessus, ce qui a pour effet de surligner le dessin sélectionné.

Pour charger un dessin du catalogue dans la fenêtre de dessin, il faut double-cliquer dessus, ou effectuer un glisser-déplacer à partir du dessin jusqu'à la fenêtre.

2.4 Enregistrer une forme dessinée

Bouton permettant d'enregistrer le dessin actuel (dans la fenêtre de dessin) dans le catalogue « utilisateur ». Le dessin doit être complet et valide (y compris celui de l'épaisseur), dans le cas échéant, un message d'erreur indiquera à l'utilisateur qu'il doit terminer son dessin avant de pouvoir l'enregistrer.

Un petit champ texte s'ouvre pour que l'utilisateur puisse entrer le nom de son dessin, celui-ci devant être différent des autres déjà enregistrés.

Enregistrer a pour effet de créer un fichier de sauvegarde du dessin dans un répertoire prédéfini du logiciel.

2.5 *Supprimer une forme enregistrée*

Accessible à travers un bouton qui n'est activé que si l'onglet « utilisateur » du catalogue est sélectionné et qu'un dessin est sélectionné. Cliquer sur ce bouton a pour effet de supprimer le dessin sélectionné du catalogue, ainsi que de supprimer le fichier de sauvegarde correspondant. Une boîte de dialogue de confirmation (OK/Annuler) s'ouvre avant que l'opération ne soit effectuée.

3. Fenêtre de dessin

Il s'agit de la plus importante zone de cette première étape. La fenêtre de dessin proprement dite est un éditeur de forme qui s'articule autour d'un axe de symétrie. L'objectif est de dessiner dans un premier temps une forme grossière en s'aidant ou non d'un patron en arrière plan. Part la suite, l'utilisateur raffine son dessin et ajoutant des points et en créant des courbes. Chacune de ses modifications sur une moitié de palme est reportée sur l'autre via l'axe de symétrie. Il est à noter que l'utilisateur peut tout aussi bien agir sur la partie en dessous qu'au dessus de l'axe de symétrie. L'application garantit la symétrie des palmes modélisées.

Afin de pouvoir réaliser des courbes, les lignes de Bézier seront utilisées. Celles-ci sont en général composées de deux points de délimitation et de plusieurs points de contrôle qui gèrent leurs courbures. Ici, dans un souci de simplicité, un seul point permettra le contrôle de la courbure : le point-tangente. Ainsi, pour réaliser une forme fortement courbée, il faudra mettre plusieurs courbes de Bézier bout à bout. Cela permet de compartimenter le dessin, afin que l'utilisateur se concentre sur chaque portion de la courbe.

3.1 *Objets manipulables dans la fenêtre de dessin*

Pour réaliser un dessin de façon simple et précise, L'utilisateur dispose de plusieurs éléments qu'il peut créer, manipuler et détruire.

- Lignes : Elles représentent le contour de la palme. Il peut s'agir de segments, ou de courbes de Bézier. Elles sont uniquement sélectionnables.
- Points délimiteur : Ils délimitent deux lignes. Ils peuvent être supprimés, ajoutés ou déplacés, pour affiner le dessin.
- Tangentes : Ce sont les tangentes de la ligne courbe sélectionnée, calculées en chacune de ses extrémités (point délimiteur). Elles définissent la courbure de la ligne. Il est possible de faire pivoter une tangente pour modifier la courbure du côté de son point délimiteur, sans modifier la courbure de l'autre côté.
- Points-tangente : Les ajouter transforme un segment en courbe. Ils servent à définir la courbure de la ligne. Un point-tangente est propre à une ligne et n'est visible que si cette dernière est sélectionnée. De plus il se situe au croisement des tangentes de la courbe au niveau des deux points délimiteurs. Le déplacer modifie donc la courbure de la ligne des deux côtés.

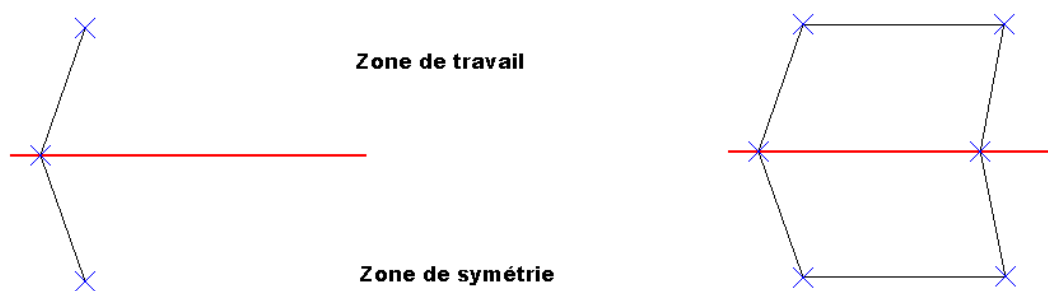


Figure 6 – Mode de symétrie utilisé dans la fenêtre de dessin (un axe de symétrie horizontal)

3.1 Dessiner une ligne brisée

Accessible à travers un bouton. Seul outil de dessin actif si rien n'a encore été dessiné ou aucun dessin prédéfini n'a été chargé. Oblige l'utilisateur à cliquer sur l'axe de symétrie à l'endroit où il veut commencer son demi-contour. Une fois le premier point placé sur l'axe de symétrie, l'utilisateur peut continuer de placer des points en cliquant dans la demi-fenêtre (en-dessous ou au-dessus de l'axe de symétrie, mais toujours dans la même partie). À chaque clic est créé un point qui est automatiquement relié au précédent par une ligne droite. L'utilisateur indique la fin de son dessin en plaçant son dernier point sur l'axe de symétrie à l'endroit où il veut terminer son demi-contour.

Pendant la création de cette ligne, aucune autre action n'est disponible, et l'utilisateur doit obligatoirement terminer son demi-contour avant de pouvoir faire autre chose. On note tout de même qu'il suffit de cliquer sur l'axe de symétrie pour terminer la ligne : si, par exemple, l'utilisateur n'est pas du tout satisfait de sa ligne, il peut la terminer rapidement et la supprimer entièrement avec le bouton « Annuler » (cf. Annuler la dernière action page 11). Une fois les points placés, il est de toute façon possible, par la suite, d'en déplacer, rajouter ou supprimer. Il est également interdit à l'utilisateur de construire une forme comportant une boucle. Cela se traduit, pas le refus de placer un point dans une zone formant un circuit avec les points précédemment placés.

Remarque : Un point au moins doit être placé hors de l'axe de symétrie. Une moitié de palme ne peut être composée de moins de trois points dont deux sur l'axe de symétrie.

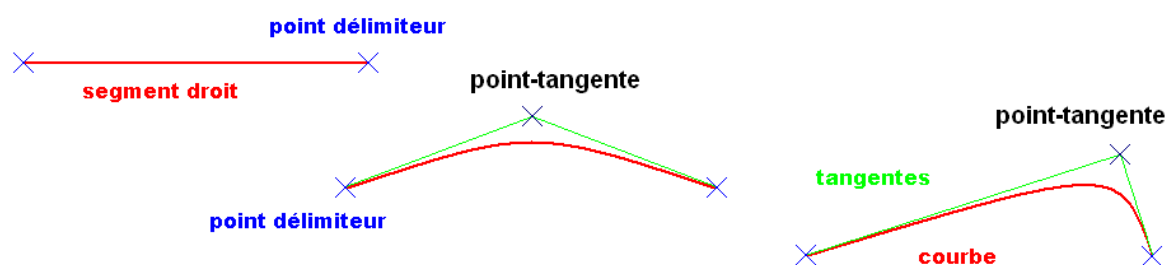


Figure 7 – Différentes configuration pour une ligne



Figure 8 – Comparaison 1 courbe et 2 points de contrôle vs. 2 courbes et 2 points-tangente

3.2 Sélectionner un point délimiteur

Fonctionnalité accessible lorsque l'utilisateur clique sur un point délimiteur, c'est-à-dire un point auquel est reliée la courbe du contour de la palme (à la différence d'un point-tangente²), pour pouvoir le déplacer ou le supprimer.

3.3 Déplacer un point délimiteur

Accessible après avoir sélectionné un point délimiteur en maintenant enfoncé le bouton gauche de la souris et en déplaçant le curseur. Cette action ne déplace pas le point tangent associé au segment. C'est-à-dire que les tangentes situées en ce point sélectionné seront modifiées, mais pas celles situées sur les points adjacents.

3.4 Insérer un point de délimiteur

Bouton permettant d'insérer un point de délimitation (c'est-à-dire un point faisant partie du contour de palme, au contraire d'un point-tangente). L'utilisateur doit alors cliquer sur un segment afin d'insérer son point entre les deux points extrémités de ce segment à l'endroit où il a cliqué.

Si le segment en question ne possède pas de point-tangente (donc est droit), le point est inséré sans problème à l'endroit du segment où l'utilisateur a cliqué, formant ainsi deux nouveaux segments droits.

Si ce segment possède un point-tangente, alors les deux segments nouvellement créés posséderont également un point-tangente chacun, ceux-ci calculés pour la courbe garde le plus possible son aspect d'origine.

3.5 Sélectionner une ligne

Permet de sélectionner un segment (en cliquant sur celui-ci) afin de faire apparaître, s'il en a, son point-tangente, ainsi que les tangentes pour ce segment à ses extrémités.

3.6 Déplacer une ligne

Après avoir sélectionné un segment, permet de déplacer un de ses segments tangents s'il en a. L'action de déplacer un segment tangent n'a aucun effet sur l'autre segment tangent, ainsi, le point-tangente sera modifié.

² Point d'intersection de deux tangentes.

3.7 Déplacer un point-tangente

Après avoir sélectionné un segment, permet de déplacer, s'il en a un, son point-tangente, c'est-à-dire de déplacer le point d'intersection de ses deux segments tangents, et donc de modifier ceux-ci.

3.8 Insérer un point-tangente

Bouton permettant après avoir sélectionné un segment, de lui ajouter un point-tangente s'il n'en a pas. L'utilisateur doit cliquer quelque part dans la demi-fenêtre de dessin (celle correspondante au segment sélectionné) pour placer ce point (en général à proximité du segment sélectionné). Les tangentes en chaque point extrémité du segment sont alors placées automatiquement en fonction de l'emplacement du point-tangente, et le segment sélectionné est recalculé et transformé en courbe que l'utilisateur pourra modifier en agissant sur le point-tangente qu'il vient de placer ou directement sur les tangentes elles-mêmes.

3.9 Supprimer un point-tangente

Bouton permettant après avoir sélectionné un segment possédant un point-tangente, de supprimer ce dernier. Ce segment sélectionné (qui était alors une courbe) redevient une droite entre ses deux points extrémités. Les segments adjacents ne sont pas du tout affectés par cette action.

3.10 Aligner deux tangentes

Bouton permettant après avoir sélectionné un point délimiteur, d'aligner ses deux tangentes, si les deux segments dont il est l'extrémité possèdent un point-tangente. Ces deux points-tangente en question sont modifiés, mais cette action n'affecte aucune autre tangente que celles du point délimiteur sélectionné. C'est une action qui permet de « lisser » la courbe.

4. Fenêtre épaisseur



Figure 9 – Mode d'affichage des différentes strates

4.1 Travailler avec une épaisseur variable

Bouton de type interrupteur qui s'il est « allumé », active une fenêtre de dessin pour le profile de la palme. Celle-ci a les mêmes caractéristiques que la fenêtre de dessin classique, mais ne dispose pas d'axe de symétrie.

4.2 Modifier l'épaisseur à la base

Bouton permettant d'entrer une valeur d'épaisseur maximale de la palme, qui figurera sur la gauche du dessin du profile, sous forme de segment. Ce sera la base du dessin du profile. L'utilisateur devra commencer sa ligne brisée sur une extrémité du segment, et la finir sur l'autre.

4.3 Travailler avec une épaisseur constante

Bouton de type interrupteur qui s'il est « allumé », désactive la fenêtre de dessin du profil de la palme. A la place se trouve un rectangle représentant une coupe de la palme. Les modes de travail « Épaisseur variable » et « Épaisseur constante » sont mutuellement exclusifs.

4.4 Modifier l'épaisseur

Zone de texte permettant de saisir une valeur précise pour l'épaisseur, en millimètres. Un bouton « incrémenter » et un autre « décrémenter » permettent également de modifier cette valeur.

4.5 Modifier le nombre de couches

Zone de texte permettant de choisir le nombre de couches qui composent l'épaisseur de la palme, dans le cas d'une palme à épaisseur constante. L'utilisateur pourra définir une épaisseur spécifique pour chacune d'elles. Chaque couche aura par la suite des propriétés physiques propres, que l'utilisateur définira.

4.6 Valider l'étape 1

Bouton qui est activé si tous les champs précédents ont été saisis et sont valides. Permet de passer à l'étape suivante. Ouvre une petite boîte de dialogue de confirmation (OK/Annuler). En cas de confirmation, affiche la fenêtre de l'étape 2.

Étape 2. Paramètres physiques de la palme

Cette étape consiste simplement à entrer les données relatives aux propriétés du matériau composant la palme ou ses diverses couches. La plupart des champs sont pré-remplie ou correspondent à un certain nombre de matériaux courant et déjà enregistrés.

1. Choisir un matériau

Liste déroulante qui contient un certain nombre de matériaux prédéfinis pour l'utilisateur. La sélection d'un des champs remplit automatiquement les valeurs du module d'Young³, du coefficient de Poisson⁴ et de la masse volumique avec les valeurs correspondantes au matériau choisi.

Si l'utilisateur ne souhaite pas sélectionner un matériau existant par défaut dans la liste, il pourra bien entendu saisir lui-même le module d'Young, le coefficient de Poisson et la masse volumique du matériau désiré.

2. Initialiser le module d'Young

Champ texte dans lequel l'utilisateur doit rentrer la valeur du module d'Young pour le matériau de la palme.

3. Initialiser le coefficient de Poisson

Champ texte dans lequel l'utilisateur doit rentrer la valeur du coefficient de Poisson pour le matériau de la palme.

³ Le module de Young est « le rapport entre la contrainte de traction appliquée à un matériau et la déformation qui en résulte ».

⁴ Le coefficient de Poisson « permet de caractériser la contraction de la matière perpendiculairement à la direction de l'effort appliqué ».

4. Initialiser la masse volumique

Champ texte dans lequel l'utilisateur doit rentrer la valeur de la masse volumique pour le matériau de la palme.

5. Choisir une strate

Liste déroulante permettant de choisir la strate pour laquelle l'utilisateur veut définir le matériau. Cette liste contient le nombre de strates que l'utilisateur a défini dans l'étape 1, dans un ordre précis (La strate 1 est toujours la plus en-dessous ou la plus au-dessus, ceci étant précisé dans la documentation du logiciel, ainsi que dans la barre des messages en bas de la fenêtre). La sélection d'une des strates a pour effet de remplir les champs (1) à (4) avec des valeurs déjà rentrées par l'utilisateur (s'il veut les modifier par exemple), ou avec des valeurs par défaut s'il n'a pas encore choisi de matériau pour cette strate.

6. Valider l'étape 2

Bouton qui est activé si tous les champs précédents sont remplis et valides. Permet d'activer l'étape suivante et de passer à la fenêtre de l'étape 3. Ouvre une petite boîte de dialogue de confirmation (OK/Annuler).

7. Retourner à l'étape 1

Bouton permettant de revenir sur la fenêtre de l'étape 1 en conservant la valeur des champs de l'étape actuelle. Celle-ci reste toujours active si l'on clique sur ce bouton.

Étape 3. Paramètres dynamiques de la palme

L'objectif de cette étape est de rentrer les données concernant la simulation. L'utilisateur doit rentrer la durée de celle-ci, le pas des mesures et des informations sur les forces appliquées.

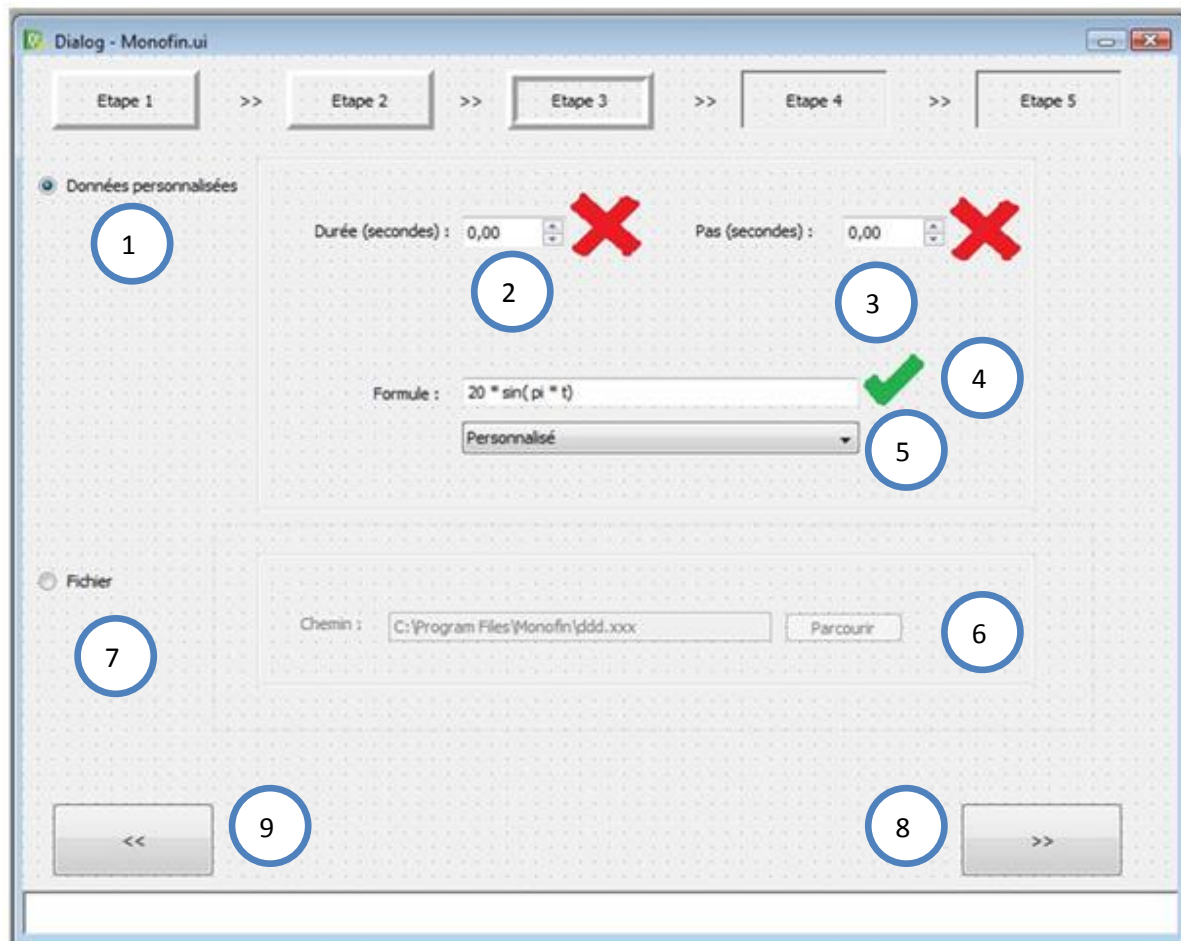


Figure 10 – Fenêtre de saisie des paramètres dynamiques de la palme

Pour chaque champ, une croix rouge indiquera une valeur erronée tandis qu'un « tick » vert indiquera une valeur correcte.

1. Personnaliser les paramètres dynamiques

Bouton à cocher si l'utilisateur désire rentrer les paramètres dynamiques lui-même, c'est-à-dire sans passer par un fichier, soit : la durée de la simulation, le pas, ainsi que la formule à appliquer. En cochant ce bouton, les paramètres correspondant s'activent (2, 3, 4 et 5), tandis que la possibilité de rentrer le chemin d'un fichier (7) se désactive (en grisé).

2. Initialiser la durée de la simulation

Champ texte dans lequel l'utilisateur doit rentrer la durée de la simulation désirée en secondes. Lorsque la valeur de ce champ est erronée, le bouton valider (8) se grise. Ce champ possède une valeur par défaut. Cette valeur sera transformée en deux valeurs (début et fin) pour être envoyée à COMSOL.

3. Initialiser le pas de la simulation

Champ texte dans lequel l'utilisateur doit rentrer le pas de la simulation désiré en secondes (la simulation sera calculée toutes les X secondes – X la valeur à rentrer). Le champ possède une valeur par défaut et la saisie d'une valeur erronée désactive le bouton (8).

4. Initialiser la formule

Champ dans lequel l'utilisateur doit rentrer la formule à appliquer sur la palme. Le champ possède une valeur par défaut et la saisie d'une valeur erronée désactive le bouton (8).

5. Choisir une formule prédéfinie ou personnalisée

Liste déroulante contenant une série de formules prédéfinies, qui, lorsque l'on clique sur l'une d'elles, remplit le champ « formule » (4) avec la formule correspondante. Contient également un type personnalisé qui permet de rentrer une formule définie par l'utilisateur, ou qui se sélectionne si l'utilisateur modifie une formule prédéfinie dans le champ « formule » (3).

6. Utiliser des données dynamiques existantes

Bouton à cocher si l'utilisateur désire utiliser un fichier de données pour rentrer les paramètres dynamiques de la simulation. Cocher ce bouton a pour effet de désactiver la partie contenant Durée, Pas et Formule (2, 3, 4 et 5), et active la partie permettant d'indiquer le chemin du fichier (7).

7. Charger les données dynamiques existantes

Champ texte permettant de rentrer le chemin du fichier de données à utiliser pour la simulation. Ce chemin peut être rentré directement ou sélectionné *via* le bouton « Parcourir », qui ouvre une fenêtre dans laquelle l'utilisateur pourra indiquer la position de son fichier en parcourant l'arborescence de ses répertoires.

8. Valider l'étape 3

Bouton qui est activé si tous les champs précédents sont remplis et valides. Permet d'activer l'étape suivante et de passer à la fenêtre de l'étape 4. Ouvre une petite boîte de dialogue de confirmation (OK/Annuler).

9. Retourner à l'étape 2

Bouton permettant de revenir sur la fenêtre de l'étape 2 en conservant la valeur des champs de l'étape 3. L'étape 3 reste toujours active si l'on clique sur ce bouton.

Étape 4. Paramètres de rendu

Ici l'utilisateur a la possibilité de choisir les informations qu'il désire obtenir à l'issue de la simulation. Celles-ci pourront être sauvegardées pour être comparées par la suite.

1. Choisir les paramètres de rendu

Liste de cases à cocher regroupées par thèmes, chacune représentant un paramètre que l'utilisateur veut voir affiché en résultat après le calcul effectué par COMSOL sur le modèle de palme. Cette liste contient par exemple des vidéos (pour afficher l'animation calculée de la palme), les différentes variables calculées par COMSOL, etc. Elle est exhaustive et claire, de plus, la plupart des cases sont cochées par défaut lors de l'ouverture de la fenêtre.

Remarque : Une aide apparaît dans la barre des messages à chaque fois que le pointeur de la souris se trouve au niveau d'une case à cocher ; un texte d'aide supplémentaire peut éventuellement être rajouté selon la place disponible dans la fenêtre et selon le temps restant pour le projet, l'aide étant de toute façon toujours disponible en version complète dans la documentation.

2. Valider l'étape 4

Bouton permettant à l'utilisateur de passer à l'étape 5 après confirmation par une boîte de dialogue OK/Annuler.

3. Retourner à l'étape 3

Bouton permettant de revenir sur la fenêtre de l'étape 3, tout en gardant en mémoire les cases cochées de cette étape. Ainsi, quand l'utilisateur revient sur cette étape, les cases à cocher ne sont pas remises à leur valeur par défaut.

Étape 5. Validation des résultats

Cette fenêtre contient principalement des informations non modifiables par l'utilisateur, qui sont un résumé des différentes étapes qu'il a validées : une vue de son modèle de palme en 3D, les paramètres physiques et dynamiques choisis et les résultats qu'il veut afficher après le calcul.

1. Enregistrer le projet

Bouton permettant à l'utilisateur d'enregistrer la totalité des étapes qu'il a validées dans un fichier, afin de pouvoir le charger plus tard en aboutissant directement à l'étape 5, tous les paramètres des autres étapes étant sauvegardés (y compris le modèle de palme). Ce bouton ouvre une fenêtre permettant à l'utilisateur de choisir l'emplacement de sauvegarde de son fichier dans l'arborescence de ses répertoires.

2. Lancer la simulation

Bouton permettant après confirmation par l'utilisateur (boîte de dialogue OK/Annuler), de démarrer la simulation. L'utilisateur ne voit qu'une fenêtre s'ouvrir avec un texte du type « Veuillez patienter, simulation en cours », qui ne se fermera qu'à la fin du calcul COMSOL.

III. Interfaçage avec COMSOL

A. COMSOL en bref

COMSOL est le logiciel de simulation physique que nous devons utiliser pour notamment calculer les mouvements d'une monopalme en milieu aquatique. COMSOL est en réalité une suite composée de deux logiciels principaux :

- COMSOL Multiphysics, une interface graphique permettant d'utiliser COMSOL
- COMSOL Script, un langage de script permettant de s'interfacer avec COMSOL et de lancer des simulations, récupérer des résultats (etc.) par programmation

La clé de l'interfaçage entre notre application et COMSOL est bien évidemment l'utilisation de COMSOL Script. Dès lors que nous serons en mesure de générer un script COMSOL, il nous suffira de demander à COMSOL de l'exécuter en mode *batch*.

B. Diagramme d'activité du processus de communication

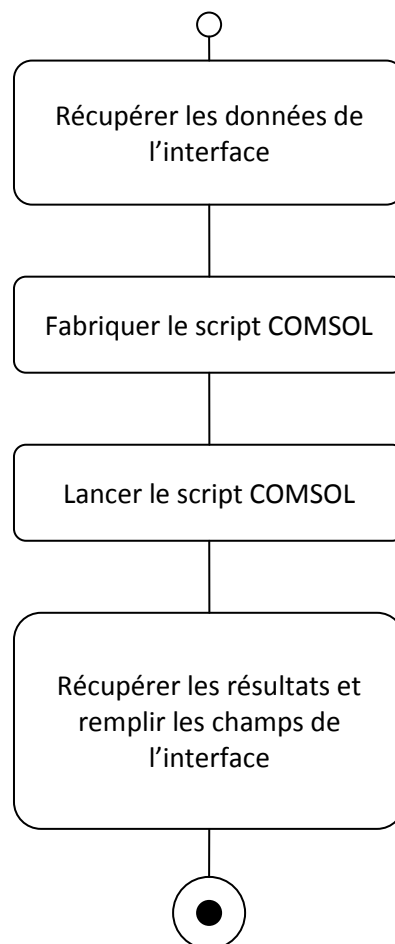


Figure 11 – Diagramme d'activité du processus de communication

1. Récupérer les données de l'interface

Cette étape va consister à centraliser et synthétiser les données de configuration de la simulation initiée par l'utilisateur en vue de fabriquer le script COMSOL.

Dans un premier temps la géométrie de l'objet à analyser sera récupérée. Ensuite se sera au tour des données sur les matériaux et le liquide environnant ainsi que les types de résultats attendus.

2. Fabriquer le script COMSOL

Dans cette étape, un script COMSOL sera généré dynamiquement à partir des données collectées précédemment.

Le script devra déclarer la géométrie de l'objet, les paramètres de simulations, les résultats à récupérer et surtout où les stocker. Le script généré devra avoir le squelette suivant :

Script COMSOL
Initialisation de COMSOL et des variables utilisées dans le script
Définition de la géométrie de l'objet
Configuration de la simulation (méthode de résolution, équations diverses, ...)
Lancement de la simulation
Préparation des résultats (paramétrages des échelles de couleurs, des vues, ...)
Exportation des résultats (au format vidéo, texte ou image)

3. Lancer le script COMSOL

Le script sera enregistré dans un fichier texte et donné à l'interpréteur COMSOL Script. Il existe une instruction en ligne de commande qui permet d'interpréter un script en arrière plan. C'est celle-ci qui sera utilisée.

4. Récupérer les résultats

Cette étape va consister à afficher à l'écran, en fonction des désirs de l'utilisateur, les résultats de la simulation et lui permettre de les utiliser et de les exploiter comme il l'entend.

Il pourra s'agir d'une vidéo, de graphiques, d'images ou même de données brutes au format standard de COMSOL.

C. Fonctionnalités

L'interfaçage avec COMSOL devra permettre de remplir les deux fonctionnalités suivantes.

1. Afficher un aperçu du rendu 3D d'une monopalme

L'environnement graphique que nous fourniront à l'utilisateur lui permettra de modéliser une monopalme en vue de dessus et en vue de profil. Par la suite c'est un modèle 3D de la monopalme ainsi modélisée qui sera utilisé dans la simulation. L'utilisateur aura alors la possibilité de visualiser en trois dimensions la monopalme qu'il aura modélisée. Cela lui permettra en particulier de pouvoir détecter d'éventuelles anomalies avant le lancement de la simulation.

En ce qui concerne le flux de données qui transitera entre notre interface et COMSOL, il s'agira d'un script qui initialisera la « géométrie » de l'objet et demandera à COMSOL d'en afficher un rendu 3D. Il en résultera de cette opération une image représentant le monopalme qui sera envoyée à notre interface graphique.

2. Demander le calcul de la simulation

Il s'agit de la fonctionnalité la plus importante, elle consiste à demander à COMSOL d'effectuer la simulation physique sur un modèle de monopalme. Le flux de données sera ici, un script COMSOL « complet », tel qu'il a été décrit précédemment (cf. Fabriquer le script COMSOL page 24). Dans tous les cas, le script retournera deux types de résultats.

2.1 *Résultat sous la forme d'une vidéo*

Une vidéo du mouvement de la monopalme sera générée par COMSOL et renvoyée à notre interface. La vidéo sera dans un format standard (AVI), tel que sait le faire COMSOL. Les paramètres de la vidéo (longueur, dimensions, ...) seront initialisés au préalable dans l'interface graphique par l'utilisateur.

2.2 *Résultats bruts de la simulation*

Une simple vidéo n'est pas suffisante pour notre simulation physique. En effet COMSOL ne représente pas toutes les données qui résultent de la simulation sur cette vidéo. C'est par exemple le cas des traînées de la palme laissée dans l'eau après son mouvement.

Pour être en mesure de générer plus de résultats, nous récupérerons les données brutes de la simulation (valeur de chaque variable à chaque instant t de la simulation). Ces données seront récupérées dans un format de fichier texte qu'il reste à définir. Dans tous les cas le fichier sera rendu à l'utilisateur qui pourra en extraire les résultats qu'il souhaite sur la simulation.

IV. Conclusion

Comme nous avons pu le voir, notre projet consiste principalement en la réalisation d'une interface graphique lourde. Celle-ci devra permettre la modélisation d'une monopalme mais également l'interfaçage avec le logiciel de simulation physique COMSOL.

C'est à COMSOL que reviendra la simulation physique, nous nous contenterons de récupérer les résultats et de les retourner à l'utilisateur sous forme brut (vidéos et fichiers textes).

Dans l'état actuel des choses, nous allons continuer nos réflexions sur le langage de programmation que nous souhaitons utiliser. Il nous faudra également continuer à tester les algorithmes de reconnaissance de contours que nous avons trouvés et qui ont été validé par nos encadreur.