

usine21

ECOPRAO

Eco-conception pour la construction navale

Date:
Auteurs:

5 février 2007
Julien Boucher, Robin Amacher, Samuel Vionnet

1. Introduction

Le projet ECOPRAO vise à concevoir et construire un voilier utilisant des matériaux et des méthodes de construction plus respectueuses de l'environnement.

Le voilier, de type *Prao*, sera destiné à participer aux courses lémaniques tel le Bol d'Or, et servira de *vitrine* pour les matériaux et techniques de construction navales plus durables.

ECOPRAO apporte une dimension nouvelle dans le domaine de la construction navale : l'**éco-conception**. Le travail de conception architecturale du bateau se fait en parallèle, et de manière itérative, avec la réalisation d'écobilans pour le choix des matériaux.

Ce projet précurseur est réalisé en partenariat avec plusieurs instituts de l'école polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et de l'université de Lausanne (UNIL), ainsi qu'avec l'architecte naval Robin Amacher.

*Le **Prao** constitue avec le catamaran et le trimaran un troisième type de multicoque. D'origine polynésienne, il s'agit en quelque sorte d'un catamaran asymétrique avec l'une des coques plus petite, qui sert de balancier (plus d'infos sur www.ecoprao.ch).*

2. Objectifs

L'objectif de cette étude est de fournir le support scientifique nécessaire à l'éco-conception du prao ECOPRAO. Il s'agira en particulier de réaliser les écobilans des différents matériaux et processus qui pourraient entrer dans sa construction.

Il faudra donc :

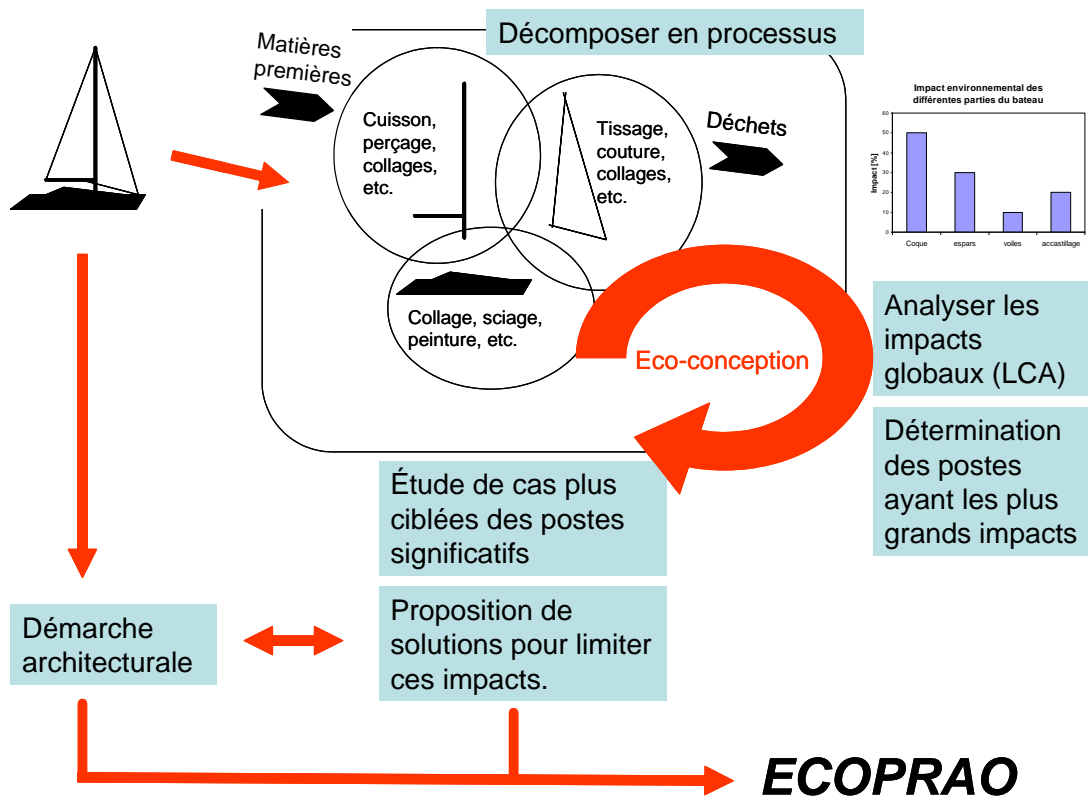
- Modéliser la construction de l'ECOPRAO comme une série de processus, en envisageant diverses alternatives.
- Réaliser les écobilans de chacun de ces processus ou séries de processus, ainsi que des matériaux qui entrent en jeu.
- Déterminer quels processus ont l'impact environnemental le plus fort.
- Envisager des solutions innovantes pour réduire ces impacts.
- Choisir les solutions adaptées pour la construction de l'ECOPRAO.

3. Méthode

Pour étudier les impacts environnementaux associés à la construction de l'ECOPRAO, un « Life Cycle Assessment » ou écobilan est nécessaire. Nous proposons de suivre la norme ISO 14040 pour faciliter et standardiser la démarche.

L'éco-conception consiste en une démarche itérative. Au fur et à mesure que l'étude sur l'impact environnemental des matériaux et processus de construction progresse, les choix pour la conception du bateau doivent être réévalués, jusqu'à ce que les impacts soient minimaux. Parfois un travail de pondération entre impacts environnementaux et performances devra être réalisé.

L'ECOPRAO étant un objet complexe, une partition des parties du bateau pour l'analyse est nécessaire. D'une part on peut départager les parties du voilier comme la coque, les espars (mâts, poutres,...), les voiles et l'accastillage.



Le démarche consiste ensuite à séparer le projet en différentes parties réalisables chacune par un étudiant.

4. Proposition des travaux d'étudiants

Les parties 1 et 2 constituent une approche globale de l'ECOPRAO. Les parties 3 à 5 constituent des approches plus détaillées de parties spécifiques.

Partie 1 : Identification des matériaux et processus qui sont impliqués dans la construction d'un voilier (cas général et spécificités d'ECOPRAO).

Discipline : architecture navale, construction navale, science des matériaux.

Type : Travail en interne (Robin et Julien)

Décomposer l'ECOPRAO en une série de processus : de la conception au démantèlement du bateau.

Identifier plus spécifiquement les différents processus mis en œuvre pendant la construction (collages, ponçages, etc) et les flux de matières mis en jeu (x m² de contreplaqué, x kg de résine, etc). Lors de cette démarche, une attention toute particulière à simplifier et minimiser les processus mis en jeu constituera la première phase de notre démarche d'éco-conception.

Résultat escompté : schéma des flux et procédés impliqués dans la construction de l'ECOPRAO.

Partie 2 : Analyse des impacts : approche globale

Discipline : Science des matériaux, Analyse de cycle de vie.

Type : projet de semestre (SIE/MX) (1 à 3 étudiants)

Pré requis : partie 1

Sur la base des résultats de la partie 1, déterminer quelles parties du cycle de vie de l'ECOPRAO ont les plus forts impacts environnementaux (procédé actif/passif, importance d'un éventuel recyclage).

Déterminer quelles parties de l'ECOPRAO (coque, espars, voiles, etc.) présente le plus fort impact environnemental. Evaluer différents matériaux pour tenter de minimiser les impacts de chaque partie.

Comparer l'impact d'ECOPRAO avec un multicoque équivalent de la classe M2.

Résultat escompté : Propositions pour le choix des matériaux de l'ECOPRAO. Identification des parties qui présentent les plus forts potentiels d'amélioration.

Partie 3 : Etude sur le contreplaqué comme matériel de la coque.

Discipline : Science des matériaux, Analyse de cycle de vie.

Type : projet de semestre (SIE/MX) (1 étudiant)

Evaluation de divers types de contreplaqués (CP) et techniques de mise en œuvre pour la construction d'une coque de voilier. Les paramètres à prendre en compte seront notamment :

- les essences de bois (locales/exotiques),
- le type de collage des plis,
- les résines utilisées pour les assemblages (résine epoxy classique, résine epoxy à l'eau, etc.),
- les types de revêtement (peinture sans solvant, etc...)
- les possibilités de recyclage en fonction de type de mise en œuvre (*material intensity loss*).
- Comparaison des différents scénarios de construction en CP avec 2 ou 3 autres matériaux (sandwich carbone, aluminium, polyester).

Résultat escompté : Savoir sous quelles conditions le CP est le matériel le plus intéressant pour la construction de l'ECOPRAO.

Partie 4 : Etude sur les tissus à voiles

Discipline : Science des matériaux, Analyse de cycle de vie.

Type : projet de semestre (SIE/MX), 1 étudiant du cours recyclage (MX).

Sur un voilier de course les voiles sont changées périodiquement. Il existe une foultitude de tissus à voile et de méthodes d'assemblage. Cette partie du projet vise à déterminer le rapport impact/performance de ces différents types de tissus à voile et devra aider au choix pour la solution retenue pour l'ECOPRAO. Les possibilités de recyclage de ces tissus à voile seront également envisagées.

Résultat escompté : Savoir quelles stratégies permettent de diminuer l'impact des voiles dans le bilan environnemental global d'un voilier.

Partie 5 : Favoriser le recyclage : quels matériaux ?

Discipline : Science des matériaux, Analyse de cycle de vie.

Type : projet de semestre (SIE/MX), Cours Recyclage (MX), Cours Choix des matériaux (MX).

Les voiliers de régates ont généralement une durée de vie assez courte (5 à 10 ans). Le recyclage des embarcations en fin de vie apparaît donc comme nécessaire pour augmenter la durabilité de ce loisir. Toutefois la complexité et la diversité des matériaux utilisés en construction navale rendent la tâche complexe. Cette partie a pour but de discuter quels matériaux et techniques de mise en œuvre pourraient limiter la perte de valeur de matériaux impliqués dans la construction navale, et donc faciliter le recyclage.

Résultat escompté : Savoir quels types de conceptions, quels matériaux utilisés, et quelles méthodes de construction permettraient de faciliter le recyclage de matériaux utilisés dans la construction navale.

5. Contacts universitaires

Dr. Yves Leterrier (MER) : Laboratoire de technologie des composites et polymères (EPFL).

Dr. Jérôme Payet (Chargé de cours) : ENAC- SIE

Myriam Saadé (assistant) : Faculté des géosciences et de l'environnement (UNIL)

Robin Amacher (assistant) : Laboratoire de technologie des composites et polymères (EPFL).

6. Contacts

Personnes à contacter pour des informations complémentaires sur le projet ECOPRAO :

Julien.boucher@usine21.org

Robin.amacher@epfl.ch

Sites web de référence :

www.ecoprao.ch

www.usine21.org

Plateforme collaborative :

<http://reseau.usine21.org/forum/4>