

CONSOMMATION – EAU – ÉNERGIE – GESTION – DÉCHETS – IMPACT – ENVIRONNEMENT  
ADAPTATION – ACTIONS – COMPORTEMENT – MESURES, ÉCORESPONSABILITÉ

# DÉMARCHE ÉCO-RESPONSABLE À BORD DE TARA



PREMIER BILAN D'UNE EXPÉDITION SCIENTIFIQUE  
EN QUÊTE D'EXEMPLARITÉ - TARA PACIFIC 2016-2018

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b>	P./ 1
LE MOT DE ROMAIN TROUBLÉ	
<b>PRÉAMBULE</b>	P./ 3
<b>UN BILAN DE LA DÉMARCHE ÉCO-RESPONSABLE DE TARA</b>	P./ 4
1./ CONTEXTE	
2./ POURQUOI CE BILAN, ET POURQUOI MAINTENANT ?	P./ 5
3./ GÉNÈSE, DÉMARCHE ET MÉTHOLOGIE	
4./ PÉRENNITÉ ET USAGE DU BILAN	P./ 6
<b>LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD</b>	
1./ L'EAU	P./ 7
2./ LES CARBURANTS	P./ 11
3./ LES DÉCHETS	P./ 17
4./ ÉNERGIE & ÉLECTRICITÉ	P./ 20
<b>CONCLUSION</b>	P./ 23
DE L'ARCTIQUE AU PACIFIQUE	
REMERCIEMENTS, RESSOURCES	P./ 25



## INTRODUCTION

LE MOT DE ROMAIN TROUBLÉ,  
DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA FONDATION TARA EXPÉDITIONS

« Les navigateurs sur Tara sont exposés aux mêmes questions, problèmes, contraintes que les citoyens sur Terre. Il n'y a pas de solution miracle, il y a des compromis à faire. Le bateau navigue à la voile la moitié du temps en moyenne, mais ça reste la moitié au fuel. On prévoit par exemple de consommer 10 000 litres de fioul par mois pour tous les besoins à bord (énergie, science, vie à bord dans les pays chauds etc.). On ne peut pas s'en passer mais on peut par contre essayer de diminuer ces besoins. »

### Quels efforts justement pour une éco-responsabilité ?

« La science essaye de le faire en améliorant au fur et à mesure ses équipements et protocoles. De notre côté, le gros changement a été celui du remplacement des moteurs cette année (également à cause de leur âge et des problèmes de maintenance en marge). On a changé les générateurs en 2009, lors d'une remise aux normes FR3. On doit également faire un effort sur les batteries, il est d'ailleurs prévu de les changer. L'énergie est partout à bord, on a fait un effort sur les LEDs (divisant par 10 la consommation d'électricité pour l'éclairage), en plus des efforts quotidiens pour ne pas gaspiller de lumière.

À propos de l'énergie alternative : il faut être clair, les petites éoliennes chargent quelques ordinateurs, les panneaux solaires n'ont pas un rendement optimal à bord en navigation. Sur la question des déchets, un énorme effort a été fait depuis la dérive en 2007. C'est un effort

global, sur la production de déchets mais aussi sur les eaux grises (utilisation de produits de nettoyage biodégradables et en quantité limitée). »

**Le futur de Tara ?** « Tout reste à faire, Tara a 500m<sup>2</sup> de voiles disponibles, le futur de Tara ce sont les voiles solaires, pour générer les besoins énergétiques du bateau hors propulsion. La technologie n'est pas encore là (casse, contraintes mécaniques). Mais plus on attend, plus les rendements seront bons, il faut rester à jour et accompagner la Recherche & Développement dans son effort. Tara a des mâts suffisamment solides pour ne pas ajouter de contrainte de poids, c'est rare pour un voilier. Tara est le bateau idéal pour tester les voiles solaires car la goélette est très stable, ce qui lui permet de supporter du poids dans les hauts, et bien sûr l'engagement international de cette goélette pour la Planète en fait un ambassadeur de premier choix.

Comme pour tout, il n'y a pas une solution mais des solutions. C'est cet investissement et cette volonté qu'on partage avec Etienne (Bourgois), les capitaines et toute l'équipe Tara. En fait, Tara c'est un peu une métaphore de la planète et de ses ressources limitées à bord : aujourd'hui on est bien conscient qu'il faut faire quelque chose pour aller de l'avant et s'améliorer, et tous les efforts sont faits dans ce sens. »



## PRÉAMBULE

### À L'ATTENTION DES ENSEIGNANTS, ANIMATEURS

---

#### **SORTIR DE L'ÉVIDENCE DU QUOTIDIEN POUR DÉVELOPPER L'ÉCO-RESPONSABILITÉ : UN LEVIER ÉDUCATIF PUISSANT**

Plonger dans la vie quotidienne des membres des expéditions de la goélette Tara nous permet de sortir de l'évidence de notre propre quotidien, où les automatismes et les habitudes ont pris le pas sur le regard critique, pourtant nécessaire aux changements de comportements en cette période de crise environnementale. Les Taranautes (équipage, équipe à Terre, scientifiques...) sont mobilisés pour le respect de l'environnement sur toute la chaîne, dans la limite du possible : s'approvisionner en eau douce ; s'alimenter en électricité ; se déplacer d'un site à un autre pour réaliser les protocoles scientifiques...

#### **UNE OPTION ÉDUCATIVE POUR QUI ? ET POUR QUOI ?**

**Vous êtes déjà engagés** avec des jeunes dans des activités en lien avec des problématiques environnementales que ce soit à travers vos programmes disciplinaires, un projet Education au Développement Durable (EDD) dans l'établissement, une démarche de labellisation, ou encore avec des éco-délégués.

Le dossier vous offre l'occasion de prendre du recul, de renforcer le développement de l'esprit critique grâce à cette expérience lointaine qui favorise une démarche réflexive et autocritique tout en travaillant sur des données réelles et contextualisées.

**Vous cherchez des amorces** pour motiver des jeunes et les mobiliser sur les « bons » gestes environnementaux, vivez l'aventure humaine de Tara et l'engagement de l'équipage dans une démarche éco-responsable. Vous voulez travailler sur l'éco-responsabilité et développer des **projets pluridisciplinaires** comme attendu dans la réforme des collèges :

Vous pourrez puiser dans ce dossier **des documents informatifs et techniques** dans lesquels est développé le processus de décision et de responsabilité.

Vos exploitations pédagogiques nous intéressent et seront valorisées si vous le souhaitez.

[education@taraexpeditions.org](mailto:education@taraexpeditions.org)

**Brigitte SABARD**  
Chef de projet du pôle éducation

# UN BILAN DE LA DÉMARCHE ECO-RESPONSABLE DE TARA - 2016

## 1/ CONTEXTE GÉNÉRAL

À l'occasion de sa nouvelle expédition de deux ans et demi dans le Pacifique, Tara a fait peau neuve. Des travaux d'optimisation et de préparation de la goélette ont été réalisés durant cinq mois de chantier à Lorient. Un système de propulsion presque entièrement neuf a été installé pour répondre aux dernières normes anti-pollution marines et illustre ainsi la volonté de la Fondation Tara de limiter son impact environnemental. À l'initiative de Brigitte SABARD, menée par Léa GODIVEAU et tout l'équipage, cette enquête se veut le reflet d'une démarche d'éco-responsabilité qui sera bien entendu toujours perfectible. Ce rapport a aujourd'hui le grand mérite de nous offrir un point de départ et de comparaison pour une prochaine évaluation de l'impact environnemental du bateau.



## UN BILAN DE LA DÉMARCHE ÉCO-RESPONSABLE DE TARA - 2016

### 2./ POURQUOI CE BILAN, ET POURQUOI MAINTENANT ?

Un premier bilan dressé pendant la traversée de l'Atlantique peut servir de référence et de « point zéro » pour estimer le bilan global des consommations du bord. Ce bilan, effectué en concertation et avec l'aide de tout l'équipage, pourra aussi servir à mieux cerner les forces et les faiblesses de Tara pour y travailler. En mer, il est important d'avoir conscience des conséquences de chaque geste sur l'environnement et d'adapter son comportement pour réduire ses impacts négatifs sur le milieu marin.

Pour cela, des lois et protocoles internationaux existent déjà et encadrent les pratiques en mer. La Convention Internationale pour la Prévention de la Pollution par les Navires (MARPOL), adoptée en 1973 et entrée en vigueur en 1983, est la principale convention internationale traitant de la gestion des rejets en milieu marin.

Toutefois, cette Convention comporte des déficiences qui demandent une adaptation plus réfléchie de la part de l'équipage sur le terrain. Par exemple, la Convention autorise le rejet du verre en mer au-delà de douze miles des côtes. Or nous savons aujourd'hui que le verre met plus de 400 ans à se dégrader de manière à ne plus affecter l'environnement. Samuel AUDRAIN, capitaine de Tara, a donc décidé de ne plus jeter de verre en mer et d'attendre l'escale pour qu'il soit correctement traité et recyclé. Les exemples sont nombreux et soulignent le travail qu'il reste à accomplir au niveau international, en particulier sur la question de la haute mer.

Ce bilan permettra également de faire le point sur les choix et actions récents de Tara au sein de ces réglementations internationales et anticiper les défis à relever pendant ces deux ans et demi d'expédition.

### 3./ GÉNÈSE, DÉMARCHE ET MÉTHODOLOGIE ENVISAGÉES

En 2007, Marion LAUTERS avait réalisé un bilan de l'expédition Tara Arctic sous forme d'un diagnostic environnemental. En 2013 Rachel Moreau a réalisé des fiches (énergie, déchets...) avec comme levier la mission Tara Océans. Le bilan actuel a bénéficié du concours de tout l'équipage pendant la durée de l'étude et de l'accompagnement de Florence Clément (ADEME) et Brigitte SABARD (chef de projet éducation pour la Fondation Tara Expéditions) qui suivent depuis 10 ans ce volet cher aux valeurs éducatives de Tara. Vous retrouvez les fiches ressources dans les « thématiques pédagogiques phares de Tara » <http://oceans.taraexpeditions.org/m/education/thematiques-phares/>. Il a été particulièrement intéressant d'entendre Marion qui occupe aujourd'hui le poste de marin-cuisinière, responsable de l'avitaillement du bateau et donc en partie des déchets à bord de Tara.

Au terme d'un mois d'étude, une série de « fiches-thèmes » en fonction des différentes consommations et production de déchets à bord ont été finalisées. Chaque fiche thématique commence par une mise en contexte à bord de Tara, l'expertise d'un membre de l'équipage, la méthodologie de mesure, les résultats sur un mois, une analyse critique de ces résultats et une discussion sur les limites et les améliorations possibles. Nous avons tenté de mettre en place un protocole de mesure efficace, rapide et facilement reproductible pendant la durée de l'expédition pour produire des résultats à plus long terme et obtenir des éléments de comparaison.

Ce mois de navigation à travers l'Atlantique présente l'intérêt de ne pas imposer de contraintes particulières (dangers côtiers, arrêts scientifiques, passage de douanes, conditions climatiques particulières etc.) et permettra donc de dresser un bilan des consommations et rejets de Tara en « comportement normal – temps zéro ». Il serait ensuite intéressant de comparer ces résultats avec d'autres obtenus sur une même période pendant l'expédition et de constater les divergences principales.

## UN BILAN DE LA DÉMARCHE ÉCO-RESPONSABLE DE TARA - 2016

### 4./ PÉRENNITÉ ET USAGE DU BILAN

Il faut avoir conscience que les contraintes particulières du Pacifique (navigation proche des îles, chaleur, environnement fragile par exemple) et des activités scientifiques (plongée, réfrigération etc.) vont influencer le bilan environnemental du bateau, et il sera intéressant d'étudier les différentes variations de consommations engendrées par ces activités en regard avec celles mises en avant lors de la transatlantique.

Selon cette logique, si l'on veut faire le parallèle entre les données de la dérive arctique et ces dernières, il faudra également tenir compte des spécificités propres à chacune de ces expéditions (climat et équipement scientifiques très différents).

Dans un second temps, il est toujours utile de mettre à jour un bilan environnemental, en particulier dans le cas de Tara qui souhaite faire l'effort d'avoir une démarche la plus éco-responsable possible et à l'occasion de cette nouvelle expédition.

Enfin, dans une démarche de transparence et de vulgarisation, ces résultats pourront être utilisés à la fois pour la communication de Tara et pour ses projets pédagogiques. Etienne BOURGOIS (Président de la Fondation Tara Expéditions) avait prononcé ces quelques mots pendant la COP21 à Paris : « Seul, on peut aller vite. Mais c'est ensemble que l'on va loin ». Tara, c'est un projet collectif, et l'apport de chacun à son échelle permet de réaliser des projets exceptionnels et de jouer un rôle croissant pour la protection des océans.



# LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 1/ L'EAU

### L'EAU À BORD DE TARA

Tout comme à terre, l'eau douce à bord remplit plusieurs fonctions essentielles. On peut distinguer trois catégories :

1. **L'HYGIÈNE** : Douches, toilette courante, vaisselle, ménage, lessives, (les WC fonctionnent à l'eau de mer)
2. **LA CONSOMMATION** : Eau potable, eaux de cuisine
3. **LA SCIENCE** : Eau de rinçage, entretien, filtrations

La vie à bord repose beaucoup sur ces différentes utilisations d'eau douce au cours de la journée. Toilette et douche matin et/ou soir, eau pour le thé et le café du petit-déjeuner, ménage quotidien, vaisselle des trois repas en plus de la vaisselle courante tout au long de la journée, activités scientifiques et bien sûr eau consommée directement par l'équipage pour boire. Mais à bord, il faut avoir conscience que l'eau douce est une denrée précieuse et adapter son comportement pour en limiter au maximum le gaspillage. Pour cela, le chef mécanicien du bord inclut systématiquement dans la réunion de départ un rappel des consommations raisonnables et une invitation à l'économie d'eau dès que possible. Tout le monde fait donc de son mieux pour s'y conformer dans un effort à la fois collectif et individuel !

**Découvrez le clip où Daniel (chef mécanicien) explique le process de l'eau potable à bord (mission Tara Oceans Polar Circle)**

[www.youtube.com/watch?v=JxS2BaEeAes](http://www.youtube.com/watch?v=JxS2BaEeAes)

### MESURER LA CONSOMMATION D'EAU

Les consommations journalières, hebdomadaires et mensuelles ont toutes été calculées au total et leur répartition dans chacune de ces trois catégories a été ensuite estimée.

**Méthodologie** : Chaque semaine à partir du départ, nous avons relevé le volume total d'eau produit par le dessalinisateur pour remplir la cuve de 6000L. Le dessalinisateur possède un compteur de litres produits depuis sa mise en service, qui nous a permis de soustraire le nombre de litres produits après une semaine au nombre de litres produits au début de la semaine. Au départ, il y avait 12 personnes à bord.

#### Par exemple :

- Le 28 mai à 18h, le dessalinisateur avait produit au total 708057 L

- Le 4 juin à 18h, il avait produit au total 711721 L

> En 7 jours, il a donc produit  $711721 - 708057 = 3664$  L

>  $3664 / 7 = 523,4$  L par jour

>  $523,4 / 12 = 43,6$  L par jour par personne

En une semaine, chaque personne à bord a donc consommé en moyenne 43,6 L d'eau, toutes utilisations comprises.

Ce chiffre est bien sûr amené à varier en fonction de chacun, même s'il est difficile d'estimer précisément une consommation individuelle (qui peut aussi varier en fonction des jours).

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 1/ L'EAU

## Une estimation de la répartition des consommations sur une journée-type moyenne à bord :

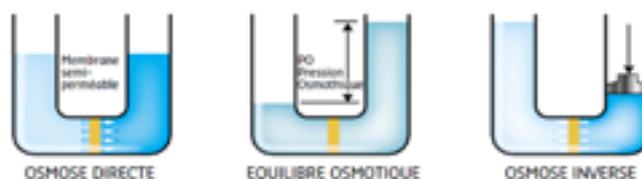
	PAR PERSONNE (12) ET PAR JOUR	TOTAL (L)
Eau potable (boisson+thé+ café)	2,5 L / personne	30
Eau de cuisine (cuisson + utilisation directe)	—	15
Vaisselle	2 «grosses» 15 L (midi et soir) et 1 «moyenne» 10 L (matin)	40
Ménage	—	5
Lessive	Express 40°C, 35 min (vêtements) ou Intensif 60°C, 66 min (draps, torchons, serviettes)	40
Douches	25 L / personne	300
Toilette courante	10 L / personne	120
Science	—	5
<b>TOTAL PAR JOUR</b>		<b>555</b>

Ce tableau a été établi sur la première semaine de navigation et sur un total de 12 personnes. Pour les 3 semaines suivantes, il n'y aura que 11 personnes à bord. Les calculs ont donc été adaptés mais les consommations globales varient peu :

- 40 L / jour / personne pour la semaine 2 (4.06.16 au 11.06.16)
- 41 L / jour / personne pour la semaine 3 (12.06.16 au 18.06.16)
- 40 L / jour / personne pour la semaine 4 (19.06.16 au 25.06.16, étendu jusqu'à l'arrivée le 28).

## D'OÙ VIENT L'EAU DOUCE ?

A bord de Tara, un dessalinisateur par « osmose inverse » peut produire jusqu'à 270 litres par heure en forçant l'eau à traverser des membranes très fines sous haute pression. Celle-ci est également purifiée par un filtre à sable, des filtres fins (de quelques microns), et une lampe UV avant d'être stockée dans un réservoir de 6000 litres, situé sous le plancher de la cale avant. Pour éviter le développement de bactéries dans la cuve, de petites doses de javel concentrée sont régulièrement ajoutées.



Principe de fonctionnement de l'osmose inverse

Pour l'eau potable de consommation directe, 5 bidons de 10 L sont remplis directement auprès du dessalinisateur pour éviter la contamination éventuelle des tuyaux (bactéries mais aussi goût, odeur de l'eau après plusieurs semaines de navigation). L'eau traverse également un minéralisateur afin d'apporter les minéraux nécessaires à une eau produite qui sans cela serait trop « pure » et donc difficilement intégrée par le corps humain sur le long terme.

Le chef mécanicien est en général en charge du stock d'eau douce à bord. A quai, il suffit de brancher le tuyau d'eau à une borne sur le quai pour remplir la cuve et les bidons (pour calculer la consommation d'eau, il ne faut pas oublier de noter ces pleins d'eau « de ville », au risque de fausser les résultats après une escale !).

En mer, il faut de l'énergie pour produire de l'eau douce. Le dessalinisateur ne peut fonctionner qu'avec un groupe électrogène en route. Indirectement, consommer de l'eau douce revient donc à utiliser du carburant pour faire fonctionner le GE (groupe électrogène). Il faut le garder à l'esprit lors de la vie quotidienne à bord et optimiser son utilisation !

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 1/ L'EAU

## OÙ VONT LES EAUX USÉES ?

On distingue deux catégories d'eaux usées à bord : les eaux grises (vaisselle, lessives, douches etc.) et les eaux noires (urines et excréments).

La loi MARPOL, qui régule les différents rejets des navires en mer, pose certaines limites pour le rejet de ces eaux usées dans son Annexe IV, mise à jour en 2003 :

- A moins de 3 milles marins de la terre la plus proche
  - > Tout rejet interdit.
- Entre 3 et 12 milles des côtes
  - > Rejets autorisés après traitement autorisés (broyage, désinfection).
- A plus de 12 milles des côtes
  - > Rejets des eaux usées autorisés à vitesse supérieure à 4 nœuds (interdit à l'arrêt).

Chaque port majeur est dans l'obligation de fournir un service de vidange d'eaux grises et noires qui ne ralentit pas les navires (selon la MARPOL). Ce service est néanmoins payant, et demande parfois l'intervention d'une entreprise extérieure.

Tara possède une caisse à eaux grises séparée de la caisse à eaux noires qui se vide régulièrement dans l'eau. La caisse à eaux noires en revanche a une capacité de stockage supérieure et doit être vidée manuellement une fois tous les 3 ou 4 jours. En mer et aux escales, Tara respecte évidemment les limitations de la MARPOL, et en ajoute parfois d'autres liées à ses activités scientifiques. Pendant la transatlantique par exemple, les océanographes à bord font plusieurs heures d'échantillonnage d'eau de mer en route. Afin d'éviter la contamination des échantillons par des eaux usées de douches ou de vaisselle, nous avons relié les deux caisses d'eaux usées (grises et noires) et nous les vidons donc quand la science ne prélève pas d'eau de mer (la nuit la plupart du temps).

## PARTICULARITÉS DE LA TRANSATLANTIQUE

— Pendant cette traversée de l'Atlantique, la production d'eau n'est pas un enjeu majeur. A part en cas de panne du dessalinisateur, il n'y a théoriquement pas de limite à notre utilisation d'eau puisqu'il peut fonctionner en continu dans les heures de marche des GE, ce qui serait suffisant pour une production élevée d'eau. Une consommation modérée est pourtant privilégiée, dans un souci d'économie de carburant et de limitation de notre impact environnemental.

— Une autre donnée majeure à partir de la moitié du mois de juin a été la chaleur. En effet, il a commencé à faire près de 30°C à l'extérieur et plus dans le carré avec peu de circulation d'air. Cette chaleur a eu un impact sur l'hydratation de l'équipage ainsi que sur les douches fraîches prises parfois plusieurs fois par jour.

— A part la vie quotidienne du bord, nous n'avons pas eu de postes de dépense élevés d'eau douce. Cette variable risque de changer lors de la suite de l'expédition, avec les activités de plongée sous-marine (rincage du matériel plusieurs fois par jour, douches après la plongée etc.). Il sera intéressant de comparer la consommation d'eau douce pendant les « legs » scientifiques avec cette base établie pendant la traversée.

### ADAPTATION DES COMPORTEMENTS ET LIMITATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL « L'ÉCO-RESPONSABILITÉ » DE TARA

Toujours dans la démarche de limiter son impact sur l'environnement, l'équipage de Tara a pris plusieurs mesures pour optimiser l'utilisation des produits ménagers et d'hygiène. Plusieurs partenariats avec des marques de produits biologiques et biodégradables, comme le shampoing, le liquide vaisselle, le dentifrice sans microparticule de plastique, permettent d'utiliser systématiquement ces produits « propres » et donc de ne rejeter dans l'environnement marin que des polluants testés et approuvés comme biodégradables. Cependant, ces produits sont testés dans des conditions artificielles et terrestres, avec des taux de dilution et de traitement supérieurs à ce que nous sommes capables de fournir à bord. Il faut donc malgré tout faire attention aux doses de produits utilisés et limiter au maximum leur concentration dans les eaux grises de Tara.

**Une vaisselle optimisée** – Dans la mesure du possible, chacun fait de son mieux à tour de rôle pour ne pas consommer trop d'eau lors des vaisselles. Tous les moyens sont bons : utilisation d'un saladier-bassine, boucher l'évier à l'aide d'un verre, rincer au compte-goutte les assiettes etc.

**Des douches courtes** – Même si plusieurs personnes à bord ont avoué leur plaisir à prendre une longue douche à terre, tout le monde participe à l'effort collectif et limite son temps de toilette au strict nécessaire.

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 1/ L'EAU

**Une eau réutilisée** – Lorsque l'on retrouve de l'eau dans un bidon, impropre à la consommation directe mais douce et théoriquement potable, les idées pour la réutiliser au lieu de la jeter ne vont pas manquer : vaisselle, rinçage etc.

**Des lessives groupées** – A la fois dans un souci d'économies d'eau et de produits, l'équipage de Tara cherche à grouper ses lessives à plusieurs, pour optimiser le cycle d'une machine à laver. Cette démarche est spontanée à bord et ne ressemble même plus à un effort tant elle a été intégrée par tous comme étant « normale ».

Qu'en est-il de ces comportements à terre ? Un passage à bord d'un voilier comme Tara peut-il avoir une influence sur la vie des marins hors du bateau ?

## LE MOT DES MARINS



**Nico Bin, second** : *J'essaie d'avoir le même rapport à l'eau que quand je n'avais pas l'eau à volonté comme ça sur d'autres bateaux. En Antarctique, il fallait aller à la source d'eau de montagne de l'entonnoir au bidon au zodiac au bateau (une demi-journée de travail pour même pas le tiers de ce qu'on consomme sur Tara). Je suis sensible à l'eau de manière générale, même à terre. Il ne s'agit pas de dire « on fait tellement d'efforts en mer qu'à terre je prends des bains tous les jours ! ». Ici, à cause de la chaleur, je prends des toutes petites douches rafraîchissantes (et j'ai envie d'y retourner 30 secondes après être sorti !).*



**Julie Lhéault, chef de pont** : *C'est carrément un luxe, comme à la maison. Quand je payais l'eau, je faisais même encore plus attention que sur Tara, j'avoue. D'habitude sur les bateaux, on prend deux douches par semaine, les douches sont réglées à la minute près, le groupe électrogène allumé exprès pour ça. Ici, même si on fait attention, ce n'est pas du tout le même rapport à l'eau et à la collectivité.*

**Marion Lauters, cuisinière** : *J'ai presque plus d'accès à l'eau à bord de Tara que dans ma vie en dehors. C'est un véritable luxe, et on pourrait être encore plus économe. Mais c'est un bateau de travail donc c'est pratique (voire indispensable) d'avoir de l'eau disponible. C'est agréable de pouvoir se laver. Ça facilite la vie ! Certaines installations sont pourtant parfois plus confortables que nécessaires ! Il faut se dire que c'est un bateau partagé non seulement par des marins qui s'adapteraient plus à des conditions plus difficiles mais aussi par des personnes qui ne travaillent pas en mer habituellement (passage d'invités de marque à bord, équipe de management etc.).*

## LE SUIVI DE LA CONSOMMATION

Un tableau très simple de suivi de la consommation en eau a été mis en place à la fin du mois de juin et permet de se rendre compte de la consommation mensuelle (générale et par personne). Il sera intéressant de voir combien elle change au terme d'un mois d'activités scientifiques et moins de navigation, par exemple.

WATER ON BOARD TARA					
WATER TANK - DATES	TOTAL Water L on desal counter	Nb pers. On board	TOTAL Water consumed MONTH	TOTAL Water consumed MONTH / pers.	TOTAL Water consumed per DAY/pers
01/06/2006	70805 P				
30/06/2006	721580	11	13523	1229,36	40,98
01/07/2006	0				
31/07/2006	0	0	0	#DIV/0!	#DIV/0!

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 2./LE CARBURANT // GASOIL

## LE GASOIL À BORD DE TARA

Le gasoil est le carburant le plus utilisé sur Tara. En effet, il est dédié aux deux postes principaux de consommation de carburant :

- 1. Les moteurs** : 2x350 chevaux, qui consomment entre 10 et 30 L/h en moyenne en fonction de leur vitesse, des conditions de navigation etc.
- 2. Les groupes électrogènes** : 3 GE qui consomment entre 4 et 5 L/heure de gasoil.

Tara possède 3 réservoirs de 7000 L et 2 ballasts de 11000 L soit une capacité de stockage d'environ 40 000 L. La consommation courante des moteurs se fait via une caisse journalière d'un volume de 3500 L. Il est donc nécessaire d'effectuer un transfert des soutes à gasoil vers cette caisse de transfert régulièrement, en fonction de la consommation quotidienne.

## MESURER LA CONSOMMATION DE GASOIL

## LES MOTEURS

Pour cette nouvelle expédition, deux moteurs neufs ont été installés à bord. Ils sont de dernière génération et proposent notamment un système électronique de comptage du gasoil consommé depuis leur première utilisation. Pour mesurer la consommation quotidienne de gasoil, il suffit de faire une simple soustraction. C'est la même chose pour les heures de fonctionnement des moteurs / jour, il faut prendre le total depuis le début et soustraire la nouvelle valeur du jour suivant.

17/06/2016			18/06/2016		
STARBOARD	ENGINE TOTAL HOURS	307	STARBOARD	ENGINE TOTAL HOURS	319
	ENGINE TOTAL FUEL	4879		ENGINE TOTAL FUEL	5014
PORT	ENGINE TOTAL HOURS	371	PORT	ENGINE TOTAL HOURS	371
	ENGINE TOTAL FUEL	6186		ENGINE TOTAL FUEL	6186
ENGINE HOURS per DAY	24,00	ENGINE HOURS per DAY	12,00		
FUEL used per DAY	375,00	FUEL used per DAY	135,00		
% of use per DAY	100,00%	% of use per DAY	50,00%		

## Par exemple pour la consommation :

- Le 17.06 à minuit, la consommation total du moteur tribord depuis sa mise en service était de **4879 L**
- Le lendemain à minuit, elle était de **5014**
- Pour savoir combien de litres ont été consommés par le moteur tribord dans la journée du 18, il faut donc faire : **5014 – 4879 = 135 L / jour**
- Pour le moteur bâbord, même raisonnement : **6186 – 6186 = 0**, il n'a pas tourné ce jour-là

## Par exemple pour les heures moteur :

- Le 17.06 à minuit, le moteur tribord avait tourné au total **307** heures.
- Le 18 à minuit, il avait tourné **319** heures.
- Pendant la journée du 18, il a donc tourné **319 – 307 = 12 H** soit **50% du temps sur 24H**.

Ce tableau a été pensé et mis en place à partir du 16 juin, et testé jusqu'à l'arrivée à Miami le 28 juin. Si tout fonctionne, le même tableau est déjà prêt pour les mois qui restent en 2016. Cette méthode permet d'avoir une idée précise de la plage d'utilisation des moteurs et de la consommation de carburant qui en découle.

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 2./LE CARBURANT // GASOIL

## LES GROUPES ELECTROGÈNES (GE)

Les trois groupes électrogènes produisent l'électricité à bord et sont donc également indispensables à la vie quotidienne, au fonctionnement technique du bateau et à la science.

Ces groupes utilisent du carburant pour faire tourner un moteur qui entraîne une génératrice afin de produire l'électricité. Ces GE (GE1, GE2 et GES = secours) ont été installés à bord en 2009, et 7 ans d'utilisation ont permis de déterminer leur consommation respective.

**GE1** et **GES** : environ 5L/h / **GE2** : environ 4,2 L/h en moyenne.

Les fonctions de ces GE seront plus détaillées dans la fiche « électricité et énergie », nous nous intéresserons ici à leur consommation chiffrée en carburant. De la même façon que pour les moteurs, un tableau précis de suivi des heures de fonctionnement des GE a été créé et testé sur le mois de juin.

Par exemple, sur les mêmes dates que celles présentées pour les moteurs : le 17.06 :

- **Le GE2** a tourné de 00h à 1h35 puis de 10h à 13h50, soit **5h25** dans la journée
- **Le GE1** a tourné de 5h40 à 7h50 soit **2h10**
- **Le GES** a tourné **6h39** dans la journée

	17/06/2016			18/06/2016		
	ON	OFF	HOURS DAY	ON	OFF	HOURS DAY
<b>GE2</b>	0:00	1:35	1:35	11:55	14:00	2:05
	10:00	13:50	3:50			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
TOTAL/DAY			5:25			2:05
Conso GE2/DAY						
<b>GE1</b>	5:40	7:50	2:10	13:30	13:35	0:05
			0:00	14:00	14:25	0:25
			0:00	21:45	23:50	2:05
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
TOTAL/DAY			2:10			2:35
Conso GE1/DAY						
<b>GES</b>	14:18	18:27	4:09	7:53	14:00	6:07
	21:20	23:50	2:30	13:20	13:25	0:05
			0:00	16:21	19:50	3:29
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
			0:00			0:00
TOTAL/DAY			6:39			9:41
Conso Ges/DAY						

Au total, les GE ont été allumés 14h14 sur 24h, soit 59.3% du temps et ont consommé 66.83 L de gasoil.

Cette consommation est ensuite prise en compte dans le tableau « stock » présenté plus haut et lié lui aussi par formule fixe au comptage des GE.

<b>TOTAL ALL GEX</b>	14:14		14:21
<b>AVERAGE ON 24H</b>	59,31%		59,79%
<b>FUEL L/DAY</b>	66,83		70,08

Un tableau de stock de carburant en fonction du nombre de jours de navigation restants est également en place et couplé au tableau précédent :

Le stock de carburant est calculé automatiquement via une formule fixe sur Excel qui prend également en compte la consommation en gasoil des groupes électrogènes.

	17/06/2016	18/06/2016
<b>FUEL STOCK</b>	7299,83	7088,38
<b>REMAINING DAYS</b>	13	12

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 2./LE CARBURANT // GASOIL

## MISE À JOUR – LE 27 JUIN 2016 : UN NOUVEAU SYSTÈME DE RELEVÉS MOTEURS

Comme pour illustrer cette phase de tests, l'équipage s'est rendu compte que l'équilibre entre les besoins du bord et la faisabilité des relevés moteurs dans la durée n'était pas optimal. Plusieurs problèmes se sont posés :

— L'obligation de faire ces relevés à minuit TU (Temps Universel), et donc à une heure locale amenée à changer au cours de l'expédition. Il a été envisagé que cette variabilité était un risque d'oubli, d'erreur etc.

— L'absence de comptage précis des heures « ON » et « OFF » des moteurs, qui était un besoin pour un projet scientifique en particulier. Autant faire d'une pierre deux coups et coupler ces relevés avec ceux du bateau, pour faciliter la tâche des marins dans le futur et ne pas avoir à remplir à la fois un tableau et une fiche de suivi différente.

Un nouveau système de tableau a donc été pensé, toujours en lien avec celui des GE et assez proche dans la conception de ceux-ci. Cependant, la consommation gasoil des moteurs est très variable sur 24H (contrairement aux GE), et il a donc fallu trouver une solution adaptée tout en conservant intact l'ensemble des données acquises et les formules inter-reliées déjà mises en place.

## LE NOUVEAU TABLEAU

ENGINE Starboard	13/06/2016		
	ON	OFF	
TIMES ON / OFF			0:00
TOTAL FUEL*			0
			0:00
			0
			0:00
			0
HOURS per DAY			0:00
FUEL per DAY			0
Average on 24H			0,00%
TOTAL Engines HOURS / day			0:00
Total Engines FUEL / day			0

En intercalant les lignes d'horaires « ON » « OFF » avec les lignes de relevé de la « Consommation totale du moteur » (TOTAL FUEL) à cet instant T, on arrive à coupler les deux types d'informations recherchées et à apporter toutes les données nécessaires (à la science comme au bateau pour le suivi régulier des nouveaux moteurs).

C'est avec la consommation mensuelle en gasoil que sont faits les nouveaux calculs incluant les GE pour la tenue à jour du stock de gasoil, les moyennes hebdomadaires et mensuelles etc.

On obtient donc toujours également les valeurs suivantes :

MONTH AVERAGE ENGINE USE PER 24H	0,00%
-------------------------------------	-------

MONTH TOTAL ENGINE FUEL CONSUMPTION	0,0
--	-----

**Enjeu :** il reste par contre très peu de temps pour tester ce nouveau protocole et vérifier qu'il fonctionne dans la réalité et dans la durée. Il est donc d'autant plus important d'essayer d'anticiper les difficultés rencontrées (quand les moteurs ne sont pas éteints pendant plus de 24h par exemple, faut-il découper les journées ? Faut-il alors quand même relever la consommation du jour en gasoil, ce qui fait retomber dans les travers de la méthode précédente ?). Nous essayons de réfléchir ensemble avec le capitaine et le chef mécanicien pour trouver des solutions qui répondent à ces problématiques et permettront à ces protocoles d'être tenus dans la durée, en particulier après la rotation d'une nouvelle équipe. Affaire à suivre ! Il faut toutefois noter que plusieurs projets scientifiques ont besoin de ces données, ce qui laisse penser que ces tableaux seront vraiment utiles à l'avenir.

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 2./LE CARBURANT // GASOIL

## PARTICULARITÉS DE LA TRANSATLANTIQUE

L'analyse de ces résultats ne peut pas être sortie du contexte de cette traversée de l'Atlantique qui marque le début de l'expédition Tara Pacific. En effet, les variables suivantes ont eu un impact direct sur la consommation de carburant :

— L'expédition a été pensée logistiquement et temporellement pour répondre aux contraintes climatiques du Pacifique (saison des typhons, conditions météo etc.). Cette période de l'année n'est en revanche pas propice à une transatlantique Est-Ouest : les alizées ne sont pas encore suffisamment forts pour nous porter, et Tara doit donc affronter un fort vent de face pendant la première moitié de la traversée et une quasi absence de vent le reste du temps. Ces conditions ont largement limité les possibilités de naviguer à la voile, obligeant donc à faire tourner les moteurs à tour de rôle presque tous les jours pendant un mois.

— Les moteurs neufs sont toujours en cours de rodage, et demandent un « décrassage » régulier à 1800 tours/minute deux fois par jour pendant un quart d'heure. Durant cette période, la consommation s'emballe : presque 50L/h ! Une opération toutefois nécessaire pour la santé future de ces moteurs et leur longévité.

— De nouveaux protocoles scientifiques ont été mis en place et sont encore en phase d'ajustement à bord. Il a notamment été remarqué que la consommation énergétique du bateau s'était envolée suite à ces nouvelles installations, et les GE doivent donc tourner plus longtemps pour compenser cette consommation accrue.

## ADAPTATION DES COMPORTEMENTS ET LIMITATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL « L'ÉCO-RESPONSABILITÉ » DE TARA

Ces consommations sont incompressibles (déplacement du bateau, production d'énergie) et l'équipage peut donc difficilement tenter d'influencer leur volume. Il est toutefois possible d'améliorer à l'avenir l'efficacité énergétique des appareils scientifiques et de limiter le nombre d'installations très énergivores.

Il faut également noter que Tara reste un bateau de travail dédié à des missions scientifiques, et que la goélette n'a donc pas toujours la liberté de choisir systématiquement des paramètres optimaux de navigation. Même si Tara et son équipage cherchent toujours à « faire au mieux » en fonction des conditions pour limiter leur impact environnemental, des choix doivent être faits et la science reste une priorité.

Toute l'équipe Tara est sensible aux questions environnementales puisque nous travaillons tous en collectif pour la connaissance des océans et leur protection, et c'est pour ça que Tara essaye d'avoir systématiquement la démarche d'étudier toutes les options et de choisir la « meilleure » solution en fonction des conditions.

Cette transatlantique aura été particulière au niveau des conditions de navigation. Tous les marins le diront : une transatlantique Est-Ouest se fait habituellement entre mi-octobre et fin février. Pendant cette période, les alizés favorables qui soufflent à partir des Canaries, descendent un peu vers le Sud avant de filer plein Ouest à travers l'Atlantique. Il est donc idéal d'en profiter pour naviguer au portant pendant toute la traversée. Dans ces conditions, nous aurions beaucoup moins fait tourner les moteurs. Mais le timing prévu pour l'ensemble de l'expédition ne permettait pas de faire la traversée pendant la « bonne saison », ce qui oblige donc l'équipage à faire au mieux au jour le jour, en fonction des conditions météo et de la progression du bateau.

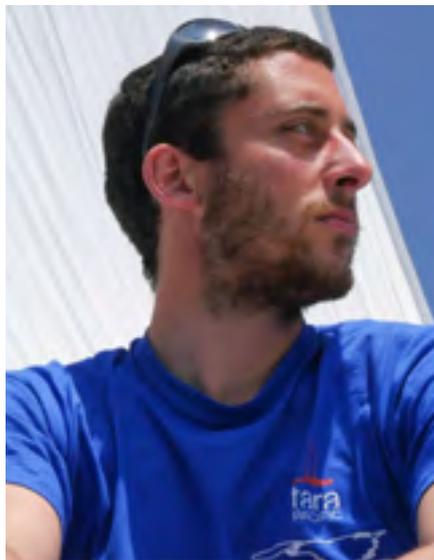
D'après le capitaine Samuel Audrain, de telles conditions de navigations sont exceptionnelles et Tara, qui reste un voilier avant tout, sera amenée à naviguer bien davantage à la voile dans la suite de l'expédition !

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 2./LE CARBURANT // GASOIL

## LE MOT DES MARINS

Les marins de Tara sont des marins avant tout, et le sentiment est général : « si on pouvait faire de la voile tout le temps, ce serait le bonheur » (Nicolas Bin) !

**Louis Wilmotte, électricien :**

*Tara n'est pas un bateau comme les autres, c'est un bateau scientifique et le timing est très important. Les voiliers classiques peuvent se permettre de faire moins de moteur. On dépend des conditions météo et du timing, il faut faire des compromis. On espère naviguer plus à la voile dans le Pacifique. Je trouve ça quelque part dommage de faire des efforts sur certains points et de devoir consommer parfois autant de gasoil pour respecter un timing très serré. On pourrait toujours aller plus doucement chercher à faire plus de voile. Pendant les activités « science » on s'attend forcément à faire du moteur c'est indispensable. Sur les longues périodes en mer, c'est dommage mais il est difficile de prendre un peu plus le large pour éviter d'être au moteur. Il faut voir ce que ça donne sur la prochaine navigation longue Taïwan-Fidji !*

**Marion Lauters, cuisinière :**

*D'un côté, il y a eu un gros investissement pour changer les moteurs dans une volonté d'amélioration et d'atténuation de notre impact. Même si tout n'est pas idéal, cette volonté se ressent de plus en plus et c'est très positif !*

**Daniel Cron, chef mécanicien :**

*Le plus gros effort possible est au niveau des moteurs. Même pendant la transat, on envoie dès que possible les voiles, on optimise. Les moteurs, on les utilise toujours quand on a pas le choix (vent insuffisant, conditions difficiles, manœuvres, équipement scientifique à vitesse précise comme lors de Tara Méditerranée par exemple) ! Sinon au niveau des groupes électrogènes, on retarde au maximum leur utilisation, on rentabilise le groupe quand il tourne, on groupe les activités énergivores. On se synchronise surtout sur la science qui a besoin d'énergie et la vie du bord se cale en parallèle (machines à laver, ménage, dessalinisateur). On ne consomme pas plus en branchant tout en même temps quand le GE est allumé, autant en profiter et limiter au maximum ses heures de fonctionnement.*



## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

### 2./ LE CARBURANT // ESSENCE-GAZ

#### L'ESSENCE A BORD DE TARA

L'essence sur Tara est utilisée principalement comme carburant pour les deux annexes semi-rigides du bateau qui servent à débarquer les passagers ou aider la goélette dans ses manœuvres d'approche.

Ces deux annexes possèdent chacune un moteur neuf Suzuki 50 et 70 chevaux. Comme nous n'avons quasiment pas utilisé ces semi-rigides lors de la transatlantique, il n'a pas été possible d'évaluer leur consommation sur une période suffisamment longue. Néanmoins, il sera facile à l'avenir de mesurer cette consommation en tenant à jour un comptage des bidons vidés en fonction des jours/heures d'utilisation.

**Stockage :** l'essence est stockée à la fois dans deux cuves de 120 L chacune située sur le pont avant, et dans 6 bidons de 20 L remplis avant le départ. L'essence étant volatile et inflammable, elle est conservée systématiquement dehors par mesure de sécurité.

Utilisation de secours pour la moto-pompe : pompe de secours qui fonctionne à l'essence, si les pompes à bord ne démarrent plus à cause d'un problème d'électricité (pompe à incendie, assèchement).

On utilise aussi l'essence de manière anecdotique pour nettoyer certaines pièces mécaniques, c'est un bon dégraissant pour les travaux en machine.

**Le dernier mot du chef mécano :** « A bord, le carburant essentiel de l'équipage c'est quand même l'amour. Sans lui, pas d'équipe et pas de TARA ! »

#### LE GAZ À BORD DE TARA

Lors du chantier de préparation à la dérive Arctique, la cuisinière électrique (beaucoup trop énergivore) a été remplacée par une cuisinière à gaz, de quatre feux et un four. Par mesure de sécurité, la bouteille de Propane est stockée à l'extérieur du bateau, juste à l'entrée du poste de pilotage.

Depuis 10 ans, il a été constaté de manière empirique et très peu variable que la durée de vie d'une bouteille de Propane était de 1 mois à bord. Cette donnée s'est vérifiée sur la transatlantique, puisque nous sommes partis avec une bouteille neuve et qu'au bout d'un mois de navigation elle était vide.

Tara dispose d'une réserve de quatre bouteilles stockées sur le pont avant, solidement arrimées et protégées des éléments par une bâche. C'est peut-être la ressource dont la consommation est la plus simple à évaluer à bord !

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 3./ LES DÉCHETS

## LES DÉCHETS À BORD DE TARA

**Déchet** n.m. (de déchoir) : débris, restes sans valeur de quelque chose – Le Petit Larousse Illustré 2004

Tout déchet est donc, avant d'être un déchet « quelque chose de valeur ». Que ça soit un produit de consommation courante (nourriture, boisson, produit ménager) ou un emballage, une matière de protection, un contenant, chaque « déchet » a une fonction et une raison d'être dans un premier temps. L'enjeu pour un projet comme Tara, c'est d'arriver à déterminer lesquelles de ces fonctions sont essentielles et quels futurs déchets ne peuvent pas être laissés à terre.

> La gestion des déchets passe donc dans un premier temps par une bonne anticipation et l'apport d'une expérience de la part de l'équipage et de l'équipe logistique.

> Dans un second temps, il s'agit évidemment de traiter de manière appropriée les déchets qui sont malgré tout produits à bord.

Découvrez le clip sur la gestion des déchets à bord (expédition Tara méditerranée) <https://drive.google.com/file/d/0B69ef-WqwpO0LVhjU2x3eUtWROE/view?usp=sharing>

## LES DIFFÉRENTS DÉCHETS DE TARA ET LEUR TRAITEMENT SUR UN MOIS

## DÉCHETS BIODÉGRADABLES, ALIMENTAIRES

**ET ORGANIQUES** : restes de fruits, légumes, œufs mais aussi papiers absorbants, papier toilette. Ce sont les déchets biodégradables, seront désintégrés dans le milieu marin.

> **Que dit la loi ?** La Convention MARPOL autorise le rejet de déchets organiques dans une limite minimum de douze milles marins des côtes les plus proches, hors zones spéciales sous législation particulière.

> **Gestion des déchets bio sur TARA** : nous jetons régulièrement les déchets organiques à l'eau (lors du ménage ou quand la poubelle de la cuisine est pleine par exemple). Un effort particulier a été fait par les membres d'équipage qui n'ont pas l'habitude de trier ces déchets.

**DÉCHETS DONT LE REJET EN MER EST AUTORISÉ (SOUS CERTAINES CONDITIONS)** : le carton, le papier, les tissus, le métal, le verre.

> **Que dit la loi ?** Entre 3 et 12 milles des côtes, le rejet en mer de ces déchets est autorisé dans la mesure où ils ont été broyés et réduits à des particules de 25mm environ. Au-delà de 12 milles des côtes, leur rejet est autorisé tant que ces déchets ne flottent pas. Au-delà de 25 milles des côtes, il n'y a pas d'autres restriction que l'interdiction absolue de rejeter du plastique en mer.

> **Gestion des déchets papier-carton-verre sur TARA** : considérant que la Convention MARPOL n'est parfois pas suffisante au regard de ce que nous savons aujourd'hui sur les écosystèmes océaniques et sur la dégradation des déchets, l'équipage de Tara applique des mesures encore plus restrictives au rejet des déchets. Les cartons et papiers sont systématiquement déchirés en petits morceaux (même en pleine mer). Le verre et le métal restent à bord jusqu'à l'escale, où ils seront traités de manière appropriée dans une chaîne de recyclage à terre. Par exemple, pour le verre : Samuel Audrain, le capitaine, rappelle que le verre met plus de 400 ans à se dégrader. Pour lui, il n'est donc plus d'actualité de rejeter le verre dans les océans alors que nous avons à terre tous les moyens de recyclage appropriés.

**DÉCHETS DONT LE REJET EST INTERDIT EN MER** : plastiques (recyclables ou non), déchets hydrocarbures et issus machine diverses (eaux de fond de cale, carburant, huiles etc.)

> **Que dit la loi ?** Sous la Convention MARPOL, tout rejet de plastique, dans n'importe quelle condition, est strictement interdit.

Dans le chapitre hydrocarbures, on peut lire : « Rejet : tout déversement provenant d'un navire. Comprend tout écoulement, évacuation, épanchement, fuite, pompage, vidange, émanation ». La Convention MARPOL interdit ainsi tout rejet d'hydrocarbures en mer pour les navires de la taille de Tara, sauf si la conservation des déchets hydrocarbures n'est plus possible à bord. Dans ce cas, le navire doit faire route (arrêt interdit) et veiller à diluer suffisamment ses rejets pour que la teneur en hydrocarbures ne dépasse pas 15 ppm (parties par million). Dans tous les cas, il est dans l'obligation de disposer de l'installation de conservations suffisantes à bord afin de faire traiter ces déchets lors des escales. Il est enfin obligatoire de tenir à jour un registre des hydrocarbures retraçant toutes ces manipulations.

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 3./ LES DÉCHETS

> **Gestion des déchets hydrocarbures sur TARA** : en tant que voilier soucieux du respect de l'environnement marin, Tara dispose de toutes les installations nécessaires pour stocker ses déchets hydrocarbures à bord entre deux escales. Elle dispose notamment d'une cuve « EMZ » (= eaux mazouteuses) d'une contenance d'environ 3000 L. Tous les déchets hydrocarbures dilués (eaux de fond de cale) sont d'abord versés ensemble dans des bidons dédiés, qui sont eux-mêmes versés dans la soute et déchargés à quai.

## MESURER LA PRODUCTION DE DÉCHETS À BORD

Mesurer les déchets nécessite de compter les poubelles, peser les déchets organiques qui sont jetés à la mer !

**DÉCHETS BIODÉGRADABLES, ALIMENTAIRES ET ORGANIQUES** : en notant les jours de vidange de la poubelle organique de cuisine et le poids estimé de chacune d'entre elles, on parvient à une moyenne de 20 kg de déchets pour 3 jours de navigation. La traversée de l'Atlantique ayant duré environ 30 jours, on peut estimer une production sur un mois de  $20 \times 10 = 200$  kg de déchets organiques. Il faut ajouter à cela les deux poubelles de papier toilette quotidiennes d'environ 100g chacune, soit  $(100 \times 2) \times 30 = 6000g = 6kg$ .

> **On peut estimer la production de déchets organiques à environ 206kg sur un mois de navigation sans escale.**

**DÉCHETS REJETÉS EN MER** : seuls les cartons non traités et non peints sont jetés en mer à bord. Il est difficile d'en estimer la quantité, mais ils restent relativement peu nombreux après l'anticipation du départ et l'effort de déballage maximum dont a fait preuve l'équipage.

**PLASTIQUES RECYCLABLES, VERRE ET MÉTAL** : ces déchets sont stockés en attendant leur décharge à l'escale de Miami. Il sera donc pratique de mesurer leur volume au terme d'un mois de navigation au moment de cette manipulation.

**PLASTIQUES NON RECYCLABLES, DÉCHETS DOMESTIQUES DIVERS, DÉCHETS MACHINE NON LIQUIDES** : d'abord jetés dans une poubelle classique, ils sont ensuite réduits à un volume minimal par le compacteur du bord. De la même manière, puisque cette navigation transatlantique s'effectue sans escale, il sera facile de mesurer leur volume une fois arrivés à Miami au terme du mois de navigation.

## LE COMPACTEUR

Ces poubelles sont compactées dans le compacteur du bord. Il est équipé d'un sac poubelle adapté, résistant, dans lequel nous versons nos poubelles classiques les unes après les autres. Le compacteur tasse la poubelle au fur et à mesure, ce qui permet de stocker plus de déchets dans un plus petit volume. On estime pouvoir compacter environ 4 poubelles classiques dans une poubelle compressée.

**Le 29.06.16, comptage des quantités déchargées à Miami :**

Poubelles « opérationnelles » machine + science, non compactées : 4 sacs – 230 cm<sup>3</sup>

Poubelles domestiques, non recyclables : 4 compactées, 1 non compactée – 270 cm<sup>3</sup>

Caisse de verre : 30x30x10 cm<sup>3</sup>

## La fiche déchets récapitulative à l'arrivée à Miami

**Waste register – Tara**

SHIP NAME: TARA  
 VESSEL NO: 11471  
 DEPARTURE: 15 DEC 16  
 ARRIVAL: 16 DEC 16

Must be completed for each loading or unloading of waste, disposal of ash, and for wastewater (at the last stop, submit the address of the ship, see above.)

Do not dispose of ash or other ship waste, a non-combustible covering bag, and glass in the regions, including the sea, the loading facilities, the containers suitable for each waste category and a register of the office.

For all the categories:

- Category A: Residual ash and non-recyclable paper
- Category B: Organic waste to be disposed of at sea or 1000 km from the shore
- Category C: Domestic equipment
- Category D: Working oil (except hydraulic oil) in closed oil tank
- Category E: Domestic waste (clothes, paper)

Residual waste: Glass, accessories, furniture, tools, metal, plastic, battery, body and paint, pressure

WASTE	QUANTITY	UNIT	DISPOSED AT SEA	TO RECYCLE	REMARKS
Category A	1	bag			
Category B	1	bag			
Category C	1	bag			
Category D	1	bag			
Category E	1	bag			
Category F	1	bag			
Category G	1	bag			
Category H	1	bag			
Category I	1	bag			
Category J	1	bag			
Category K	1	bag			
Category L	1	bag			
Category M	1	bag			
Category N	1	bag			
Category O	1	bag			
Category P	1	bag			
Category Q	1	bag			
Category R	1	bag			
Category S	1	bag			
Category T	1	bag			
Category U	1	bag			
Category V	1	bag			
Category W	1	bag			
Category X	1	bag			
Category Y	1	bag			
Category Z	1	bag			

Waste register: 16 DEC 16

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 3./ LES DÉCHETS

ADAPTATION DES COMPORTEMENTS  
ET LIMITATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL  
« L'ÉCO-RESPONSABILITÉ » DE TARA

En ce qui concerne les déchets, l'essentiel de la démarche éco-responsable est effectuée en amont de la traversée. Diverses mesures sont prises pour limiter l'embarquement de futurs déchets à bord :

> Déballage maximum de tout le matériel, commandes, livraisons diverses et cartons de transport. Ces emballages ne sont nécessaires qu'à la protection lors du transport et sont donc dispensables avant l'embarquement

> Rangement systématique du matériel neuf : éviter de stocker du matériel dans son emballage d'origine, préférer tout ouvrir et ranger dans les emplacements existants à bord

> Être attentif à tout emballage non essentiel (étiquettes, protections, rouleaux et boîtes etc.) qu'il est habituel de conserver avec le produit à terre. Il faut perdre cette habitude et chercher toujours plus loin à limiter ces déchets en amont.

> Pour l'avitaillement alimentaire : ne garder que les emballages nécessaires à la conservation ou la protection des aliments. Un exemple : les denrées sèches comme la farine, le sucre, la polenta, les céréales etc. sont vidées une à une de leur emballage d'origine dans de grosses « touques » (boîtes étanches) stockées en cale avant. D'autres produits comme les paquets de pâtes et de biscuits, les conserves, les briques etc. seront dépouillés de leur emballage général pour ne garder que le produit lui-même. Il est parfois plus difficile de les ranger une fois sortis individuellement de leur emballage, mais aucun effort n'est vain à bord !

> Produire, dès que possible, des denrées plutôt que de les acheter au préalable dans leur emballage. C'est le cas par exemple pour les yaourts, les biscuits ou le pain, qui sont produits à bord tous les jours par la cuisinière.

Dans le cadre des déchets aussi, la démarche se veut réfléchie et l'effort est tangible. Cependant, certains compromis ne peuvent être faits et il reste toujours une marge d'amélioration : oublis, confort, manque de temps ou de place etc. C'est aussi avec l'expérience que l'équipage a réussi au fil des années à améliorer cette démarche d'anticipation, et il est très positif de voir que Tara ne peut finalement aller « que dans le bon sens » en ce qui concerne la production et le traitement des déchets.

## LE MOT DES MARINS



**Marion Lauters, cuisinière et intendante :** « Pour être en cohérence avec le projet, je fais le choix dès que possible de produits bio et locaux. Bien aidée par un partenariat (Léa Nature). Au niveau de la viande : on n'en mange pas tous les jours mais de la bonne qualité (moins mais mieux !). A terre, on a fait attention à limiter les types d'emballages qu'on allait avoir, en avoir moins à gérer en bateau, on a jeté beaucoup à terre. Même démarche aux escales dès que possible. Une démarche qui est maintenant soutenue par le projet, ça coûte parfois plus cher mais c'est entré dans le budget. Ça apporte de la cohérence au projet, et à bord on est contents d'avoir de bons produits. »

**Samuel Audrain, capitaine :** « La loi MARPOL n'est pas assez exigeante à mon sens au niveau des déchets, en particulier ramenée à la connaissance scientifique qui se développe. On sait par exemple aujourd'hui qu'un bocal de verre mettra 400 ans à se dégrader. Je fais donc le choix de garder à bord le verre et de s'en débarrasser aux escales dans une chaîne de traitement appropriée. On doit essayer de limiter l'impact de l'humain sur l'environnement marin, ne pas laisser de traces ! »

**MISE A JOUR ESCALE DE MIAMI, le 29.06.16 :**

en rendant notre fiche de déchets et en contactant le responsable des ordures de la Marina, nous nous sommes rendus compte qu'aucun tri n'allait être fait, et qu'aucune solution n'était possible sur place. Il a paru incroyable à tout l'équipage qu'une ville comme Miami ne soit pas en mesure de traiter ses déchets selon un système de tri efficace ! Tout l'équipage espère qu'un tri est mis en place dans les usines de récupération des déchets en bordure de la ville, et reste presque choqué par cette absence de mesure, de la municipalité sur ces questions, au vu du nombre de bateaux qui transitent par Miami.

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 4. ÉNERGIE &amp; ÉLECTRICITÉ

## L'ÉLECTRICITÉ À BORD DE TARA

Il est difficile de parler d'énergie sans y associer l'électricité, puisque c'est cette dernière qui permet aux appareils à bord de fonctionner. Sur Tara, l'électricité émane de 4 sources différentes :

**1. Les groupes électrogènes**

Littéralement « générateurs d'électricité », ils fonctionnent au gasoil et produisent de l'électricité à la fois pour une consommation instantanée et pour la charge des parcs de batteries du bord.

**2. Les alternateurs moteurs**

Lorsqu'un moteur tourne, il peut (en plus de la propulsion) utiliser son énergie pour entraîner un alternateur et produire ainsi de l'électricité. Cette dernière peut être également utilisée en instantané à bord ou venir aider à la charge des batteries.

**3. Les éoliennes**

Elles viennent en apport d'appoint en énergie. L'addition de l'énergie éolienne à bord est encore récente, et nécessite d'être consolidée pour avoir une place déterminante dans la production d'électricité.

**4. Les panneaux solaires**

Encore en cours de tests et de création, un premier panneau solaire a été spécifiquement pensé et adapté pour Tara. S'il ne fonctionne pas encore, il est théoriquement en état de marche et la phase de tests ne devrait pas tarder à démarrer.

## USAGES DE L'ÉLECTRICITÉ

Tout comme l'eau ou le carburant, l'énergie est essentielle au fonctionnement de Tara. A la fois pour la vie quotidienne, la navigation, la sécurité mais aussi et surtout pour les appareils scientifiques souvent coûteux en électricité. Avant de mesurer la consommation sur un mois, il a été important de comprendre le schéma électrique et énergétique de la chaîne de production du bateau pour en apprécier les subtilités et les différentes répartitions de l'énergie produite.

**> Les GE produisent du courant 230V triphasé, qui a deux destinations :**

— Le circuit 230V du bateau, qui alimente les prises « GE » du bord. Ce courant est utilisé pour les activités énergivores (aspirateur, pompes etc.).

— Les chargeurs des parcs batterie (4 chargeurs pour le parc d'utilisation courante « servitude » et 1 pour le parc « moteurs »). Ce courant alternatif 230V est ensuite redressé en 24V continu et délivré en 24V par les batteries

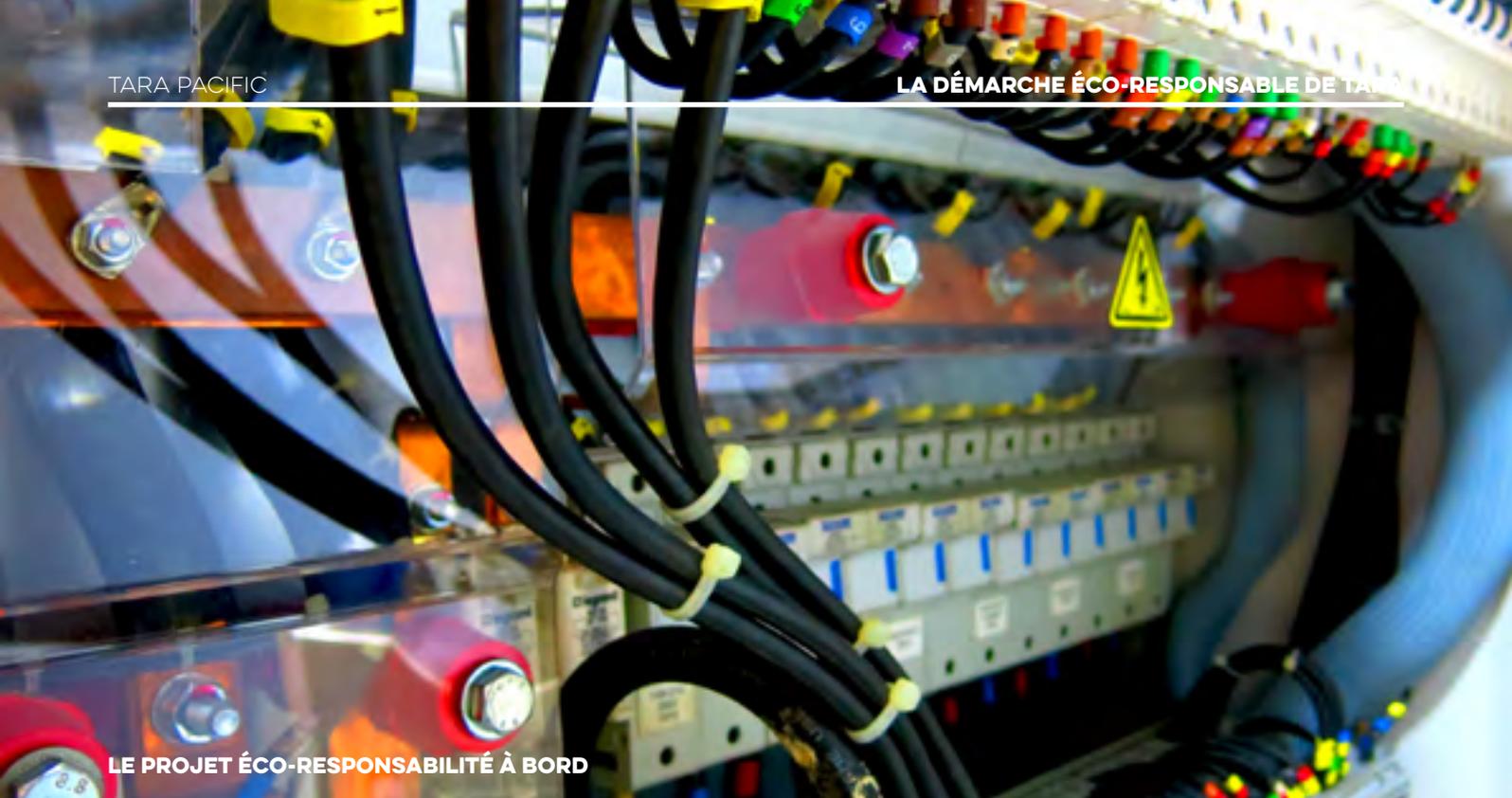
**> Les batteries fournissent donc du courant 24V continu qui est utilisé par :**

— Les appareils électriques directement branchés sur le circuit 24V pour fonctionner en continu (instruments de navigation, moteurs des pompes de barres, éclairage, certains instruments scientifiques).

— Le circuit général du bord pour la vie quotidienne et le reste des installations scientifiques. Ces circuits fonctionnent avec du courant 230V, il faut donc reconvertir le 24V grâce à des inverseurs qui « ondulent » le courant pour reproduire de l'alternatif. Cependant, ces inverseurs ne supportent pas une surcharge énergétique importante, et il faut donc faire attention à ne pas brancher d'appareil trop énergivore en l'absence de fonctionnement des GE.

**> Les alternateurs des moteurs produisent du 24V continu qui va directement aux chargeurs de batteries.**

Ces alternateurs s'arrêtent en général de fonctionner pendant les heures d'utilisation des GE, car ils détectent une charge importante des batteries.



## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

# 4./ ÉNERGIE & ÉLECTRICITÉ

## MESURER LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

Pendant la traversée, il a été constaté que Tara avait une consommation moyenne à un instant T de 200 ampères/heure. Cette consommation est très importante (par exemple, un voilier de plaisance de 12-15m pour deux personnes va consommer entre 2 et 4 ampères/heure. Même si la comparaison est difficile, on peut imaginer que la consommation de Tara est presque 100 fois plus importante.

Louis Wilmotte, électricien à bord, a cherché à comprendre l'origine de cette consommation en réalisant le bilan de puissance des activités scientifiques. Il en est venu aux résultats suivants :

- Consommation générale du bord : 130 A/h
- Consommation des équipements scientifiques en continu: 70 A/h

> Lors des activités ponctuelles de la science (filet à l'eau, pompe péristaltique, filtrations etc.), la consommation énergétique subit un pic qui oblige à systématiquement allumer le GE2, le plus puissant, pour assurer la production électrique.

## ADAPTATION DES COMPORTEMENTS ET LIMITATION DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL « L'ÉCO-RESPONSABILITÉ » DE TARA

La conclusion de cette traversée au regard de l'énergie : il faut faire quelque chose ! Tara consomme trop d'électricité, ce qui demande de trop nombreuses heures de fonctionnement des GE et sollicite les parcs batteries au-delà de leur usage optimal.

### Ce qui a été fait en amont :

- Les éclairages du bateau ont presque tous été changés en LEDs lors de la dérive Arctique
- La cuisinière est passée d'électrique à gaz
- Les parcs batterie ont été changés pour un meilleur rendement
- De nouveaux GE ont été installés en 2009 pour répondre aux dernières normes environnementales et d'efficacité

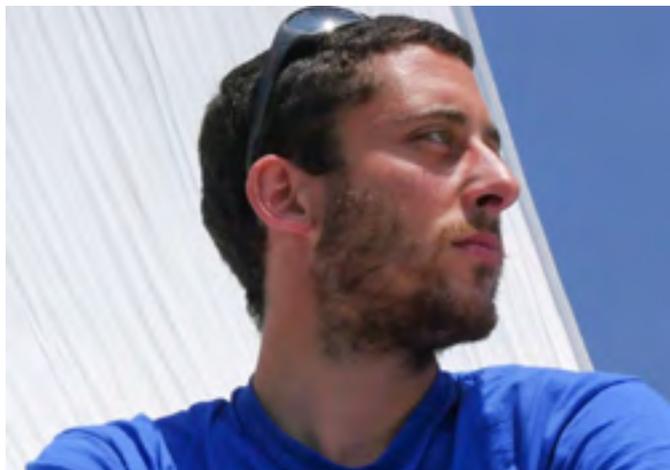
### Ce qui reste à faire :

- Tester et réellement mettre en place un apport en énergies renouvelables.
- Réduire la consommation énergétique des équipements scientifiques. Cela peut passer par une réduction des appareils énergivores, ou par une amélioration de ces appareils (qui sont souvent eux-mêmes des prototypes, soumis à tests et développés en temps réel par une équipe à terre en laboratoire)
- Envisagé : un changement des parcs batteries pour mieux tenir la charge et augmenter le rendement de la chaîne. Les batteries souffrent particulièrement des conditions de chaleur, ce qui incite à les changer au début de l'expédition Tara Pacific. Un tel changement a été envisagé pour l'escale de Papeete en octobre 2016.
- Rechercher des appareils qui consomment moins pour les mêmes besoins (ventilateurs en salle machine, climatisation par exemple).

## LE PROJET ÉCO-RESPONSABILITÉ À BORD

## 4./ ÉNERGIE &amp; ÉLECTRICITÉ

## LE MOT DES MARINS



**Louis Wilmotte, électricien :** « À bord, tout est fait pour limiter nos dépenses d'électricité dans la mesure du possible (éteindre les lumières, grouper les activités énergivores des équipements scientifiques et de la vie à bord pour limiter le fonctionnement du GE, optimiser les heures de chargements etc.). Mais Tara reste un voilier d'expédition scientifique, et une consommation électrique importante est essentielle à son bon fonctionnement ! Ce qui ne veut pas dire qu'on ne cherche plus à faire d'efforts, il n'est pas question de se « trouver des excuses » mais d'essayer de trouver les meilleurs configurations possibles pour mettre tout le monde d'accord. »



**Daniel Cron, chef mécanicien :** « La démarche d'avoir fait embarquer un marin électricien a permis de vraiment se pencher sur la question électrique et d'optimiser au maximum le système. Un voilier comme Tara demande un suivi, des modifications d'implantation électriques importantes et c'est un dossier très complet qu'il est difficile de gérer en parallèle des autres tâches du chef mécanicien. Il a donc été efficace d'avoir à bord un marin dédié à la question qui ait le temps de s'y consacrer et de développer l'ensemble de la chaîne. Dans un second temps, le travail du chef mécanicien est de faire en sorte que l'installation soit utilisée intelligemment au quotidien. Dans l'idée pour Tara Pacific, on essaye de tout coordonner avec les besoins de la science pour optimiser. Cela vaut pour les activités quotidiennes mais aussi en machine (transferts de gasoil), produire de l'eau douce etc. C'est quand même une gestion et une coordination, une préoccupation au quotidien ! Ces dernières années, un travail de fond a été fait pour tout remettre aux normes et avoir des schémas à jour pour toujours plus d'efficacité. On a aussi retiré tous les anciens circuits inutilisés pour perdre moins d'énergie inutilement. Ce qui serait bien maintenant, c'est de creuser les énergies renouvelables, c'est le prochain dossier et l'avenir de l'électricité sur Tara ! »

# CONCLUSION

## DES ÉVOLUTIONS SPECTACULAIRES D'UNE EXPÉDITION À L'AUTRE

A presque 10 ans l'une de l'autre, les expéditions Tara Arctic et Tara Pacific n'ont en apparence rien en commun. A cela qu'elle seront effectuées à bord du même bateau ! Il est donc évident que des changements ont eu et vont avoir lieu à bord. Dans quelle mesure ces changements sont-ils donc susceptibles d'affecter le bilan environnemental de Tara ?



### CE QUI SÉPARE CES EXPÉDITIONS ?

**L'environnement,** les zones du monde parcourues changent presque toutes les données et tous les enjeux logistiques, climatiques, scientifiques, énergétiques, thermiques etc.

**Les nouvelles technologies** à bord après 10 ans d'efforts d'amélioration, des moteurs aux nouvelles voiles en passant par les groupes électrogènes et le « dry lab » à la place du petit carré.

**La navigation,** lors de la dérive, Tara n'a pas navigué pendant plus de 2 ans. Cette expédition dans le Pacifique sera radicalement différente, et toutes les problématiques liées à un isolement sur la banquise sont radicalement retournées, voire opposées.

**La logistique.** En terme de difficultés au niveau du ravitaillement, des évacuations, du transport des échantillons etc., on ne peut comparer un point fixe sur la banquise avec un bateau qui parcourt les îles les plus reculées du Pacifique. Cependant, en termes d'enjeux et de difficultés, la barre reste très haute et l'anticipation de l'équipe est primordiale !

**La science,** c'est une évidence, ces deux expéditions n'ont pas les mêmes buts scientifiques. Cependant, la démarche reste similaire et commune aux différentes expéditions Tara.

### CE QUI RAPPROCHE CES EXPÉDITIONS ?

**La démarche et le travail d'équipe.** Tout comme Tara Arctic a été réalisée en partenariat avec le programme Européen DAMOCLES, Tara Pacific et son directeur scientifique (Serge Planes) comptent eux-aussi « *faire en sorte que des gens d'horizons différents, avec des questionnements différents arrivent à travailler ensemble autour d'une même question* ».

C'est l'esprit de Tara, une solidarité et un partage des ressources dans un but commun : une meilleure compréhension de l'environnement marin, pour sa protection et la sensibilisation du public.

**Le bateau !** Même s'il a été adapté aux conditions du Pacifique, Tara reste Tara et la vie à bord s'organise dans le même cadre que lors de la dérive. De nombreux équipements et aménagements à bord sont restés les mêmes, et assurent cette continuité entre toutes les expéditions de Tara.

**La sensibilisation et l'éducation.** L'expédition Tara Arctic était déjà réalisée en partenariat avec l'ADEME dans un but éducatif, en plus du travail du pôle éducation de Tara. Lors de Tara Pacific, de nombreuses escales ont été envisagées dans ce but et le partage avec les jeunes générations locales est vu comme l'une des priorités de l'expédition.

D'un point de vue éco-responsable, comme le rappelle Romain Troublé, Tara est évidemment plus sensibilisée à la question environnementale que la moyenne.

#### ZOOM : Comparaison de l'émission d'un homme sur la banquise et d'un homme à Terre

Le fonctionnement du navire seul aura émis à la fin de la mission 56 Tonnes équivalent carbone pour 10 hommes sur 20 mois, soit 3,3 tonnes équivalent Carbone par an par membre de l'équipage. Pour comparaison, un français émet 2,5 tonnes équivalent Carbone par an.



Il semble évident qu'un bateau porteur d'autant de **projets** et d'activités scientifiques ne peut assumer toutes ses consommations énergétiques et ses rejets de la même manière qu'on ne le fait à terre. Toutefois, si l'on compare avec des navires d'études océanographiques comme le Marion Dufresne (dans les îles subantarctiques), avec une surface de 650 m<sup>2</sup> se déplaçant à 100% au moteur, Tara est encore une fois un navire unique dans le monde de la recherche. Sa taille, son tirant d'eau, ses voiles lui permettent non seulement **d'atteindre des lieux inaccessibles** aux bateaux de recherche classique mais aussi de **respecter au maximum l'environnement** qu'elle entend étudier et protéger. Et le projet Tara Expéditions qui gravite autour du bateau lui-même lui permet de ne pas rester une initiative privée ou marginalisée, et d'avoir un réel impact à l'international autant dans les domaines scientifiques que politiques ou éducatifs.

Dès lors, une démarche éco-responsable s'inscrit dans la suite logique de ce contexte et s'impose souvent comme une évidence à bord. Et même si les possibilités d'amélioration restent nombreuses, les efforts se ressentent tous les jours lors d'une navigation comme cette transatlantique et la préparation de l'expédition Tara Pacific. Finalement, avoir une démarche réflexive, autocritique et éco-responsable à bord de Tara vient d'une nécessaire **cohérence** avec les finalités scientifiques sur les changements climatiques et les crises écologiques.

Une dernière observation lors de cette transatlantique : à bord, c'est **ensemble** que l'on discute des solutions, que l'on construit un projet ou que l'on partage les efforts au quoti-

dien. Là aussi, la vie éco-responsable à bord de Tara s'organise dans une dynamique de groupe, une équipe soudée qui va ensemble vers un but et qui s'entraide pour y arriver. C'est la caractéristique peut-être la plus unique et aussi la plus grande force de Tara : une équipe qui se conjugue au pluriel et pas au singulier, une formidable machine qui avance dans la même direction, avec cohérence et détermination au fil des années et grâce à chaque maillon de la chaîne.



**Données recueillies par Léa Godiveau avec le concours de tout l'équipage de Tara.**



## REMERCIEMENTS

Un grand merci à Romain Troublé et André Abreu, qui ont permis à Léa Godiveau d'embarquer à bord de Tara en tant que bénévole durant la Transatlantique.

À Brigitte Sabard pour avoir lancé l'idée de ce projet et avoir été un support tout au long de la mise en place.

Philippe Duflot et Florence Clément (ADEME) pour leurs précieux conseils.

A bord, un grand grand merci à tout l'équipage : Sam (tous types d'informations, relectures et conseils), Marion (avitaillement, déchets, cuisine, eaux grises et pour son diagnostic très complet de 2008), Daniel (toutes les questions du fonctionnement du bateau, de la machine à l'eau douce en passant par le carburant et la navigation), Louis (pour l'électricité !), Julie, Nico, Guillaume (pour la science), Maeva (pour les photos et les relectures), Michel, Thomas.

Et merci évidemment à Etienne Bourgois et agnès b. sans qui rien ne serait possible !

## POUR ALLER PLUS LOIN

Retrouvez les ressources des anciennes missions de Tara sur l'éco-responsabilité et l'ensemble des dossiers environnementaux (déchets, énergie, alimentation, eau) réalisés lors de précédentes missions Tara (Tara Arctic 2007-2008, Tara Océans 2013) et pour certaines des dossiers pédagogiques afférents <http://oceans.taraexpeditions.org/m/education/thematiques-phares/ecocitoyennete/>

Faites découvrir le site M'Taterre de l'Ademe destiné aux collégiens et lycéens en appui à un travail sur l'éco-responsabilité : une mine de ressources vidéos, dossiers, actualités <http://mtaterre.fr/>

Sur le site de l'Ademe <http://www.ademe.fr/> des précieux dossiers informatifs dans la médiathèque, des expertises techniques, des infos tout public sur l'écoresponsabilité (réduction des déchets, les achats, l'alimentation, l'énergie...)

## POURSUITE DU PROJET

Ce document vise à remettre à jour les différentes données environnementales de Tara avec des chiffres sur un mois et des estimations, extrapolations sur la suite de l'expédition. Il sera donc intéressant d'assurer une certaine continuité en utilisant les protocoles mis en place (pour les moteurs, les GE, l'eau) en fonction des différentes périodes de l'expédition (navigation, science, escales etc.). Cette base pourra servir de comparatif et aider à mieux cerner les points à améliorer, ainsi que les gros postes de dépense de Tara en pleine activité scientifique.

Tout a été fait pour que le suivi soit facile et aussi peu chronophage que possible à bord, dans la mesure où ces relevés seront utiles autant à la science qu'au bateau et qu'à Terre pour la communication et l'éducation.