

Environnements collaboratifs de conception, visualisation et production pour optimiser les partenariats de construction navale

Marc Donoghue, Director Product Management, PTC.

Steve Blakeway, Product Manager, PTC.

Philippe Barbarin, Business Development Manager, PTC

Synthèse

L'ensemble de l'industrie de la construction navale subit une pression considérable pour livrer des bâtiments dans des délais toujours plus brefs tout en réduisant les coûts initiaux de production et les frais de fonctionnement opérationnel ultérieurs – dans un contexte de complexité et de modularité croissantes et de multiplication des exigences environnementales ... Face à ces multiples challenges, l'une des stratégies consiste à nouer des partenariats plus étroits tout au long de la chaîne de production avec les clients, les chantiers navals, les sous-traitants, etc. C'est aujourd'hui un mode de fonctionnement commun pour l'industrie de la construction navale et une tendance émergente sur le marché commercial.

Cette étude revient sur les fonctionnalités de collaboration essentielles à l'industrie pour répondre aux challenges de conception et de production qui se posent tant dans le domaine de la construction militaire que marchande. Elle présente les avantages d'adopter un environnement collaboratif de conception, de visualisation et de production industrielle à travers les réussites obtenues dans ce domaine par différents acteurs.

Acronymes

CAO	Conception Assistée par Ordinateur
GCP	Gestion Cycle de vie Produit
MN	Maquette Numérique
TCO	Coûts totaux d'exploitation (Total Cost Of Ownership)
A&D	Aérospatiale & Défense
PI	Propriété intellectuelle
ITAR	International Traffic In Arms Regulations
TCD	TRANSPORT DE CHALANDS DE DÉBARQUEMENT
OEM	ORIGINAL EQUIPMENT MANUFACTURER
IGES	International Graphics Exchange Specification
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
DXF	Data Exchange Format
3DXML	Structure de fichier XML prenant en charge les données 3D
BOM	BILL(S) OF MATERIALS
SSN	SHIP SUBMERSIBLE NUCLEAR
SSBN	SHIP SUBMERSIBLE BALLISTIC NUCLEAR

1. Introduction

Les outils informatiques de conception, de gestion des données et de visualisation 3D sont généralement déployés au sein d'une seule organisation pour simplifier les activités d'ingénierie et de construction. Cependant, si l'on considère la chaîne logistique dans son ensemble, de multiples enjeux se posent si l'on souhaite déployer une intégration performante de ces différents environnements. Plus particulièrement :

- Complexité des échanges d'informations entre les chantiers navals et les sous-traitants et impératif d'observer des workflows performants et prédéfinis.
- Étendue des informations à administrer (documents de CAO, instructions de construction, lots de travaux, manuels d'opération, manuels de maintenance de service, etc.).
- Nécessité de créer et gérer des configurations différentes de ces informations.
- Impératif de contrôler la conformité avec le cahier des charges client.

Cette étude se focalise sur les progrès qui peuvent être accomplis en administrant les processus et leurs artefacts technologiques grâce au déploiement – sur l'ensemble de la chaîne des partenaires de la construction navale – d'un système unique et intégré de maquettage

numérique 3D et de gestion du cycle de vie produit. Nous aborderons donc ces différents challenges, leurs implications et les options actuellement disponibles pour les contrôler – voire les supprimer.

2. Situation actuelle

Compte tenu de leurs différences, il convient d'examiner séparément l'état respectif de la construction militaire et marchande.

2.1 Construction navale militaire

Ce secteur subit une pression considérable de la part de ses clients publics et gouvernementaux pour réduire les coûts de construction initiaux et, de plus en plus souvent, pour réduire également ceux de fonctionnement sur l'ensemble du cycle de vie. Le concept de « coût total d'exploitation » (ou TCO pour Total Cost of Ownership) est en effet aujourd'hui une considération clé – aussi importante que la qualité de l'armement.

Chaque région du monde a ses propres spécificités quant aux relations qu'entretiennent les chantiers navals avec leurs donneurs d'ordre gouvernementaux.

USA

- Les programmes de l'US Navy sont principalement attribués à des acteurs américains ; deux sociétés disposant de 6 chantiers navals contrôlent plus de 70 % de la construction.
- Ces chantiers sont essentiellement focalisés sur les programmes de la marine américaine. La construction marchande est relativement faible par rapport à l'Europe et à la région Asie-Pacifique
- La plupart des équipementiers ambitionnent de travailler simultanément avec les chantiers américains et leurs homologues dans d'autres régions du monde.

EUROPE

- La plupart des chantiers navals européens travaillent pour leur marché domestique et à l'exportation.
- La plupart des programmes navals européens ont une vocation multinationale pour mutualiser les coûts et maximiser la collaboration.
- Des alliances spécifiques peuvent être créées pour gagner des marchés à l'exportation.
- La plupart des équipementiers européens sont impliqués dans des programmes mondiaux



Futur porte-avions de la Royal Navy

ASIE PACIFIQUE

- Les alliances mondiales sont la règle.
- Émergence de nouveaux chantiers chinois connaissant une très forte croissance soutenue par les commandes de la marine de guerre chinoise.
- Cependant, globalement, la part du militaire dans l'ensemble de la construction navale est moins significative qu'elle ne l'est en Europe et aux USA.

Dans le même temps, un nombre croissant de pays souhaite non seulement disposer de navires et de technologies au meilleur état de l'art, mais aussi être capable de les construire eux-mêmes. La Russie et la Chine collaborent avec des méthodes traditionnelles depuis un certain temps et – accompagnées par des chantiers navals européens de premier plan – sont poussées à mettre en œuvre des transferts de technologies à destination de nombreux pays :

- Inde
- Pakistan
- Malaisie
- Singapour
- Brésil
- Venezuela

Cette nouvelle organisation amplifie la tendance à la consolidation du marché, (fusions aux États-Unis, joint-ventures en Europe, etc.) et donne naissance à des alliances et partenariats complexes à l'échelle planétaire.

2.2 Construction navale marchande

Le commerce mondial (transporté à 90 % par voie maritime) a connu une croissance de 8,9 % en 2006 et les prévisions du FMI étaient de 7,6 % pour 2007. Il s'agit bien entendu d'un indicateur essentiel pour la construction marchande – d'autant plus que les délais de production sont naturellement très longs.

En 2000, l'industrie de la construction de navires marchands connaissait une situation de surcapacité, alors même qu'une baisse des commandes était attendue... Un renversement de tendance s'est produit depuis même s'il reste encore quelques zones de surcapacité. Cette situation d'augmentation de la demande dans un contexte de légère surcapacité impose une énorme pression aux chantiers navals souhaitant décrocher de nouvelles commandes.

Par ailleurs, les opérateurs commerciaux maritimes sont désormais soumis à des contrôles environnementaux plus stricts : suppression des navires simple coque pour le transport du brut, contrôle du nettoyage et du dégazage des cuves, prévention des incendies et des pollutions accidentelles, etc. Autant de contraintes qui se répercutent naturellement sur la complexité de conception et de construction et participent à l'augmentation des coûts et des délais de production – allant précisément à l'encontre des nouvelles attentes du marché pour produire plus vite et moins cher...

Pour toutes ces raisons, la collaboration entre chantiers militaires et civils locaux joue un rôle clé dans la mesure où les marines régionales préfèrent accorder des contrats à leurs chantiers nationaux (pour des raisons de patriotisme économique ou parce que les chantiers traditionnels n'ont pas la capacité à construire de vastes navires – tels que des porte-avions ou des transports type TCD ou BPC). La collaboration des chantiers militaires avec les chantiers civils connaît donc un essor croissant.

Il semble que cette tendance au partage et à la collaboration soit appelée à se développer tout au long de la chaîne logistique de production – comme cela se passe déjà dans l'industrie aéronautique.

Les relations de partenariat entre clients, chantiers et sous-traitants sont désormais une problématique importante pour tous les acteurs des marchés commerciaux.

2.3 Collaborations et partenariats planétaires

Comme nous l'avons vu, la globalisation de l'industrie de la construction navale marchande et militaire est en marche, soulevant une nouvelle problématique de collaboration autour des activités de développement et de construction. Il s'agit en effet pour les acteurs du secteur d'augmenter leur part de marché en intégrant l'expertise et les solutions de diverses provenances pour maximiser la compétitivité de leurs offres. Les bénéfices peuvent être très significatifs mais cela induit également une multitude de problèmes potentiels dans une organisation où les processus de conception et de production étaient traditionnellement purement nationaux.

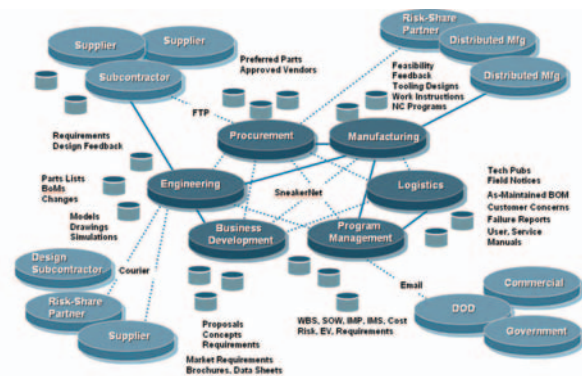
Pour que les chantiers navals capitalisent sur de nouvelles pratiques collaboratives, ils doivent radicalement rénover leurs processus de développement commercial et produit. Les sections qui suivent soulignent les différents enjeux à solutionner pour se doter d'un environnement de collaboration véritablement sûr, robuste et performant.

3. Environnements collaboratifs

3.1 Interfaces de collaboration

Les systèmes de collaboration distribuée sont particulièrement délicats à mettre en œuvre dans l'industrie de la construction navale en raison de la complexité inhérente aux processus de conception et de production des navires – et de l'implication croissante, en amont du développement, de multiples acteurs métier (pour réduire les délais et les coûts de mise sur le marché). L'environnement de collaboration doit par nature : être multi-entreprise et multi-organisation ; offrir différents niveaux de sophistication de l'interface utilisateur et gérer le stockage d'informations distribuées à l'échelle planétaire.

Quels que soient leurs domaines d'expertise, la spécificité de leurs processus et leurs challenges propres de collaboration, tous les acteurs de la filière ont dû adopter un réseau collaboratif « semi-formel » basé sur de nombreuses interfaces tel que celui représenté ci-dessous. Cette illustration met en lumière la multiplicité et la complexité des interfaces de collaboration (internes/externes, clients locaux/internationaux, fournisseurs, partenaires particuliers, etc.). Chaque entreprise doit donc évaluer et examiner avec attention la spécificité de ses propres paramètres de collaboration avant de lancer des projets, de définir de nouveaux processus ou d'acquérir des technologies.



Organisation actuelle – Un réseau semi-formel

3.2 Exigences clés

Les performances de collaboration reposent sur une bonne compréhension mutuelle des exigences critiques :

- Partage des données dans un environnement sécurisé et contrôlé
- Protection de la propriété intellectuelle – tout en fournissant suffisamment de détails (conception, approvisionnement, construction) à chaque acteur de la chaîne de création de valeur
- Fonctionnement 24x7 au service d'un processus de construction navale à l'échelle planétaire
- Fourniture d'accès sécurisés et appropriés (« la bonne information au bon moment ») pour faciliter les différents processus entre fournisseurs et partenaires
- Compréhension parfaite des exigences du client et suivi des accomplissements
- Conformité avec les normes nationales et internationales, les standards de gestion de l'information, les exigences de contrôle

des exportations, les règles ITAR, etc.

- Suivi des exigences de support sur l'ensemble du cycle de vie

De nombreuses tentatives ont été effectuées pour répondre à toutes ces exigences mais elles ont souvent été cantonnées à des sous-domaines ou desservies par des interconnexions ou des processus transversaux peu efficaces entre les différentes unités ou environnements technologiques.

Le phénomène le plus important dans ce domaine réside dans le fait que la multitude d'informations définissant un navire peut désormais être générée en format électronique de façon à rendre le stockage, la gestion et la recherche plus performants que les traitements manuels ou la réédition des données sous différentes formes pour différents objectifs. Les paragraphes qui suivent reprennent les préconisations et exigences essentielles pour maximiser la réussite des partenariats collaboratifs dans l'univers de la construction navale.

3.2 (a) Partage des données dans un environnement sécurisé

La gestion de formats hétérogènes est en soi un véritable challenge technologique si l'on pense aux considérables investissements consacrés aux échanges de données de CAO sur la base de standards internationaux (comme IGES et STEP) ou de standards de fait (DXF et 3DXML). Si les échanges de données de CAO ne sont pas encore parfaitement transparents, des progrès majeurs ont été accomplis en matière de documentation électronique, de reconnaissance de caractère, de normalisation autour du format PDF, de standards de visualisation, etc.

L'une des approches consiste à sélectionner un « format maître » d'entrée des données et à imposer aux partenaires et sous-traitants de faire leur affaire de la conversion de leurs propres outils vers ce format pivot. Cette approche donne de bons résultats dans certaines industries ; elle fonctionne raisonnablement bien dans l'aérospatiale – mais n'est pas infaillible comme en a récemment fait l'expérience un grand constructeur aéronautique.

Cependant, pour ce qui est de la construction navale, la diversité des outils, la complexité des alliances et partenariats et les coûts induits rendent cette approche irréaliste – d'autant plus que la plupart des coûts outil sont spécifiques à chaque programme.

Conséquence de cette limite, un constructeur naval européen de premier plan a récemment dû consacrer des milliers d'heures/homme à ressaisir des données de conception d'un de ses partenaires car le format initial ne pouvait en aucun cas être traduit en processus industriels.

La sécurité des données est naturellement une préoccupation essentielle pour toute l'industrie. Nous traiterons plus complètement de ce problème dans la section suivante mais l'exemple qui suit illustre la problématique qui se pose à certains chantiers navals – plus particulièrement en Europe.

Un système de maquettage numérique 3D permet d'éviter au chantier d'extraire les dessins et documents de fabrication à fournir au client – une procédure naturellement coûteuse. Toutes les

données utiles sont donc disponibles en format numérique mais bien entendu, le chantier ne souhaite pas ouvrir des accès incontrôlés à ces informations sensibles.

Quel que soit le format de CAO original, les données peuvent être mises à disposition dans un environnement de collaboration offrant des outils avancés de visualisation – indépendants du format. Il est ainsi possible de donner accès à des images de haute qualité qui peuvent être manipulées, désassemblés et étudiées sans pour autant donner accès aux données de CAO elles-mêmes.

Ce type d'environnement de collaboration permet non seulement de contrôler et sécuriser les accès mais aussi de fournir 24 heures sur 24 des informations de configuration parfaitement à jour – un facteur naturellement essentiel lorsque les différents intervenants ou clients sont séparés par plusieurs fuseaux horaires.

Le partage des informations produit grâce à des clients Web et des outils de visualisation « légers » peut être étendu aux processus de conception et de fabrication pour un partage généralisé avec les partenaires et intervenants métier. Cette approche collaborative est souvent négligée lors des discussions commerciales ce qui peut générer des coûts imprévus – susceptibles de remettre en cause la rentabilité attendue du partenariat.

3.2 (b) Protection de la propriété intellectuelle

Les exigences de collaboration confrontent tous les acteurs de l'industrie à de multiples challenges quant à la sécurisation des données. Il est en effet indispensable de rénover les processus et infrastructures internes pour répondre aux nouveaux impératifs de collaboration tout en minimisant les risques de divulgation d'informations sensibles.

Les agences gouvernementales, les contractants militaires et civils et les différents sous-traitants ont tous relevé leurs exigences de sécurisation des données et de la propriété intellectuelle afin de garantir que seules les données nécessaires sont visibles ; qu'elles sont administrées par un système sécurisé et que des contrôles suffisants sont déployés pour gérer les droits d'accès et les habilitations de visualisation de chacun.

Il s'agit en effet d'une exigence critique et complexe à solutionner dans la mesure où les partenaires d'externalisation doivent être intégrés directement au processus de développement d'un produit donné – alors même qu'ils peuvent devenir des concurrents sur le suivant....

Les chantiers navals militaires européens qui traditionnellement livraient des navires clés en mains, collaborent désormais avec les marines de différents pays émergents et ne construisent souvent que le premier de série – ses sister ships étant construits dans le pays afin d'étendre son expertise par transferts de technologies. Ces navires sont donc désormais entièrement modélisés en 3D ce qui génère

naturellement une quantité considérable d'informations porteuses de propriété intellectuelle – tant dans les systèmes de CAO que dans les plates-formes d'administration des données.

Les chantiers européens doivent donc s'assurer de la protection de leur propriété intellectuelle en trouvant un équilibre optimal entre la nécessité de rendre suffisamment d'informations disponibles pour gérer la construction sans pour autant révéler leur « noyau de propriété intellectuelle » qui permettrait éventuellement à un partenaire de développer un avantage concurrentiel et de devenir un concurrent.

Compte tenu de ces nouveaux principes et modèles de collaboration, les chantiers navals doivent faire progresser la maturité de leurs processus et leur capacité de sécurisation de l'information. Cela exige une définition précise et robuste des différents processus de collaboration sécurisée et l'adoption de solutions technologiques pour les automatiser. Face à la multitude des interfaces et interconnexions de collaboration, il est en effet illusoire de recourir à des traitements papier exigeant des interventions manuelles. Un environnement de collaboration sécurisé doit en effet solutionner trois enjeux fondamentaux :

- Contrôler la propriété intellectuelle (l'identifier et savoir où elle se trouve)
- Contrôler les intervenants (savoir qui ils sont, ce qu'ils peuvent voir et maîtriser leurs habilitations d'accès et visualisation)
- Définir tous les scénarios viables de collaboration et configurer des solutions de sécurité cohérentes avec ces différents modèles

La résolution de ces enjeux exige un « framework » de processus et de technologies permettant de définir les communautés de collaboration, la structure des processus, les vecteurs de collaboration et les technologies opérationnelles sous-jacentes. Les chantiers navals les plus avancés sont donc appelés à déployer des plates-formes technologiques permettant de gérer chaque information de façon adaptée, de la protéger conformément aux standards applicables (contrôles à l'exportation, loi ITAR, etc.) et d'administrer l'ensemble des accès électroniques (avec toutes les fonctions requises de traçabilité, d'audit et de reporting).

3.2 (c) Gestion du changement et de la configuration

Dans un univers complexe, globalisé et perpétuellement actif (24x7), les processus de contrôle du changement doivent être parfaitement définis et ordonnés – dans la mesure où ils devront suivre toutes les modifications : de la conception initiale du navire à son retrait du service actif... Les difficultés à localiser la documentation des changements (propositions de modifications, analyses d'impact, historique, etc.) sont un problème récurrent dans l'industrie – ayant souvent conduit à répéter plusieurs fois la même erreur... Les problèmes de gestion et de suivi de la configuration sont en effet multiples (synchronisation des nomenclatures d'ingénierie et de construction, coordination

de contenus multidisciplinaires, communication des changements effectifs, etc.); autant de challenges qui, s'ils ne sont pas correctement maîtrisés, peuvent conduire à des surcoûts ou des soucis de qualité. Un processus efficace de gestion du changement et des configurations permet a contrario de maximiser l'innovation, de libérer de précieuses ressources d'ingénierie et de maximiser la qualité dès l'initialisation du cycle de conception. Cette approche favorise aussi la réduction des coûts en permettant aux constructeurs de planifier et préparer le changement, de minimiser les stocks et d'accélérer les délais de commercialisation en réduisant les interruptions liées à l'absence ou l'insuffisance de la documentation du changement.

3.2 (d) Collecte et administration des exigences

La collecte et le suivi des exigences – et, en aval, les perspectives de réutilisation de solutions existantes pour y répondre – sont des enjeux souvent négligés dans les projets de collaboration focalisés sur un projet. Cette situation peut avoir de fâcheux inconvénients quand par exemple des partenaires investissent une énergie considérable pour gagner un contrat et doivent par la suite reprendre intégralement leurs modèles initiaux car ils n'avaient pas été conçus pour maximiser les perspectives de réemploi en cas de changement des exigences initiales du client.

La collecte et l'administration des exigences consistent à clairement identifier et prioriser les attentes du client, à en déduire des contraintes techniques et à vérifier que la conception du produit permet bien d'y répondre. Pourtant, les exigences sont souvent gérées dans de simples fichiers Word ou Excel, déconnectés des données de conception et du reste des équipes. Cette communication aléatoire des exigences du client aux différents partenaires ne permet pas de certifier qu'une solution donnée répondra bien à ses attentes – ni de remonter des principes de conception jusqu'aux exigences qui y ont présidé... Autant d'inconvénients pouvant générer des décisions inopportunes lors des processus d'évaluation du changement et interdire toute véritable stratégie de réemploi des produits.

Les constructeurs doivent donc s'attacher à mettre en œuvre une gestion globale des exigences et des données produit afin d'établir une traçabilité intégrale entre les différents niveaux d'exigences et les données de conception décrivant leurs modalités d'implémentation et de test.

3.2 (e) Conformité

L'industrie de la construction navale est confrontée à une multitude de réglementations environnementales émanant en particulier des états membre de l'UE (RoHS, WEEE, REACH, EuP) et à d'autres lois tout aussi importantes quant au contrôle des exportations ou à la réglementation du trafic d'armes (ITAR - International Traffic in Arms Regulations).

Ces contraintes ont un impact décisif sur la façon dont les navires sont

conçus et exigent de nouvelles fonctionnalités de développement pour suivre et signaler l'utilisation de matériaux dangereux, maximiser le recyclage, valider la conformité des composants intégrés à une solution globale, etc. Elles ont également un impact sur de multiples processus métier – de la conception au support jusqu'à la fin de vie – et sur les coûts et les délais de mise à l'eau.

Les acteurs de la construction navale ont besoin de disposer d'une vision globale « à la minute » pour prendre des décisions opportunes dans un contexte globalisé. Cela nécessite notamment une sélection « intelligente » des composants par les ingénieurs afin que la conformité soit prise en compte dès l'initialisation du processus de conception. Il est en outre capital de pouvoir démontrer que l'ensemble du processus de conception est conforme aux standards applicables – et pas seulement le vaisseau pris dans son ensemble. Ceci exige dans la plupart des cas de gérer une documentation détaillée en de multiples langues et formats restant rapidement accessibles en cas de réquisition par un organisme de contrôle.

3.2 (f) Support sur l'intégralité du cycle de vie

Dans le processus de construction, les différents partenaires doivent remplir leur mission le plus rapidement possible et au meilleur coût, tout en s'accommodant des changements de dernière minute. Le client final souhaite quant à lui avoir une vision complète et recevoir un navire entièrement documenté, dont la configuration de chaque composant est gérée afin de minimiser ses coûts de maintenance jusqu'à sa fin de vie. Ces exigences imposent aux constructeurs des coûts et des délais supplémentaires – souvent sans budgets additionnels pour y faire face.

Ces nouvelles exigences poussent les acteurs de l'industrie à repenser la façon dont ils produisent, gèrent, publient et livrent les informations. Les outils et approches traditionnels de publication technique sont en effet dépassés par l'expansion des formats et des médias qu'exigent désormais les clients de sorte que ce domaine devient un goulet d'étranglement récurrent dans le processus de production d'un navire pouvant avoir un impact négatif sur le processus de livraison, la procédure d'acceptation, la satisfaction client, le support de maintenance, etc.

Les acteurs de la filière doivent aujourd'hui disposer d'une solution performante pour :

- produire simultanément les principes de conception et la documentation associée ;
- intégrer les rédacteurs techniques, les sous-traitants et les fournisseurs dans une plate-forme de collaboration permettant de créer et administrer une source unique de contenus de publication – dans les différents formats et médias requis ;
- configurer et fournir automatiquement des publications

personnalisées pour répondre aux besoins spécifiques à chaque client.

Cette exigence est notamment liée à l'intérêt croissant porté aux frais récurrents de fonctionnement qui, ajoutés aux investissements initiaux, constituent le coût total d'exploitation (ou TCO) qui fait désormais l'objet de toutes les attentions...

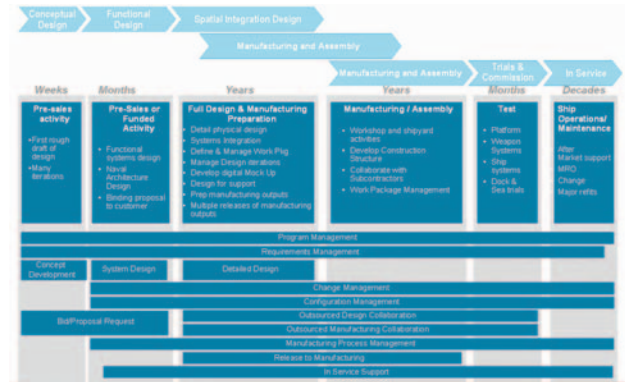
La disponibilité des informations sur la façon dont le navire a été conçu permet naturellement de réduire les délais de maintenance et de réparation et de planifier la disponibilité et le lieu de l'opération en fonction du plan opérationnel du navire. Ces informations permettent également de préparer l'intervention à l'aide des modèles et outils de visualisation 3D (séquences d'intervention, voies exactes d'accès et de sortie, etc.), d'identifier précisément les composants et ressources nécessaires, de planifier l'ensemble des opérations et approvisionnements avant l'escale et d'accélérer la remise en service.

L'une des premières sources de coûts d'un navire après sa mise en service est liée aux opérations de reconditionnement ou de mise à jour de ses systèmes de propulsion ou d'armement. Ces opérations ne sont pas nécessairement conduites par le chantier où il avait été initialement conçu et mis à l'eau. Des coûts et des interruptions superflus sont alors possibles si les données initiales de conception ne sont plus disponibles. De multiples standards internationaux – comme S1000D – ont vu le jour pour solutionner ce problème en reconnectant les différentes éditions avec les composants initiaux du navire. Le standard S1000D favorise en effet la réutilisation des principes de conception et des contenus et propose un mécanisme pour intégrer la gestion du changement. La maîtrise des processus de maintenance et de réparation avec des fonctionnalités connectées de façon inhérente aux sources de données permet de réduire les erreurs et de maximiser l'efficacité et l'interopérabilité. En maintenant un modèle numérique 3D intégral du navire, les études de travaux peuvent être menées conjointement avec les contractants, partenaires et fournisseurs de reconditionnement bien avant que le navire ne soit retiré du service actif.

4. Exemples d'approches intégrées

La section précédente souligne l'importance d'une approche intégrée et multi-organisation permettant une gestion collaborative de la conception et des contenus numériques pour maximiser la réussite des partenariats de construction navale.

Pour la mettre en œuvre, PTC se focalise sur des processus globaux afin de prioriser les efforts de R&D tout en préservant autant que possible les similitudes avec d'autres marchés verticaux. Cette méthodologie centrée sur les processus est illustrée ci-dessous.



Représentation des processus PTC pour l'industrie de la construction navale

Ce graphique illustre les processus qui doivent être définis et implémentés. Cependant, relativement peu de constructeurs ont développé des systèmes permettant de réaliser tous les objectifs précédemment évoqués. Ceux qui ont entrepris cette démarche se sont focalisés sur les processus présentant les plus fortes opportunités de retour sur investissement sur un partenariat donné – et développent ensuite leurs capacités par incréments.

L'approche de PTC dans ce domaine consiste à proposer un système de développement orienté produit (ou PDS pour Product centric Development System) offrant un emplacement unique de stockage et de recherche des informations dans un environnement permettant d'implémenter des processus et workflows. Ce système s'appuie sur une infrastructure purement Web (Internet) et sur un modèle intégral de données – interopérable avec les autres systèmes d'entreprise.



Système PTC de développement produit pour l'industrie de la construction navale

En tant que conseil et fournisseur de technologies pour de nombreux chantiers navals de premier plan dans le monde, PTC capitalise sur une expertise exclusive du secteur et de ses challenges pour favoriser une approche intégrée comme en attestent les différents exemples qui suivent.

4.1 Épine dorsale de gestion informationnelle

Un consortium majeur de construction de navires militaires a choisi PTC Windchill pour contrôler les informations sur ses programmes et lui fournir une « épine dorsale d'administration de l'information » jouant un rôle critique dans la conception, la production et le support en service de deux nouveaux navires de l'une des premières marines du monde. Ce système offre notamment des accès contrôlés à des données sous de multiples formats et permet de relier les intervenants nationaux et internationaux. Grâce au contrôle centralisé des données et des workflows de collaboration et à la création d'un point unique de référence pour toutes les évolutions du produit tout au long du programme, le système prend en charge les milliers d'utilisateurs des différents intervenants et fournit une vision réellement unifiée de l'ensemble du programme. Le système consolide notamment l'ensemble des données circulant entre les différents partenaires et le donneur d'ordre gouvernemental et supportera à terme des milliers d'intervenants dans le cadre d'un projet à long cycle de vie.

4.2 Gestion de la configuration et du changement

BAESystems, (agence d'approvisionnement du Ministère de la Défense britannique) et la Royal Navy collaborent autour d'un environnement de partage des données (ou SDE pour Shared Data Environment) dans le cadre de la conception et de la construction des destroyers de défense antiaérienne de prochaine génération (Type 45).



Destroyer britannique Type 45

L'environnement SDE a été conçu pour faciliter et sécuriser le partage et la collaboration entre le site principal du contrat Type 45, les intervenants client et les partenaires. Ce système figure parmi les premiers à prendre en charge les nouveaux principes définis par la charte d'approvisionnement « UK MOD SMART ».

Les exigences pour ce projet étaient particulièrement complexes et nombreuses. En effet, le manque de précision des données et les problèmes de gestion des configurations avaient conduit à des charges et des délais excessifs d'intégration système – même à des niveaux élémentaires – lors de précédents projets. Le système SDE

a donc été conçu en fonction de cette expérience pour résoudre ou mieux contrôler les différents enjeux précédemment évoqués :

- Sécurisation de la gestion et des échanges de données

- Administration de la collaboration entre PCO, MOD, fournisseurs et marine britannique

- Accès et partage en temps réel des informations

- Fonctionnalités de workflow pour fournir les bonnes informations, aux bons intervenants, au bon moment

- Gestion et contrôle de la configuration produit dans toutes les phases du cycle de vie – des premières esquisses de conception jusqu'à la mise hors service

Fonctionnalités avancées de visualisation sur chaque station de travail pour simplifier la compréhension de l'information

- Fonctionnalités de gestion de l'information sur l'ensemble de la durée de vie conformes aux exigences d'intégration de la documentation des sous-traitants édictées par le ministère de britannique de la défense (CITIS Contractor Integrated Technical Information Service)

- Utilisation d'applications logicielles commerciales

- Capacité d'intégration/interfaçage avec les différents logiciels des différentes entités

Deux navires (HMS Daring et HMS Dauntless) sur les 8 prévus sont opérationnels et un troisième est en construction.

4.3 Évolution vers un environnement de conception entièrement numérique et 3D

DCNS est l'un des premiers chantiers navals d'Europe par sa capacité à concevoir, construire et maintenir n'importe quel type de navire de guerre – des navires de patrouille jusqu'aux sous-marins nucléaires (SSN et SSBN) en passant par les porte-avions et l'intégration des systèmes de combat.

DCNS implémente des technologies de gestion du cycle de vie depuis le début des années 70. Depuis la fin des années 90, cette entreprise a également déployé pour tous ses nouveaux projets un système de conception 3D intégrale, basé sur CADD5, permettant un maquettage complet en 3D ainsi que la gestion intégrale de la documentation électronique.

Premier navire de guerre européen entièrement conçu en 3D, le Sawari II a été mis en service en 2002 ; il s'agit d'une frégate de 4 600 tonnes de classe Lafayette. Pour la première fois, l'ensemble des données d'un tel navire sont disponibles et consultables en 3D à travers un environnement de gestion du cycle de vie ouvert et sécurisé :

- 11 sites de conception travaillant simultanément sur la

même définition numérique du navire

- Modèle entièrement numérique recensant plus de 200 000 objets
- 220 stations de conception CADD 5 de PTC
- 500 stations de gestion des données du cycle de vie avec accès sécurisés aux données et documentations liées

7 environnements sécurisés PTC interconnectés (« PTC vaults »)

Dès le premier programme, cette approche de modélisation intégralement en 3D a porté ses fruits :

- Méthodes de conception améliorées et standardisées
- Utilisation de processus partagés et normalisés au sein de l'« entreprise étendue » — tenant lieu de fondement à tous les futurs projets de DCNS
- Allocation optimisée de la charge de conception et de production sur les différents sites de DCNS.
- Sécurité et contrôle supérieurs de toutes les informations produit
- Évaluation d'ergonomie et simulation des opérations de maintenance (assemblage/démontage) pour optimiser les performances de fonctionnement, répondre aux exigences exprimées, maximiser la satisfaction client et réduire les coûts et les risques
- Optimisation des procédures de contrôle de préproduction (interférences géométriques, circuits de câblage, etc.)• Réduction des délais et coûts de production avec amélioration de la qualité
- Réalisation du projet conformément ou en deçà des budgets (15 % de réduction du coût total projet)
- Réduction de 17 % des heures de production de la coque et de la structure
- Réduction de 30 % des délais de câblage
- Réduction de 70 % des travaux de reprise de tuyauterie
- Réduction considérable de la consommation papier (les données sont directement récupérées des modèles numériques sur le site de construction)
- Élimination des modèles réduits en plastique ou en bois des zones techniques (centre d'opérations, salle de supervision des machines, pont de navigation, etc.) remplacés par une véritable «

immersion » dans des modèles numériques de réalité virtuelle (avec appareils ou écrans de visualisation stéréoscopiques) lors des revues de projet, des études d'ergonomie et des réceptions client

- Mise en commun de l'ensemble des ressources disponibles (au niveau de l'« entreprise étendue »)
- Optimisation des travaux en équipe avec des partenaires industriels et sous-traitants
- Accès à de nouveaux outils de marketing et de communication client grâce à la modélisation numérique
- Revue de conception et approbation directe par DCNS et ses clients sur la base des maquettes numériques du navire.
- Outils commerciaux/marketing de qualité et d'efficacité supérieures



La Frégate Sawari II

Il est intéressant de noter que ces avantages ont été obtenus immédiatement – lors du premier projet entièrement numérique – et que les progrès se sont poursuivis et amplifiés par la suite.

4.4 Conception 3D et administration des programmes

Fondé en 1961, le CSRDC (China Ship Research & Design Centre(1)) est une importante unité de recherche dépendant de l'ICSHIC (Institute of China Shipbuilding Heavy Industry Corporation). Il s'agit d'un établissement de recherche scientifique majeur pour la défense nationale chinoise assurant la conception et les activités de R&D en matière de construction navale. En plus de 40 ans, ce centre a développé des milliers de navires, tant pour le marché domestique qu'étranger, et a donné de nombreux exemples d'innovation dans la conception navale.

La vision stratégique du CSRDR est centrée sur l'adoption généralisée de la technologie de gestion du cycle de vie comme mécanisme privilégié pour numériser les principes de conception et les processus de gestion. À cet effet le CSDC utilise PTC Windchill pour centraliser toutes les données de développement et les rendre accessibles aux différents intervenants – à des fins de recherche ou de référence.

Cette approche a permis de notablement augmenter le potentiel de réutilisation des données de conception lors du développement du navire modèle.

La progression de la conception peut en outre être automatiquement supervisée et, grâce à une étroite intégration au système de conception parallèle (basé sur CADD 5), cet organisme est parvenu à combiner efficacement la conception 3D à la gestion du plan de projet.

Après le déploiement de PTC Windchill, CSCD a réalisé des progrès significatifs sur plusieurs des indicateurs clés de son département de R&D.

4.5 Environnement de données collaboratives

Le chantier naval MHI Kobe Shipyard(2) a lancé un projet commun de développement avec Wartsila Switzerland Ltd. afin de créer un nouveau moteur marin diesel. Ce projet utilise un environnement collaboratif de données afin de s'assurer que tous les groupes concernés partagent la bonne version des différents modèles de conception. MHI Kobe Shipyard a pu ainsi réduire significativement ses cycles de développement. Les fonctionnalités de visualisation des données, d'ingénierie simultanée et de chargement ont permis à MHI Kobe de développer ses activités grâce à une expertise croissante et à une meilleure satisfaction de ses clients.

Globalement, l'entreprise a réalisé son objectif de diviser par deux ses coûts et ses délais de développement.

4.6 Transferts de technologies

DCNS est l'un des premiers chantiers navals d'Europe par sa capacité à concevoir, construire et maintenir n'importe quel type de navire de guerre – des navires de patrouille jusqu'aux sous-marins nucléaires (SSN et SSBN) en passant par les porte-avions et l'intégration des systèmes de combat.

DCNS a initialisé un partenariat avec la société espagnole Navantia sur la conception et la production d'un sous-marin diesel dont le premier exemplaire a été livré au Chili en 2004. Un des challenges importants de cette collaboration résidait dans le fait que les deux établissements n'utilisaient pas les mêmes outils de CAO.

En 2005, DCNS et Navantia gagnaient un contrat de fourniture de six sous-marins de ce type destinés à la marine nationale indienne – qui seraient tous construits en Inde. L'objectif de ce contrat étant de transférer la technologie en Inde où la marine nationale souhaite à l'avenir être capable de modifier les principes de conception et de construire ses propres bâtiments.

DCNS et Navantia sont tenus de fournir au chantier local un « Technical Data Package » (TDP) présentant un modèle 3D cohérent, précis et global du navire – y compris les spécifications d'ordre de construction

(COS Construction Order Specifications) et de commande (POS Purchase Order Specification) et toutes autres documentations utiles de production et de test. Le système doit également fournir un mécanisme contrôlé de gestion des retours d'expérience.

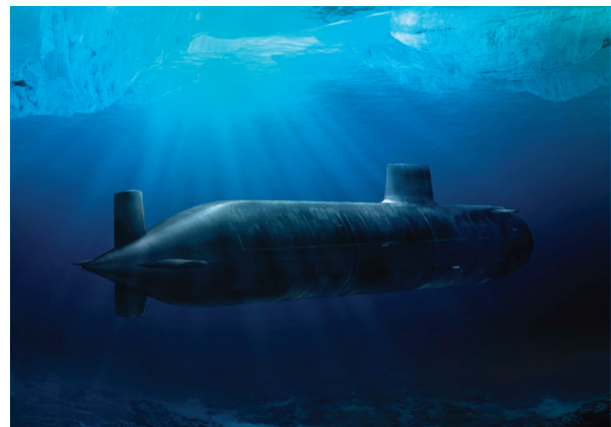
En repartant de zéro, une solution PTC Windchill a été créée et déployée en moins d'un an au service de ce processus et de ce contrat. Grâce à cette technologie, à la fois DCNS, Navantia et leurs partenaires et clients (le chantier naval et la marine nationale indienne) peuvent s'appuyer sur des données fiables et cohérentes et les partager en toute transparence.

Lors de la phase suivante, la marine indienne pourra proposer et développer des solutions ou concepts alternatifs pour mieux s'adapter aux contraintes régionales d'approvisionnement.

Ce cas est particulièrement intéressant dans la mesure où quatre intervenants clés y sont impliqués : 2 partenaires de conception européens et 2 intervenants locaux (chantier local et département de la marine) et où de multiples fournisseurs de composants participent à la conception (propulsion, systèmes de combat, armement, etc.)

Ce type de transfert de technologies est particulièrement prisé dans de nombreux pays et cet exemple démontre qu'il peut être mis en œuvre avec beaucoup de succès.

4.7 Réalité virtuelle au service de la productivité et de la réduction des délais de construction



Sous-marin de classe Astute BAE Systems Submarine Solutions(3) est le contractant principal retenu pour la construction des sous-marins nucléaires de classe Astute qui sont considérés comme les plus sophistiqués et complexes jamais construits par le Royaume-Uni. BAE Systems Submarines doit actuellement construire trois sous-marins de ce type – le premier a été lancé le 8 juin 2007.

L'entreprise a déterminé qu'un des facteurs essentiels pour accélérer le processus consisterait à utiliser un système de réalité virtuelle lors du développement plutôt que de créer des prototypes physiques. Ce système de simulation devait être accessible aux professionnels de l'informatique et de la CAO tout comme aux soudeurs et aux

plombiers responsables de l'assemblage physique du sous-marin.

Pour la conception, BAE Systems Submarine Solutions utilise la solution PTC CADD5 qui lui est familière et permet aux différents groupes d'ingénieurs de collaborer la conception, la validation et l'usinage des mêmes assemblages. Pour le système de réalité virtuelle, BAE Systems Submarine Solutions a engagé Virtualis, un partenaire PTC, pour assurer l'intégration de PTC DIVISION MockUp à ses propres outils de réalité virtuelle (Virtualis VR).

La présentation stéréoscopique 3D permet notamment de mettre en lumière les points potentiels de collision entre composants et assemblages sous-marins pour rectifier la conception avant la mise en production. Grâce à cette plate-forme visuelle avancée, tous les intervenants peuvent bénéficier de modèles virtuels en 3D dans des « cabines de projection » positionnées dans les tours de montage entourant le navire. Cette organisation a permis de remplacer avantageusement la création de coûteux modèles physiques.

Cette solution présente de multiples avantages, en particulier en matière de vitesse de mise sur le marché :

- Élimination du temps, des efforts et des budgets consacrés au maquettage physique
- Amélioration de la productivité de conception/construction
- Accès en temps réel aux modèles virtuels et aux données d'ingénierie liées
- Accélération significative du temps de chargement des modèles 3D par les ingénieurs BAE
- Élimination du temps passé par les utilisateurs auprès du département de conception
- Accès intégral à la solution de réalité virtuelle assuré pour tous les utilisateurs – même ceux non spécialisés en informatique/CAO
- Distinction attribuée au Président de BAE Systems Submarines pour la qualité des réalisations.

4.8 Processus de gestion du changement au service de réduction des erreurs de conception

Le chantier naval Wuchang Shipyard(4), fondé en 1934, dépend de China Shipbuilding Industrial Corporation et reste l'un des plus modernes et importants de Chine grâce à sa capacité de conception, de construction et de réparation de multiples types de navire commerciaux et militaires.

Wuchang Shipyard est utilisateur PTC depuis une dizaine d'années et a récemment terminé l'implémentation d'une plate-forme PTC Shipbuilding Solution qui doit littéralement révolutionner ses processus de fonctionnement – en particulier dans la gestion des

données produit. Ce chantier naval utilise en effet PTC Windchill ProjectLink comme plate-forme de collaboration pour ses départements de R&D, de Manufacturing et de Production afin de mener des travaux simultanés d'ingénierie, de réduire les délais de conception des vaisseaux et d'accélérer les livraisons commerciales. PTC Windchill PDMLink consolide quant à lui des données qui étaient précédemment enclavées dans « silos informationnels » afin de maîtriser le processus particulièrement chaotique de gestion du changement, de maximiser la productivité et de réduire les lourdes charges liées à la correction d'erreurs de conception. Les multiples solutions fonctionnelles de PTC CADD5 sont utilisées pour la conception des navires et la modélisation 3D afin que chaque intervenant puisse se référer simplement aux différents modules en

cours de modification par d'autres acteurs et de faciliter toutes les activités d'ingénierie simultanée. La plate-forme PTC Shipbuilding Solution permet aux chefs de projets de mieux contrôler et solutionner les problèmes en les abordant plus tôt dans le cycle de développement.

4.9 Environnement intégré de gestion des données

L'« US Navy Cruiser Modernization Programme Office(5) » est responsable de la gestion du cycle de vie de la flotte active de croiseurs de l'US Navy. A ce titre, il est notamment responsable de la planification et de la gestion des disponibilités des bâtiments et des opérations de reconditionnement et des travaux réalisés à quai.



Groupe de croiseurs de l'US Navy

Pour optimiser la collaboration autour des processus de planification des disponibilités, l'US Navy a implémenté un environnement intégré de gestion des données (ou IDE pour Integrated Data Environment)

permettant d'administrer les documents critiques à chaque projet dans un environnement collaboratif partagé. Cette approche lui a permis de notablement améliorer les échanges, la communication et

la gestion des informations spécifiques à chaque projet en cours

5. Conclusions

L'industrie navale est probablement l'une des plus anciennes de ce monde... Il y a 250 ans, un grand navigateur constatait déjà que l'on trouvait sur un navire « tout ce que l'humanité à jamais créé de compétences et de technologies »(6). Un constat qui reste vrai aujourd'hui...

Ces 30 dernières années, cette industrie a connu des changements radicaux en passant d'un modèle où tous les éléments d'un navire étaient conçus et fabriqués sur place à la responsabilité d'une organisation planétaire de conception et de réalisation externalisées. En d'autres termes, les chantiers navals sont devenus des pôles d'intégration système et de direction des travaux d'ingénierie.

Cette tendance connaît désormais une accélération en raison des phénomènes suivants :

- La globalisation de la production et du commerce mondial génère une demande soutenue de nouveaux navires imposant de nouveaux modes de conception et de production.
- La situation géopolitique actuelle stimule le lancement de nouvelles flottes militaires, simultanément à l'émergence de capacités de production locale.
- Tous les chantiers navals que leur vocation soit commerciale ou militaire sont soumis à de considérables pressions pour réduire leurs coûts.

Il résulte de ces différentes tendances que la capacité de collaboration à l'échelle planétaire est aujourd'hui un vecteur clé de réussite pour toute l'industrie de la construction navale.

Les chantiers entrent aujourd'hui de plain-pied dans l'ère du numérique, de la virtualisation et de la mondialisation. Cependant, les quantités considérables de données, d'informations et de documentations qui accompagnent les processus de conception, de construction, de fonctionnement et de maintenance de systèmes aussi complexes génèrent des challenges significatifs – combinés à des enjeux de coût, de sécurité et de protection de la propriété intellectuelle – qui rendent impératif le déploiement d'environnements avancés et hautement sécurisés de collaboration.

Comme nous l'avons vu, les entreprises qui réussissent ont associé des technologies de CAO au meilleur état de l'art à des fonctionnalités avancées de gestion de l'information produit : maquettage numérique, gestion de la configuration et du changement, gestion documentaire conforme au standard S1000D, fonctionnalités de collaboration 24x7, etc.

Ces technologies sont disponibles auprès de plusieurs éditeurs de solutions de gestion du cycle de vie. Cependant, PTC peut implémenter non seulement l'intégralité du concept de développement orienté produit, mais aussi, grâce à une approche modulaire et ouverte, déployer progressivement des systèmes personnalisés répondant aux exigences prioritaires – pour maximiser les retours sur investissement

successifs des systèmes de gestion du cycle de vie.

L'implémentation de technologies aussi sophistiquées posait par le passé bon nombre de problèmes qui ne sont aujourd'hui plus d'actualité. Grâce à nos nombreuses années d'expérience auprès d'acteurs majeurs de la construction navale dans le monde entier, nous avons acquis la certitude que les facteurs clés de réussite dans ce domaine tiennent à une implication sans faille de la direction exécutive et à l'adoption d'une approche centrée sur les processus.

Dans tous les cas, nous savons aussi que le facteur humain est décisif c'est pourquoi, il faut dans tous les cas s'attacher à :

- Voir grand...
- Commencer petit...
- Rester volontaire...

6. Biographies des auteurs

Marc Donoghue est « Director Product Management CPG » de PTC et à ce titre responsable de tous les développements et des évolutions stratégiques des lignes de produits CADD5 et Optegra.

Steve Blakeway est « Product Manager » de PTC et à ce titre responsable du développement et des évolutions stratégiques des applications dédiées aux chantiers navals des lignes de produits CADD5 et Optegra.

Philippe Barbarin est « Business Development Manager » de PTC et responsable, à ce titre, de la collecte des exigences des chantiers navals européens et de leur traduction en spécifications pour les équipes de recherche et développement de PTC. Au cours des dix dernières années, il a également géré des implémentations particulièrement complexes de solutions PTC auprès d'un acteur majeur de la construction navale européenne.

7. Bibliographie

- [1] China Ship Research & Design Centre. Communiqué de presse 31/7/07. www.ptc.com
- [2] MHI Kobe Shipyard. Communiqué de presse 28/06/06. www.ptc.com BAE Systems Submarine Solutions. Customer Success. www.ptc.com
- [4] Wuchang Shipyard. Communiqué de presse 21/06/05. www.ptc.com
- [5] The US Navy Cruiser Modernization Programme. Customer Success. www.ptc.com
- [6] Louis Antoine de Bougainville (1729-1811) dans Voyage autour du monde.