

Une méthodologie de Conception Produit basée sur la norme EIA-632

PHILIPPE ESTEBAN^{1,2}, JEAN-CLAUDE PASCAL^{1,2}, DANIEL ESTEVE¹

¹ CNRS ; LAAS ; 7 avenue du colonel Roche, F-31077 Toulouse, France
philippe.esteban, jean-claude.pascal, daniel.esteve @laas.fr

² Université de Toulouse ; UPS, INSA, INP, ISAE ; LAAS ; F-31077 Toulouse, France

Résumé - La réduction des coûts et des temps de développement d'un produit nécessite la formalisation du processus de conception et impose la validation des différentes étapes de ce processus. Ceci a conduit à la définition de normes pour la conception produit. Dans le cadre de l'ingénierie système, la norme EIA-632 a été définie. L'approche proposée dans cet article suit les recommandations de cette norme. Cette approche globalement descendante et itérative est basée sur l'utilisation d'UML et des réseaux de Petri. Elle débute par la prise en compte des exigences, s'appuie sur les acquis de l'expérience et permet de définir différentes solutions. Ces solutions sont représentées par HiLeS et validées par simulation (prototype virtuel en VHDL/AMS). L'approche est intégrée dans une démarche plus globale de couplage des processus de conception produit et de conduite de projet dans le cadre du projet ANR « ATLAS ».

Abstract - In order to reduce costs and time to market of new products, it is necessary to formalize the design process and to validate the different steps of this process. This led up to define standards for the product design. EIA-632 standard was defined within the framework of System Engineering. The approach proposed in this paper is conformed to this standard. This globally top-down and iterative approach is based on the use of UML and Petri Nets. The first step is to consider the requirements, then relies on experience feedback and the description of several solutions. HiLeS tool is used to express these solutions and to validate them by way of simulation (with virtual prototype written in VHDL/AMS). This approach is integrated into a global process in order to manage the coupling of product design process and project management process, within the "ATLAS" ANR project.

Mots clés – Ingénierie Système, EIA-632, Conception Produit, UML, Réseaux de Petri.

Keywords – System Engineering, EIA-632, UML, Product Design, Petri Nets.

1 INTRODUCTION

Les contraintes de réduction des coûts de développement et de réduction des délais de mise sur le marché d'un produit imposent des approches de conception rigoureuses. Ces approches doivent appliquer une méthode qui intègre la vérification et la validation des différentes étapes de conception afin de garantir que le résultat de la conception répond bien aux exigences du cahier des charges. Une solution pour effectuer cette validation est que la démarche aboutisse à un prototype virtuel simulable du système, avant de passer aux étapes de réalisation puis d'industrialisation.

Dans le domaine de l'Ingénierie Système, les recommandations proposées par l'INCOSE (International Council on Systems Engineering) ont conduit, notamment, à la définition de la norme EIA-632 [EIA-632, 1999]. Celle-ci définit un certain nombre de processus allant du processus de spécification du produit jusqu'à celui de sa réalisation, dont le processus de conception, qui nous concerne, en est le point central [AFIS, 2008], [Martin, 2000]. Cette norme prend en compte non seulement le produit à réaliser, mais également les produits contribuant à sa réalisation, son exploitation, sa maintenance, etc. Parmi ces produits contributeurs, on peut trouver le système de production dans le cas où il est nécessaire de concevoir à la fois le produit et son système de production [Ouardani et al, 2004].

L'approche proposée dans cet article applique les recommandations de la norme EIA-632. Globalement descendante et itérative, elle débute par la prise en compte des exigences que le système à concevoir doit satisfaire et conduit à la proposition d'une ou plusieurs solutions respectant les exigences initiales.

L'utilisation d'UML et des réseaux de Petri permet de vérifier les exigences à chaque étape du processus de conception et d'aboutir à une solution validable sous forme d'un prototype virtuel simulable. Ce prototype virtuel est obtenu à l'aide de l'outil HiLeS Designer, basé sur les réseaux de Petri. Il permet une simulation logico-temporelle du système à un niveau donné par une traduction de la solution en VHDL/AMS.

Ce document présente, dans la partie 2, l'Ingénierie Système et la norme EIA-632, limitées dans leur description à ce qui concerne le cadre de la démarche méthodologique proposée. La partie 3 expose le principe de la démarche de conception, appliquée à un exemple dans la partie 4. Loin d'être exhaustive, la description de l'exemple a pour but d'illustrer les étapes principales de la méthode. La conclusion, en partie 5, est suivie d'une perspective d'intégration de la conception produit dans un environnement intégré de conception produit / conduite de projet.

2 CADRE DE LA METHODOLOGIE PROPOSEE : INGENIERIE SYSTEME ET NORME EIA-632

Selon AFIS (Association Française d'Ingénierie Système) l'Ingénierie Système est une démarche méthodologique générale qui englobe l'ensemble des activités adéquates pour concevoir, faire évoluer et vérifier un système apportant une solution économique et performante aux besoins d'un client tout en satisfaisant l'ensemble des parties prenantes [AFIS, 2008], [Martin, 2000].

Afin d'atteindre ces objectifs, un certain nombre de recommandations sont proposées par la norme EIA-632. Celle-ci préconise 13 processus regroupés en cinq thèmes : Management technique, Acquisition et fourniture, Conception système, Réalisation de produits et Evaluation technique. Cette décomposition est montrée sur la Figure 1 qui met en évidence notre domaine d'intérêt : la Conception système.

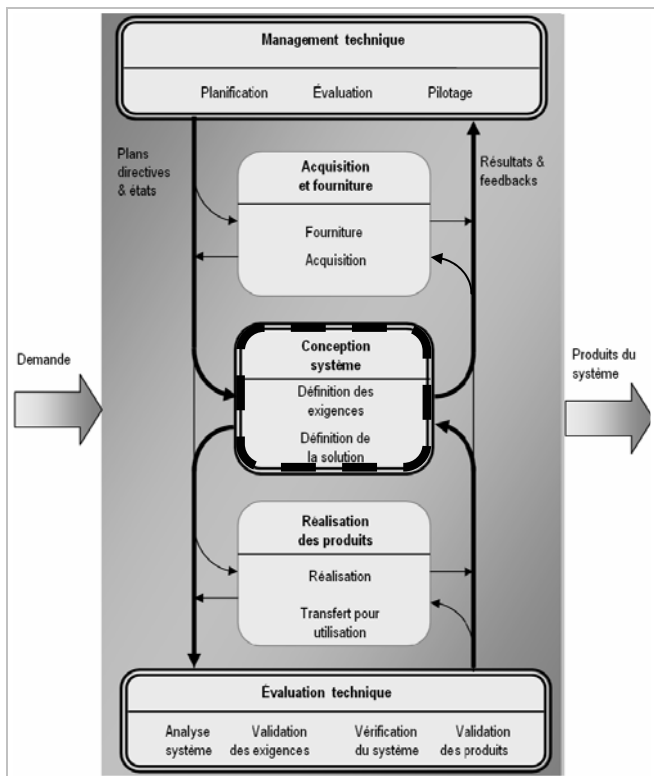


Figure 1. Les processus de l'EIA-632

Ces processus sont décrits par 33 « exigences », dont les 6 suivantes liées à la Conception Système :

Processus « Définition des exigences » :

E-14- Acquire Requirements : exigences du client ou de l'acheteur exprimant un besoin (mission, fonctions, performance, contraintes, services...).

E-15- Other Stakeholder Requirements : exigences des autres parties prenantes (exploitation, maintenance, commercialisation, ...)

E-16- System Technical Requirements : exigences techniques décrivant ce qui est exactement attendu du système. Point d'entrée de l'élaboration de la solution.

Processus « Définition de la solution » :

E-17- Logical Solution Representations : représentation de la solution logique (fonctionnelle ou objet) de l'ensemble des exigences et services (plusieurs représentations sont possibles).

E-18- Physical Solution Representations : représentation de la solution physique (prototype virtuel, par exemple), en accord avec la (ou les) solution(s) logique(s) retenue(s).

E-19- Specified Requirements : exigences à prendre en compte pour la réalisation du produit (système, sous-système, composants).

Selon l'EIA-632, « système » désigne aussi bien un ensemble de composants matériels ou logiciels que des bâtiments, des données, des services, des personnes, des fournitures, des techniques ou tout autre produit selon le métier de l'activité considérée. L'EIA-632 propose une structure générique de ce système en blocs de construction (*building blocks*) : produit final (produit à réaliser) et produits contributeurs (permettant le développement, le test, la production, ... du produit final). Le système peut être décomposé en sous-systèmes en utilisant la même structure de *building blocks* à chaque niveau (Figure 2). [Rochet, 2007] [Demmou et al, 2007] [De Chazelles, 2004].

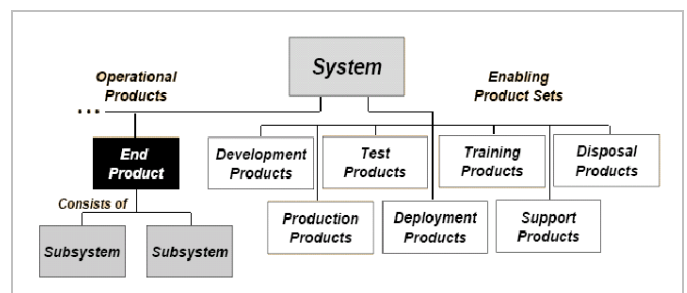


Figure 2. Décomposition du système en « building blocks ».

3 PRINCIPE DE LA DEMARCHE DE CONCEPTION

Suivant l'EIA-632 que l'on vient de rappeler, la démarche de conception que nous proposons est globalement descendante et itérative. Elle se présente comme une succession de tâches partant du cahier des charges et de sa traduction en exigences pour aboutir à un prototypage virtuel de l'équipement permettant une ou plusieurs représentations simulables du système global. Ces simulations permettent la vérification des exigences et la validation du projet système.

Les exigences techniques du système (E-16) sont définies à partir des besoins de l'acquéreur (E-14), de celles des différentes parties prenantes dans le projet (E-15) ainsi que de différentes considérations techniques. Ces exigences techniques ne doivent pas préjuger d'une architecture ou d'une solution particulière. Elles décrivent ce qui est exactement attendu du système, et sont la « cible » de conception.

Pour définir ces exigences techniques, nous nous appuyons sur un cahier des charges qui intègre sous forme textuelle (mieux si possible) : l'idée fondatrice du projet, les attentes et les besoins du client, les recommandations de la Direction Générale du projet (maître d'ouvrage et maître d'œuvre), notamment les moyens mis à disposition pour le développement produit, et les « cas d'utilisations » du produit, dans son contexte environnant.

L'exigence incontournable du processus de conception est que les propositions qui en découlent doivent « réaliser exactement la cible » !

Nous utiliserons les formalismes UML dès l'étape de formalisation des exigences (diagrammes de contexte, des cas d'utilisation, de séquences, de classe, d'activité) pour mettre en exergue les composants principaux du système, dont les

interactions seront exprimées par l'utilisation des réseaux de Petri. Appliquer itérativement cette recherche de composants aux sous-systèmes envisagés conduit automatiquement à une structure hiérarchique du système en *building blocks* (Figure 3) représentant les éléments constitutifs du système.

Comme dit précédemment, ces éléments constitutifs sont des *building blocks* de type « Produits Finaux » ou de type « Produits Contributeurs ».

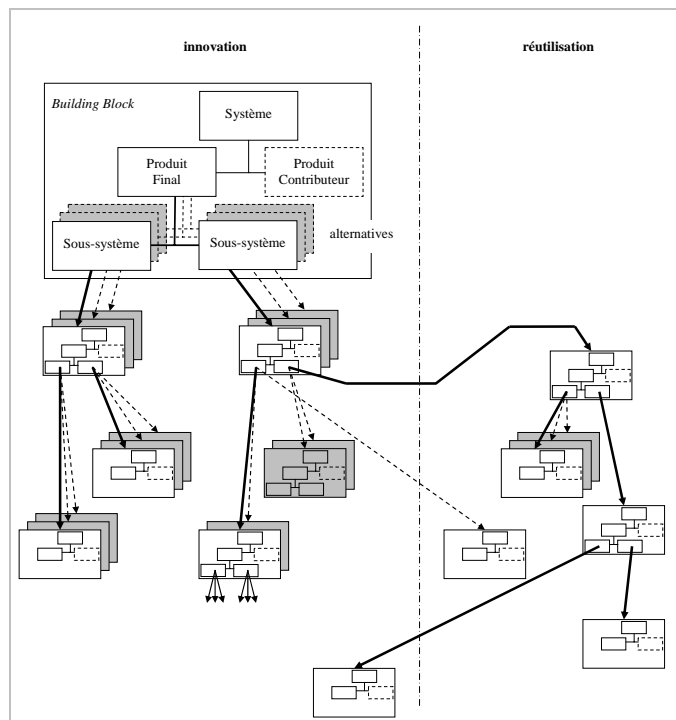


Figure 3. Solution logique (Architecture(s) logique(s) en Building Blocks)

La description du système peut être détaillée jusqu'au niveau de la fonction ou du composant élémentaire. Le plus souvent, les *building blocks* sont issus d'un choix concerté au terme du travail de conception, avec les critères divers de partitionnement technologique, de réutilisation, de fabrication, de fournitures, ...

Plusieurs alternatives peuvent être proposées et évaluées pour chaque *building block*. Des solutions sur étagères peuvent être réutilisées avec ou sans adaptation. L'arbitrage entre ces alternatives peut être local au processus de conception produit ou nécessiter des échanges avec le processus de conduite de projet. Cet arbitrage peut concerner des choix structurels, au stade de la solution logique, ou des options technologiques, au stade de la solution physique.

La validation de chaque *building block* permet d'envisager la mise sur étagère de toute ou parties de l'arborescence.

Nous proposons d'utiliser l'outil HiLeS [HiLeS, 2008] pour une description graphique, hiérarchique et structurelle de la solution logique d'un système en :

- blocs structurels (carrés) : ils définissent la décomposition structurelle hiérarchique du système (un bloc structurel peut contenir des blocs structurels et/ou fonctionnels),
- blocs fonctionnels (carrés aux coins arrondis) : ils décrivent le comportement sous forme d'équations et n'ont pas de propriétés hiérarchiques,
- canaux : continus (arcs continus, extrémité noire), à événements discrets (arcs continus, extrémité blanche) et discrets (type Réseaux de Petri- arcs en pointillés),

- un réseau de Petri de commande : il décrit la logique d'exécution des blocs structurels et fonctionnels au sein d'un niveau. La gestion du temps est liée aux réseaux de Petri : à chaque bloc est associé un temps d'exécution permettant une simulation logico-temporelle du système à un niveau donné.

HiLeS permet de décrire directement la structure hiérarchique définie par la norme EIA-632. Un *building block* est représenté sous HiLeS par un « bloc structurel » s'il est en cours de décomposition en sous-systèmes, ou par un « bloc fonctionnel » s'il est terminal.

Les interactions entre les sous-systèmes sont représentées au sein du « bloc structurel » par un RdP « de commande » et les informations échangées entre sous-systèmes par les « canaux » (Figure 4).

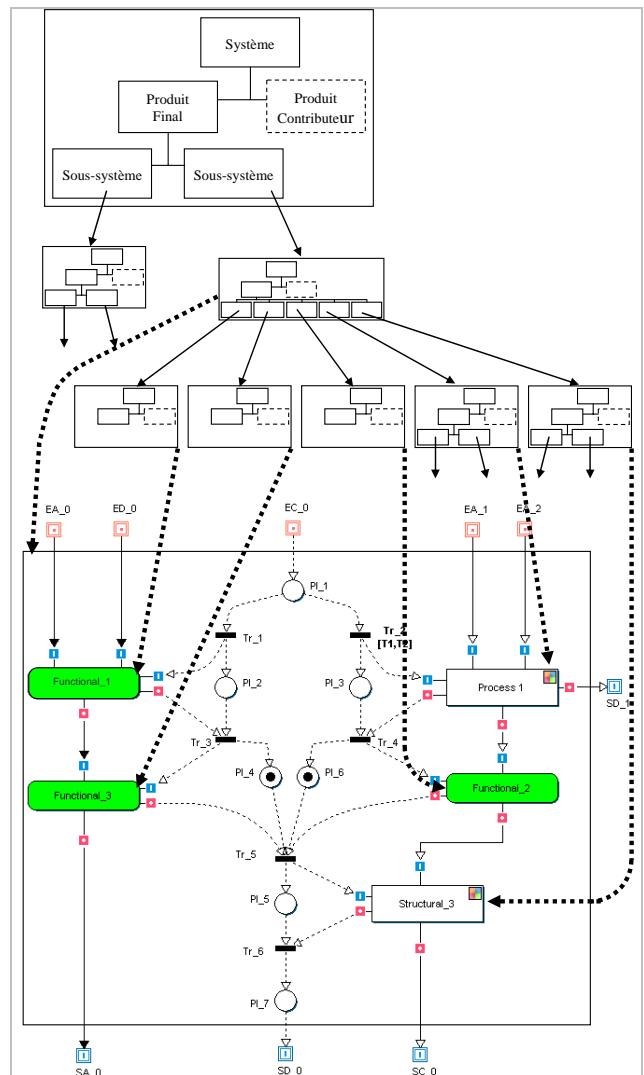


Figure 4. Représentation d'un building block sous HILES

Une vérification formelle des modèles HiLeS peut être réalisée via l'outil TINA [TINA, 2008]. Il est ainsi possible de vérifier et valider la « bonne prise en compte logico-temporelle » des exigences du niveau considéré.

A partir de l'architecture logique retenue, tous les modèles logiques des différents *building blocks* sont intégrés en une représentation logique unique du système. On dispose donc au terme de l'étude de la solution logique qu'il est possible de valider par simulation avant de passer à l'élaboration de la solution physique.

Pour le passage à la solution physique (E-18), la solution logique sert de référence à la spécification de chaque building

block. Des choix technologiques commencent alors à être envisagés pour chaque *building block* terminal. Ces choix (ou les choix alternatifs) devront être rigoureusement conformes à ces spécifications. Ces choix technologiques vont résulter d'abord des mécanismes prévus de réutilisation des acquis antérieurs, en l'état ou avec un travail d'adaptation, ensuite d'une étape de questions-réponses avec les fournisseurs pressentis.

La solution logique, déjà enrichie des acquis antérieurs de l'entreprise, permet de définir une ébauche de la solution physique et de préciser les exigences technologiques liées à ces premiers choix, pour les *building blocks* non encore physiquement définis que nous appelons *building blocks* « Fournitures ». Un cahier des charges peut donc être défini et adressé aux fournisseurs potentiellement concernés en demandant, en retour, une offre de fourniture et un modèle (au moins comportemental) de cette fourniture. Ces modèles sont intégrés dans l'ébauche de solution physique précédemment évoquée. Cette solution physique enrichie des modèles technologiques par l'association de tous les modèles physiques de tous les *building blocks* « Fournitures » conduit à une représentation informatique de la solution physique appelée prototype virtuel simulable. La simulation permet de s'assurer que les spécifications du système sont bien prises en compte. L'obtention de la solution physique est le résultat d'une démarche « Meet in the Middle » confrontant les besoins conceptualisés et les technologies. Une fois établies toutes les solutions physiques connues qui répondent au cahier des charges et qui sont conformes à la solution logique, il est procédé à des arbitrages sur des considérations qui relèvent de la conduite de projet.

Sur la base de ce prototypage virtuel peuvent être explorées les caractéristiques fonctionnelles du système et d'autres caractéristiques, non fonctionnelles, de type évaluation des performances : consommation, temps de réponse, ..., jusqu'à des évaluations de fiabilité si l'on est capable de représenter les mécanismes de défaillances et les conditions réelles d'utilisation.

Plusieurs alternatives de choix technologiques peuvent être envisagées conduisant à différentes solutions physiques qui toutes respectent l'architecture logique retenue. Si aucun choix technologique ne permet de satisfaire certaines exigences, il est alors nécessaire de remonter au niveau de la représentation de la solution logique afin de proposer une nouvelle architecture logique.

Les caractéristiques de chaque produit constitutif de la solution physique validée sont décrites en détails dans les *building blocks* « Fournitures ». Ces caractéristiques constituent les exigences à prendre en compte pour la réalisation du produit (les exigences spécifiées, E-19), mais n'indiquent pas comment le réaliser.

4 APPLICATION DE LA DEMARCHE DE CONCEPTION A UN EXEMPLE

Dans cette partie, nous allons décrire la démarche que nous proposons en nous appuyant sur la conception d'un système d'injection électronique de moteur à explosion (Figure 5).

4.1 Analyse des exigences

Il s'agit dans cette première étape de prendre en compte les exigences de l'acquéreur et des autres parties prenantes (exigences E-14 et E-15).

4.1.1 Besoins utilisateurs

Le système d'injection électronique [Esteban et al., 2005] est responsable de l'ajustement du mélange du gaz (air/ essence/ gaz d'échappement) d'un moteur 4 cylindre 4 temps ; il sera amené à générer deux type d'informations :

- information discrète qui concerne l'instant et la durée de l'injection (variable à vérifier avec les motoristes)
- information continue qui concerne la position de la valve de recyclage du gaz d'échappement (limiter la pollution).

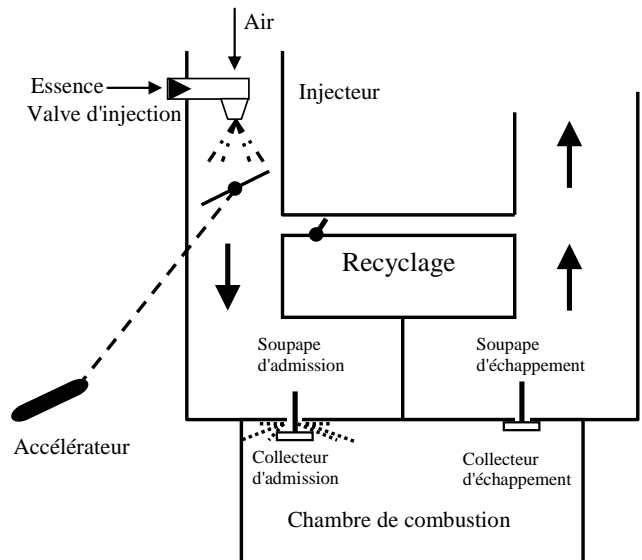


Figure 5. Système d'injection électronique

4.1.2 Description de l'environnement

Un schéma de contexte est établi pour faire le bilan des relations du système avec son environnement, en indiquant les éléments concernés et les signaux échangés (Figure 6).

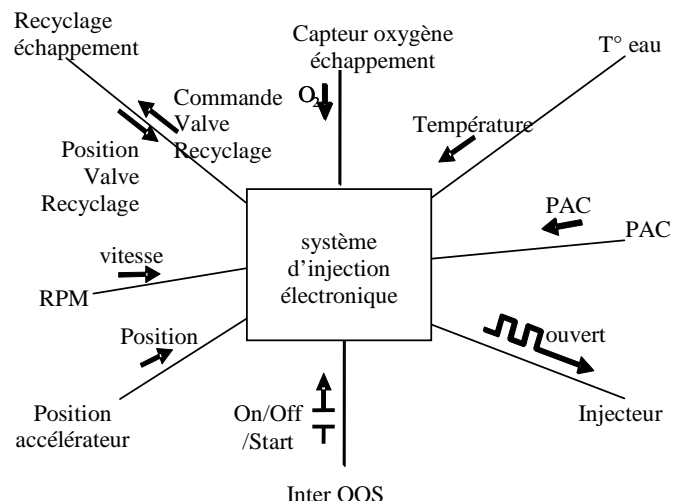


Figure 6. Relations Système-Environnement

Une abstraction de ces éléments permet de mettre en évidence les acteurs liés au système, notion utilisée dans plusieurs diagrammes UML et de préciser la nature des signaux échangés (Tableau 1).

Tableau 1. Eléments de l'environnement

Eléments de l'environnement	Acteurs	Signaux
Teste Cap O2	Echappement	Discret
Cap quantité O2		Continu
Cap position valve		Continu
Température de l'eau (Moteur)	Moteur	Continu (T° eau)
RPM (Rotation Par Minute du Moteur)		Vitesse, continu
Signaux (ON-OFF-START)		Actions discrètes
PAC (Pression Air Collecteur)	Admission	Continu
Injecteur (Taux d'injection)		Discret

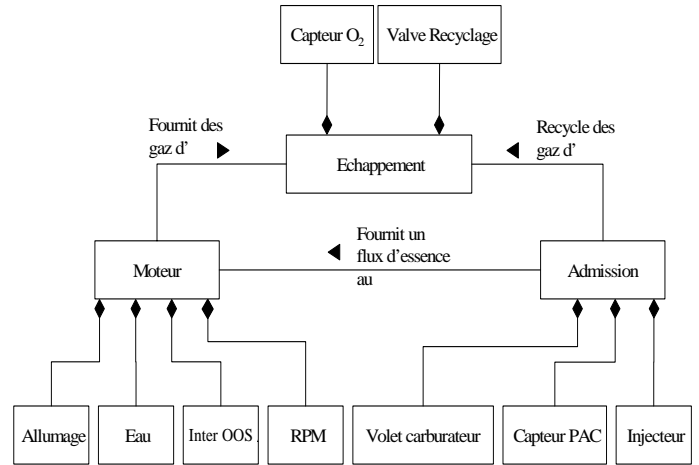


Figure 8. Relations entre les éléments physiques

4.1.3 Analyse des exigences temporelles

Parmi les exigences temporelles, l'une d'entre elles concerne la détermination de l'instant précis d'injection. L'analyse de cette exigence permet de constater que l'ordre d'injection peut être synchronisé par le signal d'allumage avec un délai dépendant de la vitesse de rotation. Il est donc nécessaire de considérer une information d'allumage en provenance de l'élément de l'environnement « moteur », information qui servira de référence au contrôle d'injection.

4.2 Analyse fonctionnelle

Cette deuxième étape permet de prendre en compte les exigences techniques du système (E-16) et de débiter la représentation de la solution logique (E-17).

4.2.1 Cas d'utilisation

A partir des modes opératoires (démarrage et chauffe, vitesse constante, accélération, décélération, arrêt) et de leur description sous forme de scénarios, les cas d'utilisation du système sont représentés par un diagramme des cas d'utilisation précisant les relations simples entre les scénarios (inclusion, extension) et les acteurs impliqués (Figure 7).

4.2.3 Diagrammes de séquence et de collaboration

Les scénarios évoqués dans les cas d'utilisation sont décrits précisément par des diagrammes de séquence (Figure 9). Ils représentent le séquençage des informations échangées entre les composants potentiels du système à concevoir. Pour plus de clarté, il est possible de faire apparaître non pas directement le composant mais les éléments qui le constituent en s'appuyant sur le diagramme de relations entre les éléments. A titre d'exemple, la Figure 9 montre un diagramme de séquence lié au cas d'utilisation « démarrer et chauffer ».

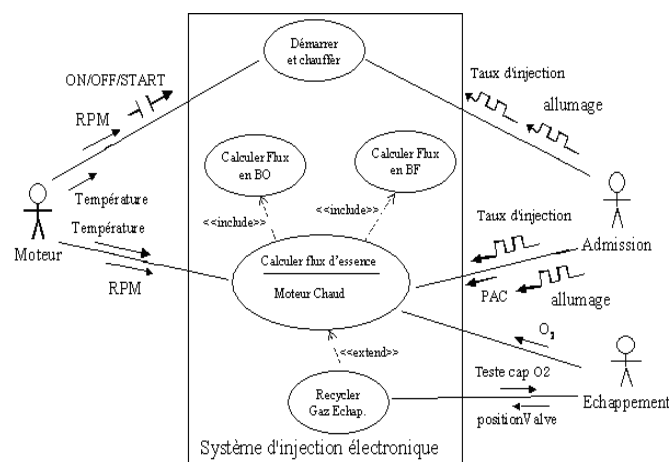


Figure 7. Diagramme des cas d'utilisation

4.2.2 Diagramme de relation entre les éléments

Pour définir les classes et les objets du système, un bon moyen est de représenter les relations entre les éléments physiques. Cette représentation peut s'appuyer sur le formalisme UML du diagramme des classes (Figure 8), mais ce diagramme ne préjuge pas des objets constitutifs du système qui seront définis au cours de l'étude.

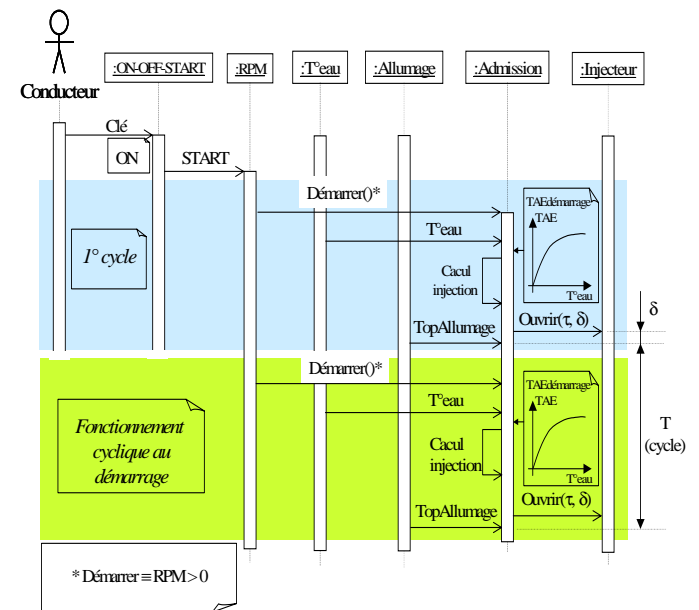


Figure 9. Diagramme de séquence

Un diagramme de collaboration (Figure 10) vient compléter la description en indiquant les relations / interactions entre les composants potentiels du système.

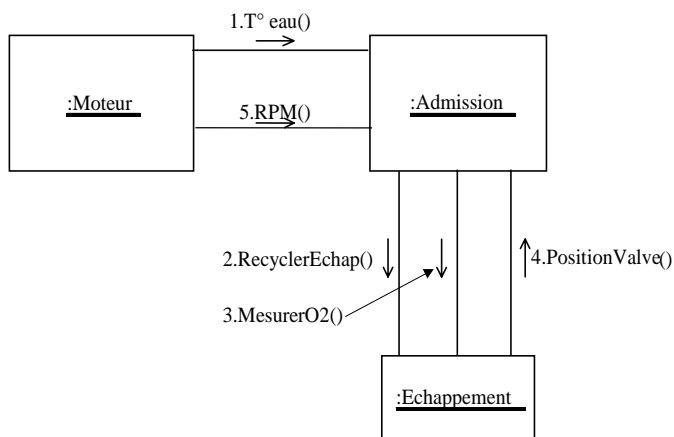


Figure 10. Diagramme de collaboration

A ce stade de la démarche d'analyse, on obtient un système constitué de 3 composants, soit 3 sous-systèmes au sens de la norme EIA-632. Un premier niveau de la représentation de la solution logique peut être décrit et validé à l'aide de HiLeS. La même démarche d'analyse et de représentation de la solution logique sera appliquée à chaque sous-système.

4.3 Représentation de la solution logique (E-17)

Le concepteur, de son point de vue, va élaborer, en utilisant HiLeS, une solution basée sur les composants définis dans les étapes précédentes.

La phase d'analyse a permis de mettre en évidence un ensemble de composants, mais un certain nombre de considérations doivent être prises en compte. Tous les composants sont-ils nécessaires, en faut-il d'autres, peuvent-ils être regroupés ? Il faut, dans un premier temps, retenir les objets actifs et considérer les acteurs des cas d'utilisation. Nous retenons donc les objets apparaissant dans le diagramme de collaboration : « moteur », « admission », « échappement ». La Figure 11 montre cette décomposition avec HiLeS.

La représentation logique du niveau 1 du système est ainsi terminée.

Une analyse des exigences propre à chaque objet du niveau 1 est ensuite menée, et la démarche présentée est réitérée. Chaque objet du niveau 1 est un système décomposé à son tour en sous-systèmes, et son comportement est décrit par le biais de Réseau de Petri. La Figure 12 présente la description concernant le « moteur », faisant aussi apparaître les blocs fonctionnels (« acc_dec_RPM_Cte », « démarrage », « chauffage »), objets terminaux de la description de ce composant et situés au niveau 2 de la représentation logique.

Parce qu'il n'est pas affiné structurellement, chaque objet terminal est détaillé en décrivant son comportement en VHDL.

La même démarche est appliquée à tous les éléments intervenant dans la description du système, conduisant si nécessaire à la réitérer en suivant une structure hiérarchique comme celle indiquée Figure 3.

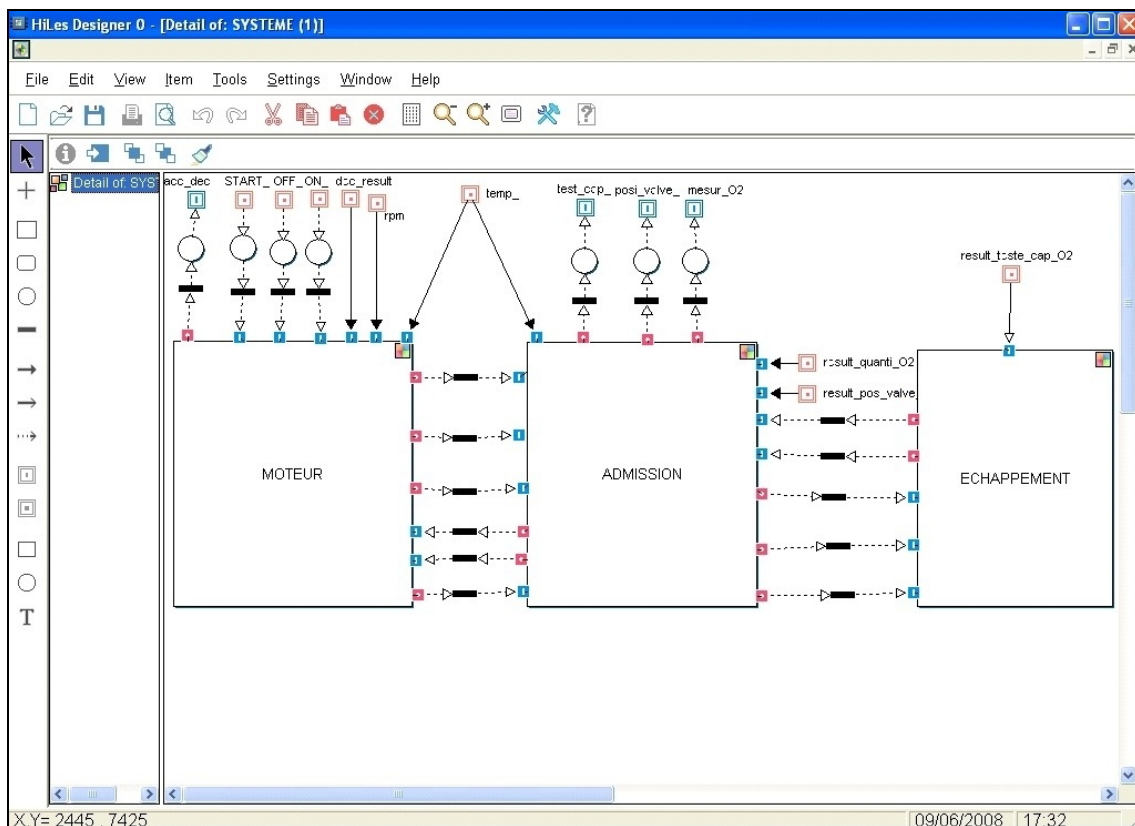


Figure 11. Niveau 1 du « système »

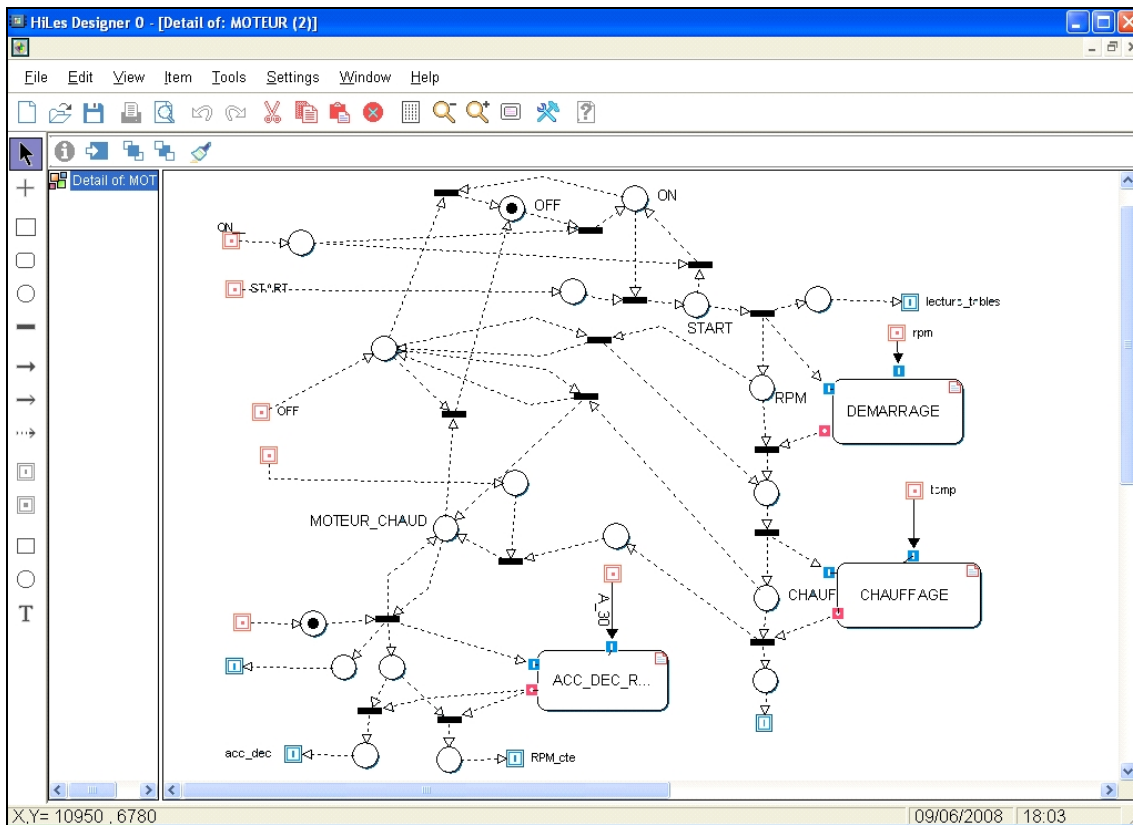


Figure 12. Niveau 2, description de l'objet « moteur »

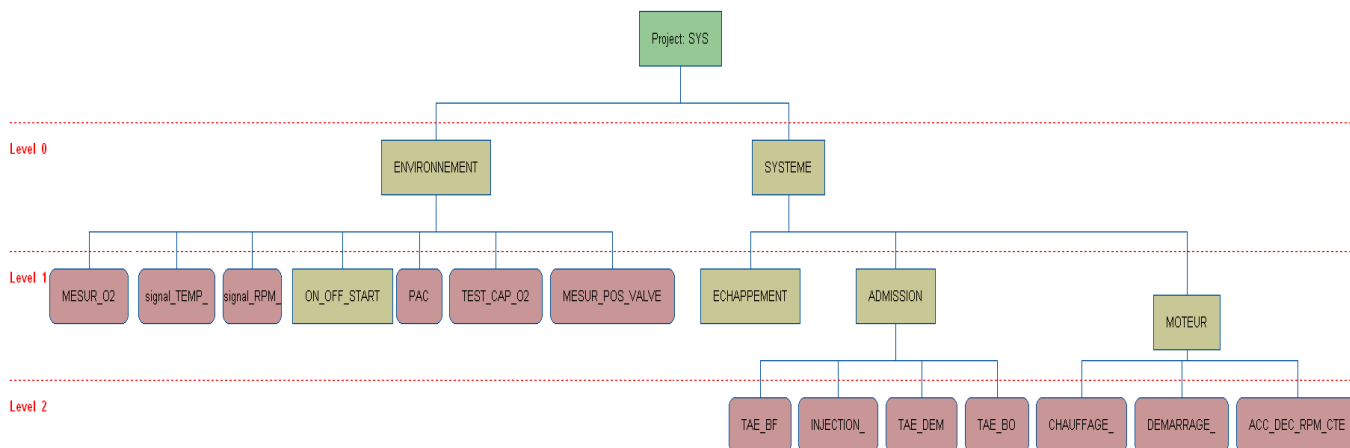


Figure 13. Le système et son environnement

L'organisation complète du système proposé en exemple est donnée par la structure HiLeS présentée Figure 13. Le premier niveau de HiLeS (*Level 0*) est constitué de 2 blocs structurels : le « système » dont nous venons de voir la décomposition, et son « environnement ». Le but de ce dernier est de permettre la description de scénarios de validation des exigences.

Lorsque tous les blocs fonctionnels sont décrits, une représentation de la solution logique est disponible. Il est possible de la valider vis-à-vis des exigences en effectuant des simulations basées sur les différents scénarios de fonctionnement décrits dans l'« environnement », comme par exemple les scénarios liés aux exigences de la « phase de démarrage ». HiLeS s'appuie sur l'outil System Vision[®] de Mentor Graphics[®] pour tracer les chronogrammes de simulation de signaux.

Une fois la représentation logique validée, la phase d'élaboration de la solution physique peut débuter. Il s'agit d'obtenir de la part des fournisseurs les modèles technologiques des composants afin d'aboutir à un prototypage virtuel de la solution physique.

5 CONCLUSION

L'approche de conception produit présentée dans cet article a été développée conformément aux recommandations de la norme EIA-632, autant pour les étapes du processus de conception que pour la représentation de la structure en *building blocks*. Partant de la prise en compte des exigences, elle conduit par itérations successives à l'obtention d'une ou plusieurs solutions. Basée sur l'utilisation de UML et des réseaux de Petri, elle s'appuie sur l'outil HiLeS qui permet la

représentation des solutions logiques, en décrivant le comportement des composants à l'aide de VHDL/AMS. La simulation de ces solutions permet de définir les caractéristiques des fournitures attendues. Les modèles des *building blocks* « Fournitures » transmis par les fournisseurs sont intégrés à la solution logique et permettent d'obtenir un prototype virtuel de la solution physique du système.

6 PERSPECTIVES

Cette approche de conception ainsi que l'outil HiLeS ont été retenus dans le cadre du projet ATLAS [Couderc et al, 2008] pour valider la faisabilité d'un environnement intégré d'aide à la décision par le couplage conception produit / conduite de projet. La définition de ce couplage est envisagée en considérant, entre autres, l'établissement d'un dialogue avec la conduite de projet à l'initiative du processus de conception.

En effet, la sortie opérationnelle du processus de conception est de proposer des solutions potentielles. Mais le choix d'une solution parmi les multiples alternatives rencontrées par les concepteurs dépasse les seules considérations techniques. L'arbitrage ne peut être fait qu'au niveau de la responsabilité du projet. C'est un des aspects traités dans le cadre du projet « ATLAS » dont le but est de dégager les méthodologies et outils de couplage des processus de conception produit et de conduite de projet et d'élaborer un environnement intégré de conception produit / conduite de projet.

Les choix auxquels est confrontée la Conception Produit nécessitent l'établissement d'un « dialogue » avec la Conduite de Projet, dans le but d'obtenir des réponses à un certain nombre de questions [Estève et al, 2008].

- *Quand interroger la Conduite de Projet ?*
- *Que fournir comme information à la Conduite de Projet pour qu'elle puisse prendre une décision ?*
- *Qu'espérer avoir en retour ?*

6.1 Quand interroger la Conduite de Projet ?

La Conception Produit est amenée à solliciter la Conduite de Projet notamment lors d'un choix entre plusieurs alternatives ou pour un relâchement éventuel de contraintes. Cette sollicitation peut avoir lieu au cours de l'élaboration de la solution logique.

Dans le premier cas, il peut s'agir par exemple d'aider au choix entre une solution à développer coûteuse en temps, et une solution sur étagère dépassant le coût financier spécifié.

Dans le second cas, la Conception Produit aboutit à une impasse ne lui permettant pas de respecter toutes les exigences. Certaines contraintes doivent être assouplies et seule la Conduite de Projet peut le faire.

Toutefois, la Conduite de Projet ne doit pas modifier les contraintes fonctionnelles, ce qui remettrait en cause le travail de conception déjà réalisé, ces contraintes étant du ressort de la Conception Produit. Il en est de même pour certaines contraintes non fonctionnelles (par ex : sûreté de fonctionnement). Par contre, il est logique que la Conduite de Projet puisse agir sur les contraintes dont elle a le contrôle, comme les coûts, le temps de développement ou les équipes affectées.

6.2 Que fournir comme information à la Conduite de Projet pour qu'elle puisse prendre une décision ?

La Conception Produit aboutit à des solutions plus ou moins complètes, avec suffisamment de données chiffrées et des résultats de simulation sur prototypage virtuel. Elle peut fournir des données sur les dimensions du produit, des données

fonctionnelles (temps de réponse, performances, ...) et des données non fonctionnelles (temps de développement, composition de l'équipe affectée, ...).

6.3 Qu'espérer avoir en retour ?

Dans le cas d'un choix entre plusieurs alternatives, la seule information attendue par la Conception Produit est de savoir quelle est la solution retenue. Cependant, pour une capitalisation des acquis [Kamsu et al, 2008], il est souhaitable que la Conduite de Projet précise les raisons de son choix.

7 REFERENCES

- AFIS, (2008) AFIS Home Page, <http://www.afis.fr>
- ATLAS, (2008) Aides et assistances pour la conception, la conduite et leur couplage par les connaissances. Projet ANR-RNTL: ATLAS 07TLOG002, janvier 2008.
- Couderc, T., Geneste, L., Reversat, Y., Robert, A., Esteban, P., Estève, D., Pascal, J.C., Abeille, J. (2008) Livrable L1: Premières descriptions des méthodes et principes de l'environnement de conception produit/système. Projet ANR-RNTL: ATLAS 07TLOG002, Juin 2008, 64p.
- De Chazelles, P., (2004) Ingénierie Système et application à la spécification d'un "système" d'Ingénierie des exigences pour l'avion commercial A380, Séminaire AFIS "Ingénierie des Exigences", 2 décembre 2004.
- Demmou, H., Messaadia, M., Sadou, N., Sahraoui, AEK., (2007) Intégration de la sûreté de fonctionnement dans les processus d'ingénierie système. 7ème Congrès International de Génie Industriel, Trois Rivières (Canada), 5-8 Juin 2007, 11p.
- EIA-632, (1999) Electronic Industries Alliance, Government Electronics And Information Technology Association Engineering Department, EIA STANDARD. Processes for Engineering a System, January 1999.
- Esteban, P., Ouardani, A., Paludetto, M., Pascal, J.C., (2005) A component based approach for system design and virtual prototyping. 12th Annual European Concurrent Engineering Conference (ECEC'2005), Toulouse (France), 11-13 Avril 2005, pp.85-90
- Estève, D., Pascal, J.C., Esteban, P. (2008) Le processus de conception produit. Partie B: la structuration des données.. Rapport LAAS N°08300, Juin 2008, 6p.
- HiLeS, (2008) HiLeS Designer Home Page, <http://www.laas.fr/toolsys/hiles.htm>
- Kamsu-Foguem, B., Coudert, T., Beler, C., Geneste, L. (2008) Knowledge Formalization in Experience Feedback Processes: An Ontology-Based Approach, Journal on Computers in Industry, 59(5), May 2008.
- Martin, J.N, (2000) Processes for Engineering a System: An Overview of the ANSI/EIA-632 Standard and Its Heritage. Systems Engineering, 3(1) pp.1-26, Feb. 2000, John Wiley & Sons.
- Ouardani, A., Esteban, P., Pascal, J.C., (2004) Systems engineering based approach for product and process concurrent design, 11th European Concurrent Engineering Conference (ECEC'2004), Hasselt (Belgique), 19-21 Avril 2004, pp.64-68
- Rochet, S. (2007) Formalisation des processus de l'Ingénierie Système : Proposition d'une méthode d'adaptation des processus génériques à différents contextes d'application, École Doctorale Systèmes, LATTIS de Toulouse, Soutenue le 26 Novembre 2007.
- TINA, (2008) TINA Home Page, <http://www.laas.fr/tina/>