\chapter{Contexte et besoin}

\section{Mon rôle au CEA}

Le CEA (Commissariat à l’Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives) est un établissement public industriel et commercial (EPIC) de droit privé. Ce statut lui permet d’avoir des activités avec différentes sociétés privées ou publiques tout en étant financé par l’état français. Le CEA a été créé en 1945 sous l’ordonnance du général Charles De Gaulle. Il a pour but de réaliser les recherches sur le nucléaire et d’acquérir la maîtrise de l’atome. Il intervient ainsi dans quatre grands domaines de recherche : la défense, les énergies décarbonées, les technologies pour l’information et la santé, et la recherche fondamentale.

C’est en 1946 que le site de Gramat, situé au sein du parc naturel régional des causses du Quercy dans le Lot, est retenu pour implanter, dans le gouffre de Bèdes, des bancs d’essais de propulseurs de grande puissance (V2). En 1956, le site devient le polygone d’expérimentations de la section atomique de la DEFA (Direction des Études et Fabrication d’Armement) et accueille les premiers essais liés au fonctionnement détonique des armes nucléaires. En 1959, le site devient le CEG (Centre d’Etudes de Gramat), dépendant de la DGA (Délégation Générale pour l’Armement), puis, en 1965, les essais liés au fonctionnement détonique (non nucléaire) de l’arme nucléaire commencent. En 1965, des essais sur la dynamique des roches et les études de durcissement électromagnétique et mécanique sont mis en place. C’est en janvier 2010 que le CEG de la DGA a rejoint le CEA. Il devient ainsi le dixième centre du CEA et le cinquième centre de la DAM. Le site s’étend aujourd’hui sur 325 hectares et emploie 260 salariés ainsi que des stagiaires, apprentis et thésards. Il est le centre de référence pour l’étude de l’efficacité des armements et de la vulnérabilité des systèmes aux effets des armes conventionnelles et nucléaires. Il dispose de nombreux moyen expérimentaux comme le lanceur Ares présenté en figure \ref{ares}, qui permet de mesurer le comportement de matériaux soumis à des agressions physique extrêmes.

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.5]{ares.png}

\caption{Lanceur Arés}

\label{ares}

\end{figure}

Mon alternance se déroule au sein du CEA Gramat, reconnu notamment pour ses compétences en électromagnétisme et en détonique. Je suis intégré dans le Service Détonique, Mécanique et Thermique (SDMT) au Laboratoire Détonique et Thermique (LDT).

La majorité des travaux du LDT portent sur la détonique. Il y a donc un fort besoin en applications spécifiques afin de répondre à des problématiques liées à la recherche. De nombreux logiciels sont développés en interne afin d'être au plus proche du besoin. Mon rôle est donc d'améliorer ces logiciels internes ou d'en développer des nouveaux. Je peux ainsi être amené à intervenir sur différentes étapes d'un projet, ou bien être responsable de l'intégralité d'un projet.

\newpage

\section{Description de Siame}

Le centre d'étude dispose de nombreux codes de calcul et de simulation. Un de ces codes, Siame (SImulation Aérothermochimique de la Mécanique des Explosifs), a été principalement développé au laboratoire afin de répondre à des problématiques de défense. Il permet notamment d’obtenir des informations sur la composition et le comportement réactif d’un mélange de matériaux énergétiques dans un contexte thermodynamique. Ces informations peuvent par la suite être utilisées dans d’autre code de simulation pour simuler le comportement de différents matériaux. Siame est principalement utilisé par le CEA ainsi que par différents acteurs de la défense française. Une capture d’écran de l’IHM de Siame est présentée en figure \ref{screen}.

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.5]{Siame.png}

\caption{IHM de Siame}

\label{archi}

\end{figure}

Siame est écrit en plusieurs langages, principalement Python et Fortran. Ceci permet de combiner la flexibilité du Python avec la vitesse du Fortran. L'architecture de Siame est très particulière et est détaillée en figure \ref{archi}.

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.5]{SiameFonct.jpg}

\caption{Architecture de Siame}

\label{archi}

\end{figure}

Cette architecture si particulière est une des raisons principale pour lesquelles un sous-traitant est intervenu pour une partie du développement. Ce travail portera sur la façon dont a été gérée cette sous traitance.

Les principales personnes qui ont été impliquées dans le projet sont Marc Genetier (Ingénieur Chercheur), Gérard Baudin (Ingénieur Chercheur) et Brigitte Martegoutte (Gestion des achats). Les dates, nom d'entreprises et montants ne sont donnés qu'à titre indicatif.

\section{Besoin en sous traitance}

Comme vu dans la partie précédente, l'architecture de Siame est particulière. Les domaines d'expertise du laboratoire étant en détonique, la mise en place de cette architecture n’est pas dans les missions premières du LDT. Une maquette intégrant la partie thermochimique du code a été développé en interne, et il a été décidé de sous-traiter la mise en place de l'architecture vue en figure \ref{archi}.

Ce choix est tout à fait justifiable puisque la mise en place d'une architecture complexe est un problème purement informatique. La partie la plus \og informatique \fg{} a été sous traitée afin de permettre aux chercheurs de se concentrer sur la partie physique et scientifique du problème.

Ce déroulement est tout à fait logique. La partie maquette / preuve de concept est réalisées par des chercheurs expert du domaine. La partie industrialisation / mise en place de l’architecture est sous traitée afin de profiter des compétences d’entreprises spécialisées dans le domaine. Une fois la version industrialisée opérationnelle, les chercheurs peuvent reprendre sur cette nouvelle version opérationnelle et ajouter de nouvelles fonctionnalités.

\chapter{Gestion du projet}

Le tableau \ref{chrono} présente une frise chronologique résumant les points clefs de la sous-traitance. Ce chapitre détaille de manière chronologique ces points clefs.

\begin{table}

\caption{Frise chronologique}

\label{chrono}

\centering

\begin{minipage}[t]{.7\linewidth}

\color{gray}

\rule{\linewidth}{1pt}

\ytl{01/13}{État des lieux codes de thermochimie}{teal}

\ytl{03/13}{Début du développement de la maquette}{teal}

\ytl{03/14}{Limites de la maquette atteinte}{teal}

\ytl{04/14}{Rédaction du cahier des charges}{teal}

\ytl{05/14}{Lancement d'appel à la concurrence}{cyan}

\ytl{06/14}{Début des négociations}{cyan}

\ytl{09/14}{Fin des négociations : Bidon remporte le marché}{cyan}

\ytl{12/14}{1\textsuperscript{ére} livraison}{blue}

\ytl{05/15}{2\textsuperscript{éme} livraison}{blue}

\ytl{07/15}{3\textsuperscript{éme} livraison}{blue}

\ytl{08/15}{4\textsuperscript{éme} livraison}{blue}

\ytl{09/15}{5\textsuperscript{éme} livraison}{blue}

\ytl{10/15}{Fin du développement et début utilisation}{blue}

\ytl{10/16}{Fin garantie}{violet}

\rule{\linewidth}{1pt}%

\end{minipage}%

\end{table}

\section{Les débuts du projet}

Le projet Siame à commencer voir le jour en début d'année 2013 avec un état des lieux des codes de thermochimie. Le principal programme répondant aux besoins du CEA est un code de thermochimie américain de nom de Cheetah. Pour des raisons (?), ce code n'a pas été jugé suffisant pour les besoins de la défense. La décision a alors été prise de développer un code de thermochimie français, du nom de Siame.

Siame a tout d'abord été écrit en Python comme une preuve de concept. Le développement de cette maquette c'est terminé début 2014 lorsque les temps de calculs sont devenus beaucoup trop élevés. Le fait que la maquette montrerait ses limites et que le passage sur un langage plus adapté serait nécessaire ont toujours été prévu. Un cahier des charges a donc été écrit afin de décrire précisément comment devra être industrialisée cette maquette.

Ce cahier des charges de 18 pages traite présente le besoin et clarifie le résultat attendu. On y trouve d’une part des informations sur le côté scientifique du projet comme le principe d’un code de thermochimie et des détails quant aux différents modèles à utiliser. On y retrouve aussi des points plus techniques comme les systèmes d’exploitation sous laquelle la solution doit fonctionner ou des détails de l’IHM. Il présente pour finir des points de gestion de projets comme les exigences de garantie de la part du CEA, les modalités d’appréciation des livrables fourni par le sous-traitant ou encore les jalons clefs.

Comme le CEA n'est pas soumis au code des marchés publics...

Associé à ce cahier des charges est un avis d’appel publique à la concurrence. Ce document présente de manière succincte le besoin et spécifie principalement les modalités de candidature. On y apprend par exemple que le CEA accorde une grande importance à la capacité financière des entreprises partenaires. Des extraits de bilan des trois dernières années et le chiffre d’affaires sont demandés aux candidats et comptent pour une part importante de l’attribution de marché.

Le projet doit être facturé de manière forfaitaire et non pas au prorata du temps passé. Le projet sera composé d’une tranche ferme et de tranche optionnelle. La tranche ferme est composée d’une version fonctionnelle et assez complète de la maquette. Elle permet de faire toutes les simulations importantes et d’être interfacable avec d’autres applications. Un schéma décrivant ce que doit faire cette tranche ferme est présenté en figure \ref{ferme}. La tranche optionnelle contient notamment des possibilitées de simulations plus avancées et une IHM.

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.5]{siame\_cahier\_ext.png}

\caption{Description de la tranche ferme}

\label{ferme}

\end{figure}

Le service des achats….

\section{La gestion de la sous-traitance}

Au total, 5 entreprises ont répondu à l’appel d’offre initial. Toutes les 5 sont des entreprises de taille considérable spécialisée dans le développement logiciel. Seul deux des offres ont été jugée intéressantes, celle d’Alyotech et celle d’Altran. Des réunions de négociation ont ensuite été réalisées afin de préciser le besoin et de discuter du prix. Le résultat de ces négociations peut etre trouvé dans le tableau \ref{table\_prix}

\begin{table}[]

\caption{Récapitulatif des couts}

\label{ref\_prix}

\begin{tabular}{l|lll|lll}

& \multicolumn{3}{c}{Altran} & \multicolumn{3}{c}{Aylotech} \\

& Tranche ferme & Tranche optionelle & Total & Tranche ferme & Tranche optionelle & Total \\

\hline

Tarif initial & 49572 & 26063 & 75635 & 55700 & 26063 & 81763 \\

Tarif négocié & 39742 & 25158 & 64900 & 57085 & 25137 & 82222

\end{tabular}

\end{table}

Nous supposerons que l’entreprise qui a remporté le marché s’appelle Altran

Le CEA a accompagné Bidon dans le développement de l’application. Tout d’abord la mise à disposition de la preuve de concept preuve de concept leur a permis d’avoir une idée du résultat attendu et la preuve que ce résultat est atteignable. Beaucoup do documentation scientifique pertinente a été fourni afin que Bidon puisse s’approprier la problématique. Des présentations ont été faites afin de présenter dans les détails les méthodes de résolution appropriées. Une diapositive d’une des réunions de lancement est présentée figure \ref{reu\_lancement}. On peut y voir le parallèle entre les différentes étapes de la simulation et le résultat attendu.

\begin{figure}[h]

\centering

\includegraphics[scale=0.5]{demo\_maquette.png}

\caption{Exemple résultat attendu}

\label{reu\_lancement}

\end{figure}

Bidon ensuite pu commencer à développer la solution et à la livrer. Au total 5 livraisons ont été effectuées sur un peu moins d’un an. Voici une description rapide de ce que contient chaque livraison :

\begin{enumerate}

\item Implantation du noyau principal (13 000€) ;

\item implantation équation d’état (27 000€) ;

\item IHM (7000€) ;

\item fonctionnalités supplémentaires (12000€) ;

\item optimisation et portage (6400€).

\end{enumerate}

Chaque livraison est suivie d’une courte phase de vérification. Durant cette phase, les membres du laboratoire peuvent tester le livrable, afin de vérifier qu’il soit fonctionnel et correspond à la demande. Si ce n’est pas le cas, il est possible durant le mois suivant sa livraison, de signaler le problème à Bidon afin qu’ils y apportent une correction.

Une fois la dernière livraison effectuée, une garantie d’un an commence. Cette garantie permet de laisser un temps relativement long afin de détecter d’éventuels bugs et de les faire corriger. Une fois cette année écoulée, les derniers 5% du prix sont payés et le contrat est considéré comme terminé.

\chapter{Retrospective}

Difficultées

Retrospective / avis / a améliorer / a refaire….

Ce TR m’a permis de m’intéresser à la gestion d’un projet d’un point de vue assez peu technique. J’ai pu voir les différents acteurs ainsi que les procédures qui sont mise en place au CEA pour mener à bien ce genre de projet.