

Clément Grimal

**Développement d'une application web : Visalix**

*Visual Interactive System for Annotation and LearnIng at Xerox*

**Rapport de stage**

**du 16 juin au 12 septembre 2008**

## Remerciements

Avant de vous présenter le travail réalisé au cours de ce stage, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis de mener à bien ce projet.

Je tiens à remercier tout particulièrement Loïc Lecerf et Boris Chidlovskii, membres du groupe « Document Structure » qui m'ont encadré tout au long de ce stage.

Je souhaite également remercier tous les employés du XRCE avec qui j'ai eu l'occasion de travailler ou simplement de discuter pour leur accueil et leur soutien.

# Table des matières

Introduction.....	4
1 Présentation de Xerox.....	5
1.1 Le centre de recherche Xerox en Europe.....	7
1.2 Le groupe « Document Structure ».....	8
2 Contexte et notions.....	9
2.1 Thèse de Loïc Lecerf : apprentissage machine interactif.....	9
2.1.1 Problématique.....	9
2.1.2 Domaine applicatif.....	9
2.1.3 Travaux.....	9
2.2 Annotation interactive.....	10
2.3 Deux exemples de composants.....	11
2.3.1 Coordonnées en étoiles pour une projection en 3D.....	11
2.3.2 Visualisation d'incertitude pour l'apprentissage actif.....	12
3 Ma contribution : une application web.....	13
3.1 Motivations.....	13
3.2 Choix technologiques.....	13
3.3 Aperçu de l'interface graphique finale.....	14
4 Bilan personnel.....	15
4.1 Déroulement de mon projet.....	15
4.2 Avancement final.....	16
4.3 Connaissances acquises.....	16
4.3.1 Apprentissage machine.....	16
4.3.2 Python.....	16
4.3.3 Flash et Flex.....	16
4.4 Expérience professionnelle.....	17
Conclusion.....	18

## Introduction

J'ai réalisé ce stage entre ma deuxième et ma troisième année à l'ENSEEIH (École Nationale Supérieure d'Électronique, d'Électrotechnique, d'Informatique, d'Hydraulique et des Télécommunications), dans le cadre de ma formation d'ingénieur dans le département d'informatique et de mathématiques appliquées.

D'une durée de trois mois, ce stage a pour objectif de me permettre d'acquérir une expérience professionnelle avant le projet de fin d'étude d'une durée de six mois que je réaliserai l'année prochaine.

De plus, souhaitant obtenir un master de recherche d'informatique et des télécommunications en parallèle de ma troisième année à l'ENSEEIH, je souhaitais découvrir le monde de la recherche, en particulier dans un laboratoire privé.

Ce stage s'est déroulé du 16 juin 2008 au 12 septembre 2008 au sein du XRCE (Xerox Research Center Europe), le laboratoire de recherche en Europe de XEROX, situé à Meylan près de Grenoble.

Intégré au groupe de recherche « Document Structure », mon travail consiste à réaliser une interface web pour présenter le travail de Loïc Lecerf, réalisant sa thèse au XRCE sous la supervision de Boris Chidlovskii sur le thème de l'apprentissage machine interactif.

La société Xerox ainsi que le XRCE sont présentés dans la première partie de ce rapport. La deuxième partie s'attache à présenter le contexte de ce projet ainsi que des notions essentielles sur l'apprentissage machine. Ma contribution est décrite dans la troisième partie. Enfin, la quatrième partie présente l'avancement final du projet ainsi que les connaissances que j'ai pu acquérir en le réalisant.

# 1 Présentation de Xerox

La société Xerox a été fondée aux États-Unis en 1906 sous le nom de « the Haloid company ». Implantée en Europe depuis 1956, elle prendra le nom qu'on lui connaît en 1961. Aujourd'hui, Xerox Corporation, entreprise multinationale, offre un choix de solutions, de services novateurs et de gestions de documents :

- Fournitures : papier et encres d'impression
- Imprimantes couleurs et noir et blanc
- Copieurs numériques
- Catégorisation de documents
- Logiciels de numérisation

Elle propose également approvisionnement, solutions logicielles et support d'exploitation. Pour résumer son activité, Xerox est une entreprise orientée technologie et services, leader sur le marché du document, solutions, équipements et services liés au document.



Figure 1: Présence R&D de Xerox à travers le monde

Xerox est une entreprise innovante : elle accorde un poids important à la recherche dans ses activités. Nombre d'inventions lui sont redevables. Citons par exemple les interfaces graphiques, les imprimantes lasers, l'architecture client/serveur. La société s'est entourée de six centres de recherches et de technologies à travers le monde et y consacre environ 5% de son revenu annuel. 900 personnes travaillent actuellement dans ces centres de recherches. Le XRCE (Xerox Research Centre Europe) basé à Meylan en France, fut créé en 1993.

Xerox Corporation s'est imposé en tant que leader de la gestion documentaire dans le monde. L'entreprise produit et vend également des imprimantes, des photocopieurs et des presses numériques de production. Ces produits sont destinés notamment aux entreprises ayant des besoins conséquents pour l'impression de documents. C'est pourquoi l'entreprise fournit des services en matière de technologie du document et autres services associés, afin de rester à l'écoute de ses clients et donc des besoins du marché.

La société possède plusieurs centres de recherche répartis aux États-Unis, au Canada et en France. Les centres de recherche font parties du XIG (Xerox Innovation Group) constitué de plusieurs unités :

- The Wilson Centre for Research and Technology : fondé en 1960, il est le pionnier en terme de xérographie ;
- Imaging and Service Technology Centre (2003) ;
- Palo Alto Research Centre (1970) ;
- Xerox Research Center Canada (1974) ;
- Xerox Research Centre Europe (1993) ;
- The Xerox Engineering Center.

Ces unités présentent chacune des spécialisations dans les domaines de l'imagerie numérique, de la linguistique, de l'anthropologie/sociologie (études des comportements au travail), de la gestion documentaire, etc. Il est évident que les documents jouent un rôle très important dans une entreprise. C'est la raison pour laquelle les recherches sont axées principalement sur les services permettant à leurs clients d'accéder, d'utiliser et de partager des documents sans qu'il n'y ait aucune barrière. L'objectif est donc d'affranchir les barrières de langue, de format, de plate-forme, etc.

Un millier d'ingénieurs et de chercheurs travaillent dans ces centres de recherche. Ils sont assistés d'experts en brevets et en propriété intellectuelle. Les innovations apportées par les centres du XIG peuvent être intégrées aux produits Xerox, ou juste licenciés et/ou revendus à d'autres sociétés. Xerox Corporation est une entreprise de technologie et de services qui aide les entreprises à déployer des stratégies de gestion de documents et à trouver de meilleures façons de travailler. Son but est de constamment travailler avec des technologies innovantes, des produits et des solutions sur lesquels les clients peuvent se reposer pour améliorer les résultats de l'entreprise.

## 1.1 Le centre de recherche Xerox en Europe

XRCE est le pilote des activités de recherche de Xerox en Europe et fait partie de la filiale européenne Xerox Europe. Situé à Meylan, (près de Grenoble, Isère) et dirigé par Monica Beltrametti, XRCE fait partie de l'importante communauté scientifique de Grenoble.

Le centre est spécialisé dans les technologies du document ainsi que les services pour la gestion des documents. Les secteurs de recherche de XRCE sont l'analyse linguistique, la traduction automatique et assistée, la gestion de terminologie, la gestion électronique de documents, ou encore l'étude et la compréhension des méthodes de travail.

XRCE est composé d'un laboratoire de recherche (« Grenoble Laboratory »), d'une section de développement de logiciels appelée SDE (« Software Development & Engineering ») et d'autres sections notamment commerciales et administratives. Au total, une centaine de personnes travaillent dans le centre de recherche de Meylan. Le centre coordonne également le TeXnologie Showroom (créé en 1995) dont l'objectif est de présenter les recherches à ses clients et de permettre des partages d'idées et de technologies.

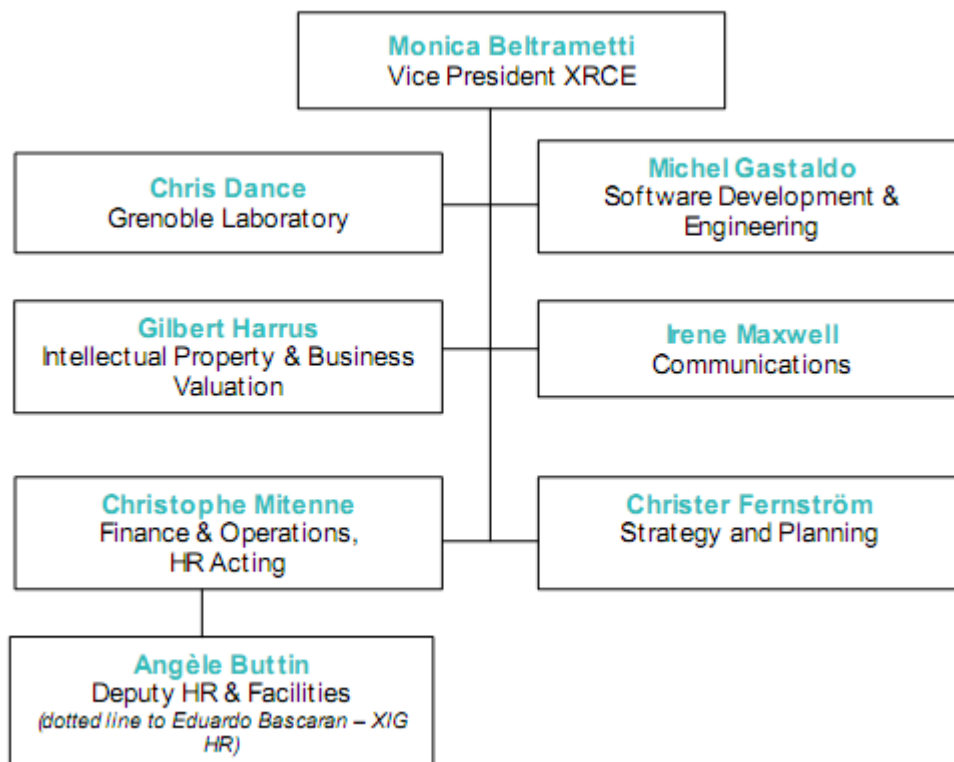


Figure 2: Organigramme du XRCE

Le laboratoire est lui-même subdivisé selon les axes de recherche associés. On distingue ainsi six unités différentes :

- Document structure : structuration ou restructuration de documents afin, par exemple, de faire ressortir un thème particulier ;
- Cross-Language Technologies : élaboration d'outils linguistiques tels que des aides à la traduction ;
- Parsing and Semantics : analyse sémantique des documents électroniques afin de pouvoir les gérer automatiquement ;
- Work practices technology : conception de technologies permettant d'ajuster l'équilibre entre les tâches automatisées et l'expertise de l'utilisateur ;
- Large Scale Data Mining : prédiction de comportements de machines, classification de textes, optimisation des paramètres d'imprimantes, etc. L'enjeu est de travailler avec un grand nombre de données, ces données étant très évolutives.
- Textual and Visual Pattern Analysis : catégorisation d'image, etc.

Le XRCE constitue donc une organisation pluridisciplinaire. Les compétences du centre de recherche se situent dans le traitement du langage naturel, l'apprentissage automatique, la sociologie, etc. De plus, le centre développe des connexions au sein de la plus large communauté scientifique européenne par le biais de projets de collaboration et de partenariats.



*Figure 3: Le site du XRCE*

## **1.2 Le groupe « Document Structure »**

Cette équipe, composée de 10 personnes, axe son travail autour de deux principaux pôles de recherche :

- Le premier est de développer et combiner de nouvelles méthodes de conversion de documents. Il s'agit d'analyser le document, d'adresser son contenu, éventuellement en utilisant des méthodes de « machine learning » (apprentissage machine), et de définir des méthodes hybrides d'acquisition de documents.
- Le deuxième thème concerne la gestion de schéma XML. Il s'agit de proposer des solutions pour lier différentes structures.



## **2 Contexte et notions**

### **2.1 Thèse de Loïc Lecerf : apprentissage machine interactif**

Loïc Lecerf réalise sa thèse sous la direction de Patrick Gallinari et Boris Chidlovskii sur le thème de l'apprentissage machine interactif et plus particulièrement sur son application à l'annotation sémantique de documents.

#### **2.1.1 Problématique**

La problématique de ses travaux est que malgré l'effervescence de ces dernières années dans le domaine de l'apprentissage machine, les outils et les algorithmes associés offrent peu de possibilités pour l'utilisateur d'intervenir dans le processus d'apprentissage ; la plupart des chercheurs sous-estimant ou n'ayant pas encore pris conscience du bénéfice potentiel d'impliquer l'humain dans l'apprentissage machine. En effet, malgré l'attrait que peuvent avoir des processus entièrement automatisés, la complexité de certaines tâches et les besoins en performance de l'industrie obligent à imaginer des approches plus fiables, plus souples et donc plus interactives.

#### **2.1.2 Domaine applicatif**

Les grandes compagnies et organisations possédant de grands fonds documentaires font face à de nombreuses difficultés pour faire migrer leurs documents vers un nouveau format qui leur permettrait de les déployer et de les réutiliser de façon plus efficace. Une telle efficacité peut être obtenue grâce à l'extraction de métadonnées et d'informations dans le document. Le nouveau formalisme standard pour l'encodage de méta-informations et de données d'échange est le XML. Ce dernier, recommandé par le W3C, permet de définir un vocabulaire et une syntaxe adaptés aux données et facilite leur échange et la réutilisation du contenu.

Au XRCE, le projet LegDoc (Legacy Document Conversion) a été entrepris, lequel a pour objectif d'automatiser différentes sous-tâches constitutives de la conversion d'un document en XML. L'annotation relative à la mise en page ainsi qu'à la structure logique peut se faire de façon automatique. En revanche la tâche d'annotation sémantique se révèle beaucoup plus délicate.

#### **2.1.3 Travaux**

Les deux points les plus remarquables des travaux de Loïc Lecerf se situent au niveau de l'apprentissage actif visuel, en particulier en ce qui concerne la visualisation de l'incertitude du modèle ; et au niveau du clustering semi-supervisé en coordonnées en étoiles.

Je ne les détaillerais pas ici mais des éléments de compréhension se trouvent dans les parties suivantes du rapport.

## 2.2 Annotation interactive

Les jeux de données sont composés d'éléments (items) possédant différentes caractéristiques. Ces jeux de données peuvent appartenir à différents domaines (médical, documents techniques...) et les items peuvent être de différentes natures (image, texte...).

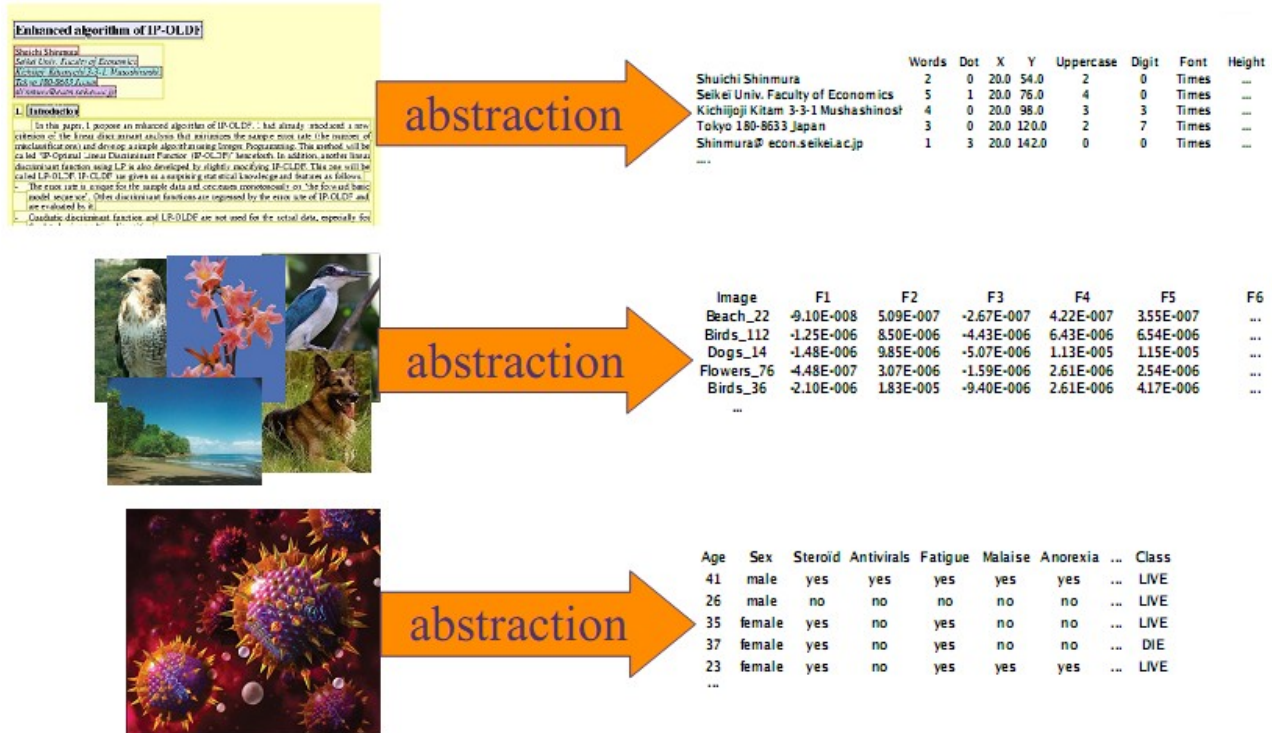


Figure 4: Extraction d'attributs

L'annotation consiste à affecter un label (classe) à chacun des items. Cette tâche étant longue et coûteuse, il est intéressant de pouvoir l'automatiser, mais également de pouvoir contrôler l'algorithme en ayant une possibilité de visualiser l'incertitude du modèle.

Le challenge est d'aider l'utilisateur à travailler avec de grands (plus de 150 items) jeux de données multidimensionnels (plusieurs caractéristiques pour les items) avec une application unique. Par travailler, nous entendons clusteriser, visualiser (à la fois le jeu de données, mais également un item), analyser et manipuler le jeu de données.

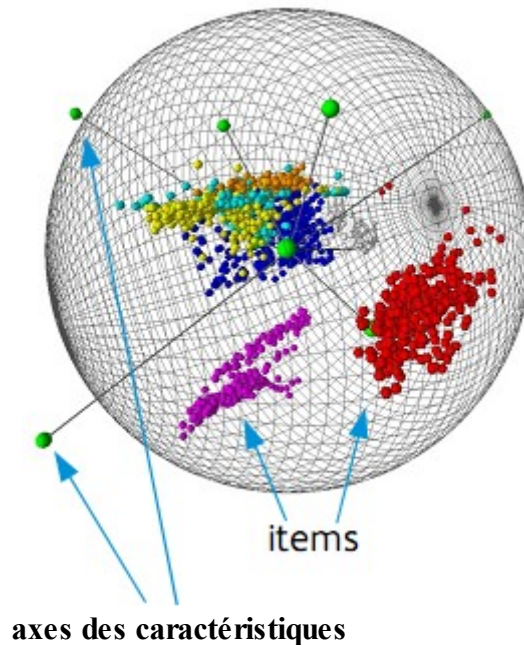
L'objectif est d'intégrer une plus grande implication de l'utilisateur en faisant profiter aux algorithmes d'apprentissage machine de ses connaissances dans un certain domaine. En retour, il est indispensable, que l'application soit capable de fournir l'état de son modèle afin que l'utilisateur puisse adapter son comportement.

Différents composants peuvent être intégrés au sein de cette application tels que la visualisation en coordonnées en étoiles et la visualisation d'incertitude. Ces deux composants sont présentés dans la partie suivante.

## 2.3 Deux exemples de composants

### 2.3.1 Coordonnées en étoiles pour une projection en 3D

Ce principe est l'extension des coordonnées en étoiles de Kadogan (2001) pour une projection 3D. Elle permet un meilleur aperçu de la structure et de la distribution des données ainsi qu'une manipulation intuitive par l'utilisateur.



Certaines fonctionnalités sont associées à ce composant comme un algorithme de réduction de dimensions, un algorithme d'optimisation de la vue (pour le cas semi-supervisé) ainsi que des techniques pour déplacer les axes des caractéristiques.

### 2.3.2 Visualisation d'incertitude pour l'apprentissage actif

L'apprentissage actif est capable de créer un modèle à partir de données annotées puis d'appliquer ce modèle à un ensemble de données non-annotées afin de calculer des probabilités pour ses items d'appartenir à chacune des classes. Il peut également indiquer à l'utilisateur quel item annoter afin d'améliorer au maximum la qualité du modèle.

L'apprentissage actif visuel ajoute une visualisation de cette incertitude afin de fournir des indications à l'utilisateur sur l'état du modèle. Cela permet également à celui-ci de choisir lui-même le prochain item à annoter (il peut ainsi travailler sur une ambiguïté en particulier).

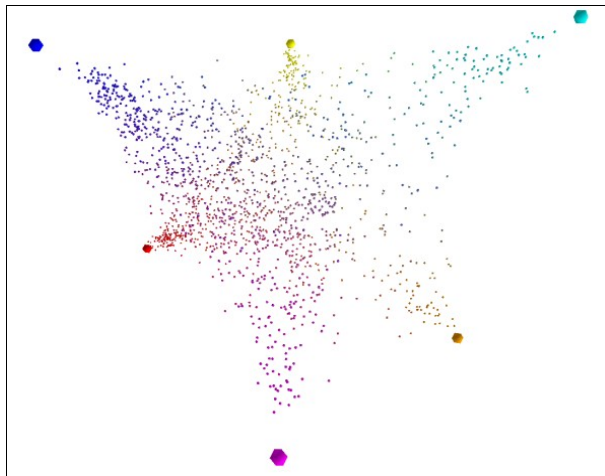


Figure 6: Forte incertitude

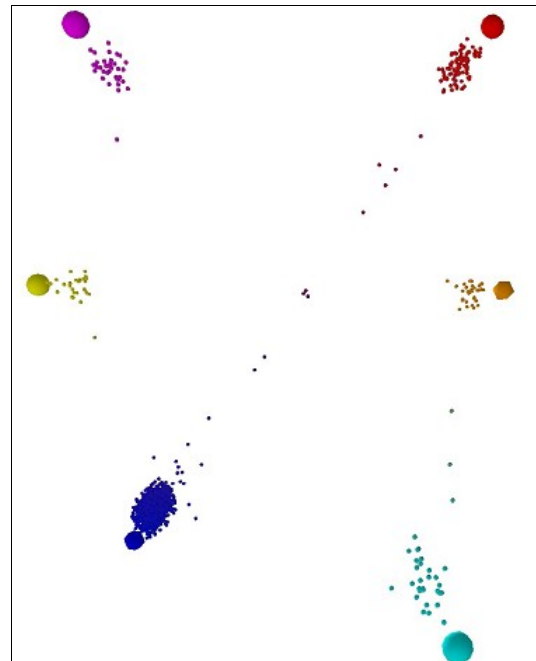


Figure 5: Faible incertitude

Ici, chacune des « grosses » sphères représente une classe, et chaque item non annoté est représenté, sa position et sa couleur étant fonction des probabilités calculées par le modèle.

Pour visualiser cette incertitude, on fait varier deux paramètres en fonction des prédictions du modèle qui sont la position et la couleur.

## 3 Ma contribution : une application web

L'objectif de mon stage était de réaliser une application web afin de permettre à Loïc Lecerf de donner un aperçu de son travail réalisé pendant sa thèse au XRCE.

### 3.1 Motivations

La principale motivation était donc de regrouper en une seule application une démonstration du travail de Loïc Lecerf.

L'idée est de réunir dans une seule application web les différentes façons de manipuler, visualiser, analyser et clusteriser les jeux de données.

L'utilisateur doit pouvoir à la fois travailler avec des jeux de données de démonstration accessibles directement dans l'application, mais également avec ses propres jeux de données après les avoir uploader sur le serveur. Les formats de fichiers sont des formats connus des scientifiques travaillant dans le domaine et sont décrits dans la documentation en ligne.

Les trois principaux objectifs que devaient réaliser l'application étaient d'être :

- conviviale pour l'utilisateur (friendly user interface) : être fluide, réactive et claire ;
- générique : fonctionner avec des jeux de données appartenant à différents domaines, et avec des items de diverses natures ;
- extensible : pouvoir facilement recevoir de nouveaux algorithmes et de nouveaux composants.

### 3.2 Choix technologiques

Initialement, des versions des différents algorithmes et composants existaient en Python : les calculs matriciels utilisaient l'efficacité de la bibliothèque NumPy et la visualisation 3D était assurée par la bibliothèque Visual (utilisant OpenGL).

Nous avons fait le choix d'utiliser la technologie Flash du côté client afin d'avoir une application utilisable par le plus grand nombre d'utilisateurs ; ainsi que le framework Flex qui nous a permis d'utiliser des composants d'interface graphique élégants. Le langage de programmation utilisé est donc Actionscript 3.0, un langage objet puissant similaire à Java.

Les calculs matriciels les plus lourds sont toujours réalisés par Python. La communication entre Flash et Python se fait grâce à AMF (Action Message Format) qui utilise la sérialisation pour transmettre les données. Cependant, la solution optimale à laquelle nous sommes parvenus a été de réunir les deux serveurs sur un même ordinateur afin de pouvoir communiquer également par fichiers locaux. Ceci s'avérant bien plus efficace lorsque plusieurs objets de taille importante doivent être transmis.

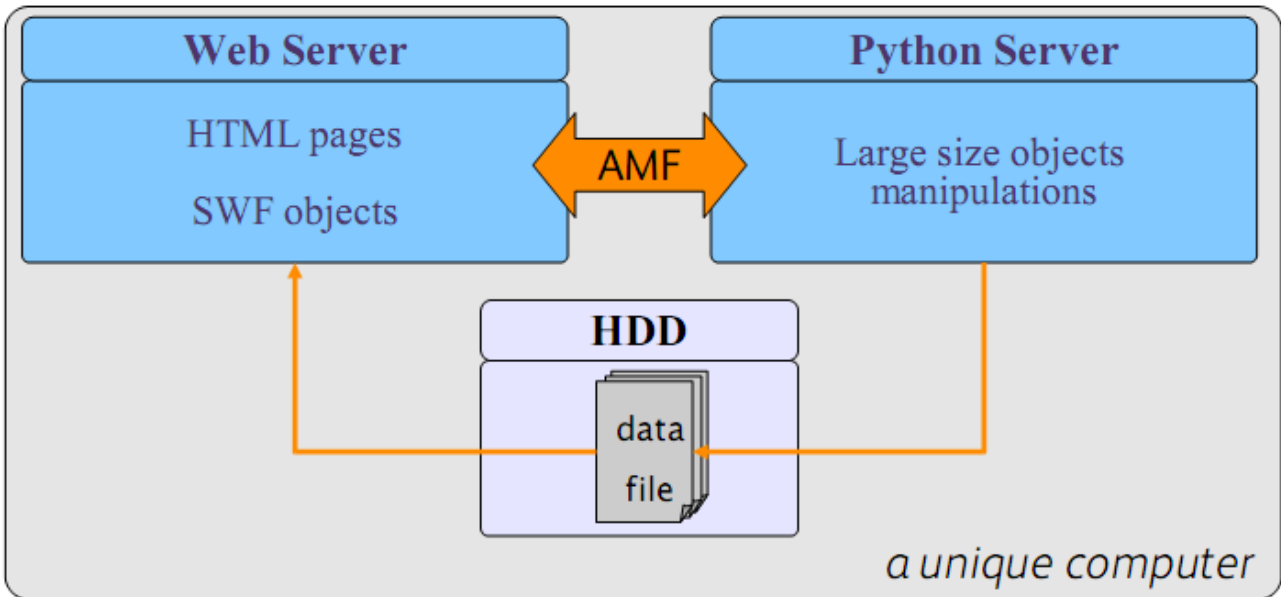


Figure 7: Architecture retenue

### 3.3 Aperçu de l'interface graphique finale

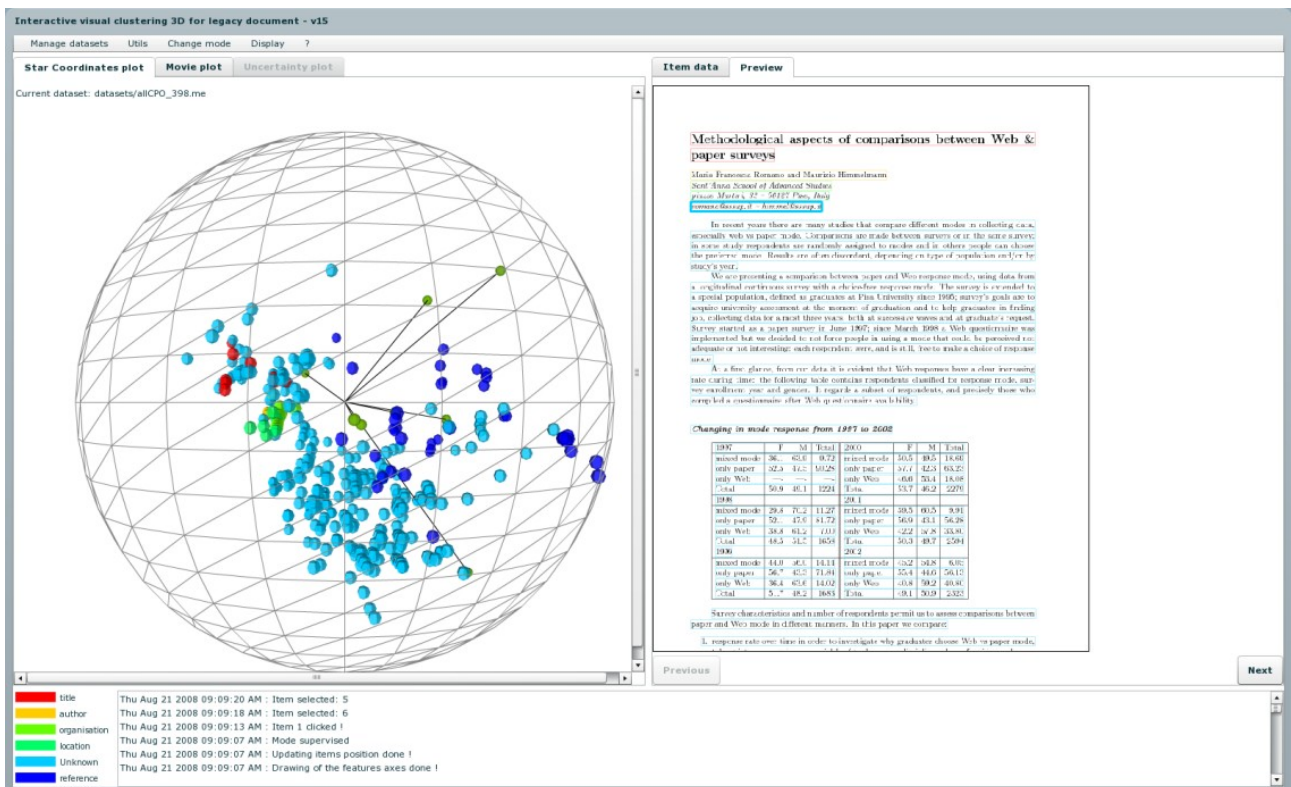


Figure 8: Interface graphique

## 4 Bilan personnel

### 4.1 Déroutement de mon projet

Les premières semaines ont été consacrées à la définition précise de mon projet et surtout à la recherche de solutions qui nous permettraient de le mener à bien. J'ai donc cherché des solutions permettant de faire communiquer Python avec d'autres langages, d'autres applications afin de rapidement savoir si nous pourrions garder une partie du code en Python ou s'il faudrait le ré-écrire dans un autre langage. J'ai également réalisé de nombreuses recherches sur les moyens d'avoir une application 3D sur le web.

Après avoir finalement décidé d'utiliser Flash et AMF pour faire communiquer celui-ci avec Python, j'ai réalisé quelques tests afin de m'assurer que les points critiques ne poseraient pas de problèmes (3D et communication entre Python et Flash).

J'ai ensuite codé le cœur de l'application qui était la représentation en coordonnées en étoiles. L'idée d'utiliser Flex m'a été suggérée par un des chercheurs du groupe lors d'une discussion informelle sur l'avancement de mon projet. C'est à partir de ce moment là que j'ai réalisé l'interface graphique.

Au fur et à mesure du stage, de nouvelles fonctionnalités étaient ajoutées et les objectifs à atteindre évoluaient en fonction de l'avancement du projet et des semaines de travail restantes.

Une partie du travail a également été de rendre l'application plus rapide et plus réactive. Il y avait essentiellement deux points noirs : le chargement de gros volumes de données et la fluidité de l'application lorsque beaucoup d'items étaient affichés.

Pour le premier problème, la solution a été de passer par des fichiers locaux, ce qui a considérablement accéléré l'initialisation de l'application lorsque l'utilisateur travaille avec des jeux de données de démonstration.

Pour le second problème, qui dépend plus de la configuration matérielle de l'ordinateur de l'utilisateur, nous avons modifié les paramètres sur la qualité de visualisation (ombres, transparence, nombre de polygones pour les sphères...) afin de faire un compromis avec les performances. De plus, nous avons fixé un seuil pour le nombre d'items au delà duquel une partie des items n'est plus visible lorsque la visualisation « bouge ».

Durant les dernières semaines, le projet étant bien avancé, mes superviseurs ont décidé de mettre l'application en ligne rapidement (afin également de me permettre de corriger certains problèmes qui pourraient survenir à ce moment là). J'ai donc réalisé un site web afin de présenter le projet, de fournir une documentation sur l'utilisation de l'application, ses caractéristiques, etc.

L'adresse de ce site est : <http://visalix.xrce.xerox.com>

Et lors des derniers jours, j'ai également réalisé une documentation permettant de comprendre mon travail afin que d'autres personnes puissent y apporter des modifications, ajouter des algorithmes, des composants, d'autres jeux de données de démonstration, etc. J'ai aussi fourni à Loïc Lecerf les outils et l'environnement de travail que je m'étais constitués, afin qu'il soit rapidement capable de travailler sur l'application par la suite.

## **4.2 Avancement final**

Le projet a bien avancé car au départ, nous n'avions aucune idée de jusqu'où j'aurais le temps d'aller car le stage était court et nous n'étions pas sûrs de savoir si le projet serait réalisable. La plupart des objectifs que nous nous étions fixés sur l'application en elle-même ont été atteints : en particulier en ce qui concerne la généricité et la clarté.

Quant à l'utilisation de Flash pour une application 3D, il faut savoir que dans la prochaine version de Flash, celle-ci sera intégrée (présence de primitives...) donc, il sera sûrement possible d'améliorer notre application en ce qui concerne la fluidité et la qualité des visualisations.

Des améliorations sont possibles comme l'ajout d'autres composants pour visualiser les jeux de données. Des extensions pour supporter des items de natures différentes (audio, vidéo...) sont également envisageables.

## **4.3 Connaissances acquises**

### **4.3.1 Apprentissage machine**

Même si je n'ai pas réellement travaillé sur des algorithmes d'apprentissage machine ou plus généralement d'intelligence artificielle, j'ai tout de même pu découvrir quelques notions dans ce domaine car il était important pour mener à bien mon projet que je comprenne à quoi servaient les algorithmes et quels en étaient les principes, les avantages, etc. Que ce soit lors de petites réunions avec Loïc Lecerf et Boris Chidlovskii ou lors de simples discussions, j'ai donc pu apprendre de nombreuses choses sur l'apprentissage machine ce qui m'intéressait énormément au vu du master de recherche d'informatique (parcours intelligence artificielle) que je m'appête à suivre en parallèle de ma troisième année à l'ENSEEIH.

### **4.3.2 Python**

Sachant que tout son code était écrit en Python et que je n'avais jamais travaillé avec ce langage, Loïc Lecerf m'avait demandé de regarder de la documentation sur internet en me fournissant des liens vers des sites où je pourrais découvrir un peu Python (en particulier un site expliquant les différences entre Matlab et la bibliothèque NumPy de Python).

J'ai donc eu la chance de découvrir et de travailler avec un nouveau langage de programmation car il m'a fallu beaucoup retravailler les fonctions Python initiales afin de les utiliser dans le cadre de l'application web.

La découverte de ce langage de programmation m'a beaucoup plu car sa syntaxe est vraiment très claire et écrire des scripts en Python est très facile.

### **4.3.3 Flash et Flex**

Après avoir décidé d'utiliser Flash, il m'a fallu apprendre à l'utiliser, et en particulier le langage Actionscript 3.0. Ceci s'est révélé assez rapide car étant un langage orienté objet, celui-ci est très similaire à Java ; je n'ai donc eu aucune difficulté à l'appréhender.

Quant à l'utilisation du framework Flex, j'ai utilisé Adobe Flex Builder, qui est un IDE payant basé sur Eclipse. Ayant souvent travaillé avec Eclipse, il m'a été également assez facile de travailler efficacement. L'utilisation des composants Flex est réellement très simple car on peut même les placer en les faisant simplement glisser sur l'interface que l'on réalise. À l'instar de la documentation de Java, les documentations étaient très complètes.



#### **4.4 Expérience professionnelle**

La manière de travailler au XRCE m'a beaucoup intéressé. Nous avons, une fois par semaine, une réunion avec Loïc Lecerf et Boris Chidlovskii afin de discuter du travail en cours, j'y avais donc l'occasion de parler de l'avancement du projet, des problèmes rencontrés ainsi que des questions que je me posais. Nous discutons également des objectifs à courts et longs termes sur le projet. Ces réunions étaient très importantes pour moi car elles me permettaient de garder en tête les points les plus importants et la plupart du temps, elles me motivaient énormément. Tant et si bien que pendant les deux semaines où mes superviseurs étaient en vacances, je pense avoir été moins efficace.

À la fin de mon stage, j'ai participé à l' « intern day », organisé plusieurs fois par an lorsque plusieurs stagiaires sont présents, j'ai donc du présenter pendant quinze minutes mon travail, en anglais et devant jury, mais également devant les personnes du centre intéressées. Bien que cette présentation ai été une réelle source de stress, elle m'a permis de faire le point sur mon travail et de faire une vraie présentation devant des professionnels.

## Conclusion

Ce stage fut ma première réelle expérience professionnelle et elle fut très enrichissante. Non seulement elle m'a permis de mettre en pratique des connaissances et des méthodes de travail acquises lors de ma formation d'ingénieur ; mais elle m'a également permis de travailler dans un cadre professionnel que je considère exceptionnel.

Deux aspects de mon stage au XRCE l'ont rendu particulièrement enrichissant : tout d'abord le fait de travailler avec des gens d'horizons différents, car les chercheurs du XRCE ne sont pas tous des informaticiens ; mais également par le fait qu'un grande part (environ la moitié) des gens y travaillant sont de nationalités diverses.

Mon stage était un peu atypique car je travaillais quasi-exclusivement avec des gens du laboratoire mais mon projet était plus un travail de développement que de recherche. J'ai donc pu découvrir le monde de la recherche qui m'intéresse particulièrement étant donné mon projet professionnel. En effet, je souhaite poursuivre mon master de recherche par une thèse afin de travailler plus tard dans la recherche. Étant donné que j'ai beaucoup apprécié travailler au XRCE, ce stage a conforté mon choix.

De plus, ayant un choix à faire entre plusieurs parcours différents au sein de mon master (multimédia, intelligence artificielle, etc.), ce stage m'a permis de me décider pour l'intelligence artificielle car j'ai eu la chance de voir quelle genre de travaux sont réalisés dans ce domaine, et cela m'a énormément plu.

Pour finir, l'expérience d'une grande entreprise telle que Xerox est très précieuse. Le lieu, ainsi que l'encadrement, notamment technique, sont remarquables. Le XRCE est un lieu d'échanges humains et professionnels qui ont fait de ce stage une expérience inoubliable.