

Lisiane LAGOUARDE
Jean-Baptiste BATTESTI
Fabien PARDIGON
Vincent DELPECH
Axel FRANCOIS
Vincent VIEULES

Visualisation 3D/2D

ONERA

Cahier des charges

Projet Tuteuré
IUT d'ARLES département informatique
Licence Professionnelle SIL Imagerie Numérique

Cahier des Charges

1 – Introduction	3
2 – Présentation	4
L'ONERA	4
Les enjeux	5
Les objectifs	5
L'existant.....	6
3 - PROJET : les applications	7
Application 1 : visualisation 3D.....	7
Outil 1 : afficher une cellule.....	7
Outil 2 : mode de visualisation.....	7
Outil 3 : sélection de facettes et de groupes de facettes	8
Outil 4 : sélection de points.....	8
Outil 5 : fenêtre de Propriétés	9
Outil 6 : rajout d'éléments.....	9
Outil 7 : mode d'affichage	9
Outil 8 : impression d'écran	10
Application 2 : fonction de l'outil géométrique	10
Outil 1 : ajout de facettes avec un attribut unique.....	10
Outil 2 : calcul de normale.	10
Outil 3 : extraction de données.....	11
Outil 4 : détermination de la boîte englobante et calcul d'angle.....	11
Outil 5 : calcul d'une image de rendu sur échantillonnée.	11
Outil 6 : calcul d'une image de rendu au format capteur.	11
Outil 7 : calcul de la surface apparente d'un pixel.	11
Outil 8 : calcul de la surface apparente de chaque facette.....	12
Application 3 : outil interactif de visualisation d'image	12
Outil 1 : récupération et affichage d'image.....	12
Outil 2 : fonctions générales.....	12
Outil 3 : interface.....	13
4 - Fourniture du projet	14
5 – Conclusion.....	15
Les coûts.....	15
Les délais et les tests de validation.....	16
ANNEXES :	17
Batch :	17
Cellule :	17
Oktal :	17
SDM :	18
Solaris :	18

Cahier des Charges

1 – Introduction

La société ONERA désire disposer d'un logiciel regroupant les fonctionnalités de ses logiciels existants.

Elle dispose de logiciels réalisant des simulations sur des représentations en 3D d'aéronefs (avions, ULM, hélicoptère) ; qui a précédemment été développé par OKTAL. Les applications du projet en cours reprendront ce principe de visualisation.

Pour réaliser ce projet, nous sommes une équipe composée de 6 personnes :

- | | |
|--------------------------|----------------------------|
| - BATTESTI Jean-Baptiste | Responsable développement |
| - DELPECH Vincent | Développeur C++ |
| - FRANCOIS Axel | Chargé de la planification |
| - LAGOUARDE Lisiane | Responsable communication |
| - PARDIGON Fabien | Développeur OpenGL |
| - VIEULES Vincent | Chef de projet |

Cahier des Charges

2 – Présentation

L'ONERA

L'ONERA, Office National d'Etudes et de Recherches Aérospatiales (www.onera.fr), est le premier acteur français de la recherche aérospatiale. Les ingénieurs qui y travaillent, doivent créer, tester, simuler, modéliser et expérimenter des concepts nouveaux dans une large palette de disciplines. Leur créativité se révèle dans les domaines porteurs (radar, optique, commande de systèmes...) ainsi que sur des projets scientifiques internationaux (accélérométrie ultrasensible à usage spatial, avions du futur comme l'aile volante ou les avions sans pilote, ...).

Cette société travaille en partenariat aussi bien avec des centres de recherche et des laboratoires universitaires qu'avec des agences nationales ou internationales (CNES, ESA...) et des industriels. Avec la création en 1994 de l'EREA (association des Etablissements de Recherche Européens en Aéronautique), elle et six de ses homologues se sont donnés pour objectifs de coordonner leurs projets et leurs moyens, comme par exemple l'alliance ONERA/DLR pour les hélicoptères. L'ONERA ne se contente pas seulement de coopérer avec les pays de l'Europe, elle collabore aussi avec la Russie, le Japon (NAL), les Etats-Unis (NASA), ...

De nombreux enjeux collectifs majeurs sont pris en compte par ONERA tels que le transport aérien et spatial de demain qui exige de lutter contre le bruit, de sauvegarder l'environnement terrestre (pollution) et spatial (débris), et d'accompagner la croissance du trafic aérien. Elle relève donc le défi d'accroître les performances des avions, hélicoptères (...) tout en réduisant les nuisances sur l'environnement. Enfin, l'ONERA répond aussi aux nouveaux besoins de la défense comme la conception des moyens de surveillance et de veille, ainsi que les systèmes de défense de demain.

Cahier des Charges

Les enjeux

Dans le cadre de notre Licence Professionnelle en Imagerie Numérique, nous devons mener à bien le projet tuteuré qui nous a été confié concernant le développement d'outils de visualisation pour la société ONERA.

Ce projet nous permettra de mettre en application les connaissances acquises tout au long de nos études et plus particulièrement lors de cette année en Licence Professionnelle.

Un planning sera mis en place afin de prévoir l'avancement constant du projet. Nous prévoyons également des réunions hebdomadaires ou bimensuelles afin de faire une mise au point collective.

Les objectifs

Le projet qui nous a été confié se divise en trois parties que nous mènerons à bien.

Ces trois parties sont :

- Un logiciel de visualisation 3D permettant la modification de cellules (cf. annexe).
- Un jeu de fonctions de calcul exécutables en batch (cf. annexe).
- Un outil de visualisation 2D.

Chacun des logiciels que nous développerons devra être compatible avec ceux de l'ONERA. Ils doivent utiliser les mêmes types de fichiers, en entrée comme en sortie, et s'intégrer à la suite de logiciels existants.

L'intérêt des outils que nous développerons est de rassembler plusieurs fonctionnalités des programmes de la société ONERA dans un seul et même logiciel, divisé en 3 parties.

Les outils que nous créerons devront répondre aux attentes du commanditaire, avoir une interface simple et permettre un accès direct aux informations.

Cahier des Charges

L'existant

Un logiciel de visualisation en trois dimensions a été développé par OKTAL, pour l'entreprise ONERA, qui s'en sert pour effectuer ses recherches dans le domaine de l'aéronautique. Les principales fonctions de ce logiciel seront reprises dans notre projet.

Cahier des Charges

3 - PROJET : les applications

Le produit sera composé de trois applications :

- Application 1 Visualisation: affichage de cellule, mode de visualisation (modification du point de vue, zoom), sélection de facettes et de groupes de facettes, de points, affichage des propriétés, rajout d'éléments, mode d'affichage, impression d'écran.
- Application 2 Fonction de travail sur fichier: ajout de facettes, calcul de la normale de chaque facette, détermination de la boîte englobante et calcul du meilleur angle de vue, calcul d'une image de rendu sur échantillonnée, calcul d'une image de rendu au format capteur, calcul de la surface apparente de chaque facette.
- Application 3 Outil interactif de visualisation d'image : récupération de l'image et affichage de celle-ci (image de rendu sur échantillonnée, image de rendu au format capteur), fonctions générales (zoomer sur l'image, afficher du texte sur l'image, information sur l'image, multi fenêtrage), interface, graduation (échelle), icônes.

Application 1 : visualisation 3D

Cet outil sera une fenêtre avec une vue en 3D, dans laquelle on utilisera les fonctionnalités ci-dessous grâce à un menu.

Outil 1 : afficher une cellule

Le logiciel devra afficher des objets en 3D (cellules) à partir des données enregistrées dans un fichier SDM.

Outil 2 : mode de visualisation

Les fonctions de visualisation seront utilisables depuis une interface clavier ou souris.

Cahier des Charges

- **Tourner autour de la cellule :**

Cette fonctionnalité permettant de faire pivoter le point d'observation autour de la cellule ; grâce aux flèches du clavier, à une interaction souris, ou en entrant les nouvelles coordonnées (x, y, z) au clavier.

- **Déplacement latéral face à la cellule :**

Cette fonctionnalité permettra des translations de ce point d'observation grâce à des touches du clavier, à la souris, ou bien depuis la fenêtre de dialogue.

- **Zoomer sur la cellule :**

Cette fonctionnalité a pour objectif de rapprocher ou reculer le point d'observation de la cellule en utilisant des touches du clavier, grâce à une interaction souris, ou grâce à des touches du clavier.

Outil 3 : sélection de facettes et de groupes de facettes

L'utilisateur pourra sélectionner une facette de la cellule en cliquant dessus, plusieurs grâce à une sélection de plusieurs facettes avec un maintien de la touche control, ou en traçant un carré de sélection à la souris. Les facettes sélectionnées seront mises en valeur par un changement de leur couleur apparente en une couleur commune au groupe de sélection.

Outil 4 : sélection de points

L'utilisateur pourra également sélectionner un point dans l'espace, en choisissant entre deux modes (sélection facette/sélection point), la sélection se fera soit à la souris en cliquant sur la fenêtre graphique, soit au clavier en entrant les coordonnées. Les points ainsi sélectionnés seront indexés (numéro de point - coordonnées).

Cahier des Charges

Outil 5 : fenêtre de Propriétés

Nous avons pour objectif d'afficher et de modifier les propriétés d'une facette sélectionnée.

Ses propriétés sont :

- Le numéro
- La couleur
- La normale

L'affichage et la modification se feront dans une fenêtre de dialogue adjacente. D'autres propriétés pourront être rajoutées.

Outil 6 : rajout d'éléments

Notre outil de visualisation 3D devra avoir la possibilité d'ajouter des facettes et des primitives simples (cylindre, cône, cube, sphère, hémisphère).

Par la suite la forme pourra être déplacée et collée à la cellule grâce à un test de collision.

Outil 7 : mode d'affichage

Cette fonctionnalité proposera deux options :

- Fil de fer :

Ce mode permettra d'afficher la cellule (et les éventuels éléments rajoutés), uniquement grâce à ses points et ses arêtes (sans texture).

- Ombré :

Dans ce mode, les objets 3D affichés seront texturés, et ainsi les faces arrière seront cachées par les faces avant.

Les deux modes pourront être utilisés simultanément.

Cahier des Charges

Outil 8 : impression d'écran

Cette fonctionnalité permettra à l'utilisateur de faire une capture de l'écran en cours, et de la sauver dans un fichier.

Application 2 : fonction de l'outil géométrique

Application basique de calcul en mode batch, travaillant en interaction avec les deux autres applications. Pour la lancer, il n'y aura donc pas besoin de quitter l'application principale.

Outil 1 : ajout de facettes avec un attribut unique.

Cet outil permet d'ajouter des facettes ou des objets à la cellule visualisée. Pour cela, deux possibilités :

- soit indiquer, à partir de la ligne de commande, le type de primitive que l'on veut créer (cône, cube, sphère, hémisphère, cylindre, facettes, ...), ses paramètres, le sens de parcours de ses points (pour le calcul de la normale), et ses coordonnées afin de le situer dans le plan de visualisation.
- soit indiquer un fichier à charger, qui contient tous les objets à ajouter, ainsi que leurs paramètres correspondants.

Une fois l'opération effectuée, la visualisation de la cellule est modifiée et l'on pourra sauvegarder ces modifications dans un fichier .SDM (cf. annexe).

Outil 2 : calcul de normale.

La fonction de l'outil 2 doit permettre à l'utilisateur de connaître les coordonnées des normales de chaque facette de l'objet. Pour cela, la fonction calcule les normales de toutes les facettes selon le sens de parcours défini dans le fichier SDM. Si l'on veut un sens de parcours différent de celui par défaut, on l'indique en paramètre de la fonction.

Le résultat (n° de face + normale normée correspondante) est stocké dans un fichier texte.

Cahier des Charges

Outil 3 : extraction de données.

L'outil 3 extrait les données contenues dans le fichier .SDM indiqué par l'utilisateur pour ensuite permettre leur utilisation dans les différentes applications.

Outil 4 : détermination de la boîte englobante et calcul d'angle.

Pour utiliser l'outil 4, il faut que l'utilisateur indique le fichier .SDM à traiter ainsi que le point de vue depuis lequel il veut se placer par rapport à l'objet.

L'outil va alors déterminer la boîte englobante de l'objet à visualiser et va calculer l'angle de vue entre celle-ci et le point de vue choisi.

Outil 5 : calcul d'une image de rendu sur échantillonnée.

En indiquant à l'outil 5 le point de vue désiré, le champ de vue, ainsi que la taille $n*m$ en pixels, l'utilisateur pourra obtenir une image de rendu qui comprendra le numéro de face à laquelle appartient chaque pixel.

Ce résultat sera stocké dans un fichier image.

Outil 6 : calcul d'une image de rendu au format capteur.

Pour fonctionner, l'outil 6 aura besoin des informations sur les normales obtenues dans l'outil 2 et de l'image résultant de l'outil 5 (point de vue, champ de vue...). On pourra éventuellement modifier le champ de vue, le point de vue, et la taille de l'image.

L'utilisateur obtiendra un nouveau fichier image de $n'*m'$ pixels avec leur luminance.

Les résultats seront comme précédemment renvoyés dans un fichier.

Outil 7 : calcul de la surface apparente d'un pixel.

L'outil 7 prend en entrée l'image résultant de l'outil 5 ainsi qu'un champ de vue indiqué par l'utilisateur.

En sortie, on aura la dimension horizontale et verticale en mètres de l'image ainsi que l'aire du pixel, stockées dans un fichier.

Cahier des Charges

Outil 8 : calcul de la surface apparente de chaque facette.

L'outil 8 permet de calculer la surface apparente de chaque facette, il faut, pour cela, l'image résultant de l'outil 5 et l'aire des pixels calculée dans l'outil 7.

Le résultat est stocké dans un fichier.

Application 3 : outil interactif de visualisation d'image

L'application suivante se sert des fichiers images 2D créés par l'application 2, afin de les mettre en forme.

Outil 1 : récupération et affichage d'image**- Image de rendu sur échantillonnée :**

Cette image résultera de l'outil 5 de l'application 2, qui consiste à calculer l'image de rendu sur échantillonnée.

A partir du fichier, on récupère la taille en nombre de pixels de l'image, les couleurs et les numéros des faces.

- Image de rendu au format capteur :

Cette image résultera de l'outil 6 de l'application 2, consiste à calculer l'image de rendu au format capteur.

On récupère l'image de rendu au format capteur, qui est l'image sur échantillonnée plus la luminance des faces.

Outil 2 : fonctions générales**- Zoomer sur l'image :**

Cette fonction permet de se rapprocher ou de s'éloigner de l'image. Cette commande est pilotée à la souris ou au clavier.

- Texte sur l'image :

Cahier des Charges

Cette fonctionnalité permet à l'utilisateur d'affecter dans l'image une zone de texte pour des commentaires.

- **Information sur l'image :**

Dès l'ouverture de l'image, une fenêtre apparaît contenant la palette de couleurs lui correspondant.

Lors du déplacement de la souris sur l'image, le numéro de la face concernée (contenu dans la valeur du pixel) apparaît dans la fenêtre où se trouve la palette de couleurs.

- **Multi fenêtrage :**

Il doit être possible à l'utilisateur, de pouvoir ouvrir plusieurs images.

- **Sauvegarde :**

Après les diverses modifications, l'image peut être sauvegardée dans un nouveau fichier.

Le format du nouveau fichier permet de contenir différentes informations telles que : palette de couleurs, légendes, texte, échelle.

Outil 3 : interface

- **Graduation (échelle) :**

Afin d'avoir une idée de la taille réelle de l'objet, il est nécessaire d'avoir des règles graduées autour de la fenêtre de visualisation.

- **Icônes :**

Pour pouvoir utiliser les différentes fonctions, on met à disposition de l'utilisateur des icônes qui reprennent le nom de celles-ci : zoomer +, zoomer -, ajouter du texte, enregistrer...

Cahier des Charges

4 - Fourniture du projet

Plusieurs choix de langage de programmation s'offrent à nous tels que le langage C ou C++ ainsi que le Fortran. La décision de développer avec l'un ou l'autre des langages sera étudiée plus tard. Le projet doit impérativement être compatible avec des stations SUN équipés du système d'exploitation Solaris (cf. annexe). Nous avons à notre disposition des ordinateurs avec un espace disque commun, un accès Internet pour d'éventuelles recherches et de la documentation.

Cahier des Charges

5 – Conclusion

Les coûts

Le coût du projet se divise en deux parties, les frais matériels et les frais salariaux.

- **Coût matériel :**

Nous devons dans un premier temps louer un local de 70m², la location s'élevait à 450€ + 100€ de charges par mois de octobre à mars. Nous avons aussi besoin de mobilier (bureaux, chaises...) d'un montant de 1000€, ainsi que de 6 stations de travail à 1200€ l'unité et de 200€ de fournitures de bureau diverses. A cela se rajoute un abonnement Internet haut débit à 30€/mois.

Calcul du coût :

$$(6*450)+1000+ (6*1200) +200+ (6*30) = 11280€$$

- **Coût de rémunération des salariés :**

On fixe un coût à 25€ de l'heure pour les 5 développeurs niveau BAC+3, et à 30€ de l'heure pour le chef de projet. Notre projet est fixé à 150 heures par personne.

Calcul du coût :

$$150*(6 * 25) +150*30 = 22500 + 4500 = 27000 €$$

Calcul du coût total du projet :

$$11280 + 27000 = 38280€$$

Cahier des Charges

Les délais et les tests de validation

La version définitive sera rendue pour la semaine 10. Tout au long des différentes étapes de réalisation, plusieurs prototypes seront rendus à l'ONERA :

- Prototype 1 semaine 51
- Prototype 2 semaine 3
- Prototype 3 semaine 6

Chaque prototype devra passer divers tests de validation tels que :

- Le bon fonctionnement des nouveaux outils mis en place.
- La bonne intégrité du programme.
- La bonne coordination entre les différents modules.

Cahier des Charges

ANNEXES :

Batch :

Le Batch est un langage interprété Linux ; il permet de lancer l'exécution d'une commande sur une machine (qui peut être différente de celle où l'on travaille). C'est un type de langage de programmation qui travaille de manière séquentielle.

Cellule :

Pour la société ONERA, une cellule sera la représentation 3D d'aéronef (avion, ULM, hélicoptère, ...).

OktaI :

OKTAL est le Pôle Simulation et Réalité virtuelle du groupe SOGECLAIR et existe depuis 1989. Trois sites sont implantés en France (Toulouse, Paris, Aix-en-Provence) et un au Japon (Tokyo). Cette configuration permet à OKTAL d'avoir la souplesse et la réactivité d'une PME et les moyens d'un grand groupe.

OKTAL propose différents produits :

- simulateurs de conduite automobile et ferroviaire
- simulateurs de contrôle de trafic aérien
- logiciels de simulation et d'environnement synthétique multi senseurs
- didacticiels de formation
- maquettes virtuelles

ainsi que différents services :

- maîtrise d'œuvre et intégration de systèmes complets ou d'applications en simulation et réalité virtuelle

Cahier des Charges

- prestations de services spécialisés en ingénierie de formation.

L'entreprise intervient principalement dans les secteurs aéronautiques, aménagement du territoire, automobile, contrôle aérien, défense, énergie et ferroviaire.

OKTAL dispose d'un Système de Management de la Qualité et a obtenu la certification ISO 9001 version 2000.

SDM :

SDM est un système de fichier comprenant une base de données. Notre projet devra utiliser ce type de fichier précis, car l'ONERA stocke dans ces derniers les données relatives à leurs cellules.

Solaris :

Solaris est un système d'exploitation, créé à partir d'un noyau Unix. Il en est actuellement en version 9

(Information au : <http://fr.sun.com/produits-solutions/logiciels/solaris/sol9/>)