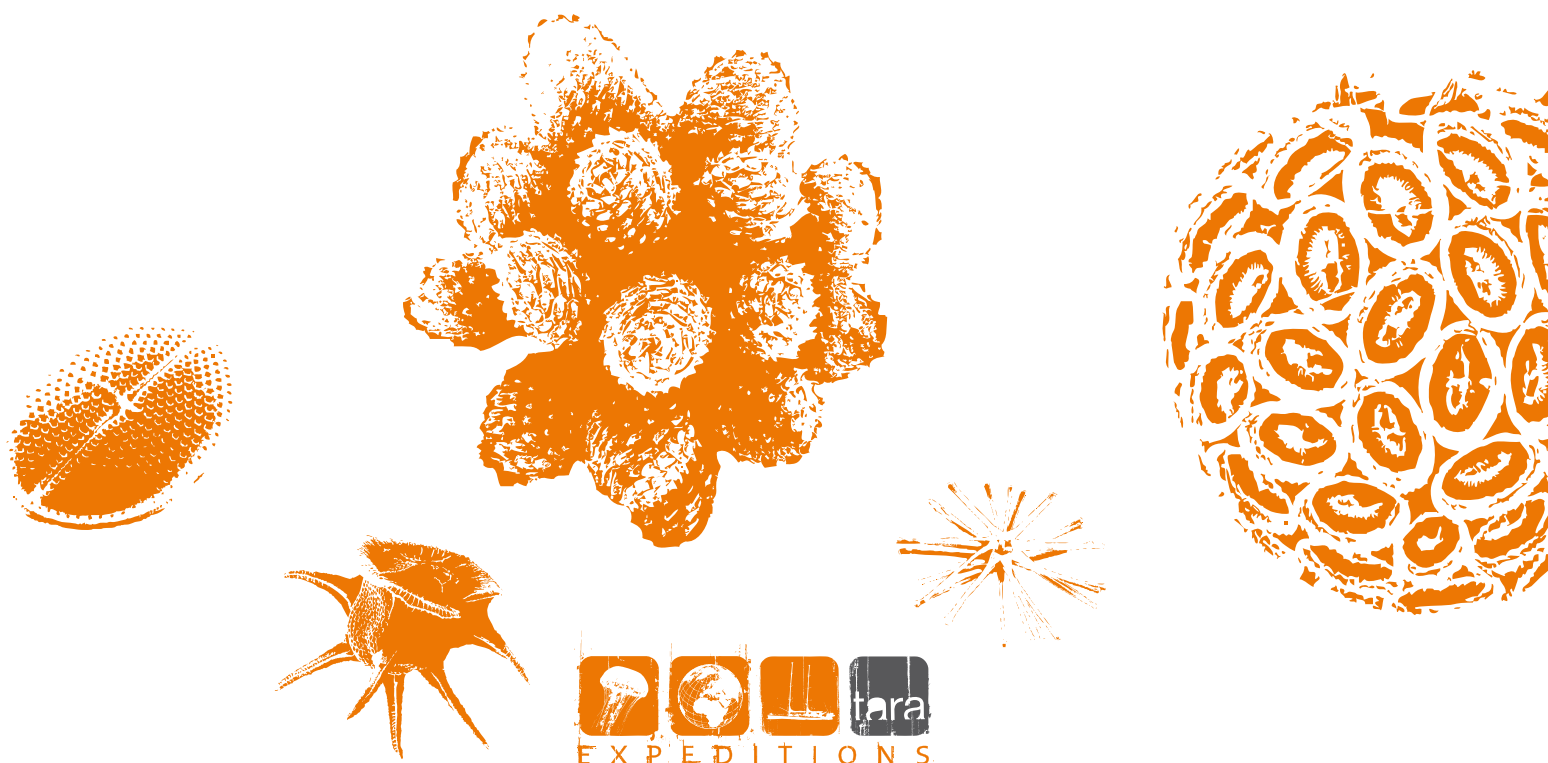


TARA OCEANS 2009-2012

L'ÉNERGIE À BORD DE TARA

par Rachel Moreau,  pour Tara Expeditions.

Les Focus Terre sont tirés en grande partie de l'ouvrage « Manifestement Vert » de Jocelyn Desjardins & François Tanguay © Les Editions du Trécarré, 2009.





A terre, lorsqu'on est connecté au réseau électrique et qu'on a le gaz de ville, l'approvisionnement en énergie semble illimité. On peut augmenter notre **consommation** sans vraiment sans rendre compte, en utilisant par exemple de plus en plus d'appareils électriques ou électroniques. Par contre, on se rend compte de notre augmentation au moment de payer la facture !

A l'inverse à bord, comme l'énergie est difficilement disponible, l'**approvisionnement et la production d'énergie** correspondent strictement aux besoins du bord. On a commencé par évaluer l'ensemble des besoins du bord, pour ensuite rechercher les solutions énergétiques capables de répondre à ces consommations.

Le premier impératif a été de réduire ces besoins au maximum. Ces **économies d'énergie** sont essentielles. On a embarqué donc le matériel strictement nécessaire et on choisit des équipements qui consomment peu.

FOCUS TERRE LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE : L'EXEMPLE DE L'ÉLECTRICITÉ

En France, les économies d'électricité qu'un foyer peut réaliser en respectant certaines règles simples peut atteindre jusqu'à **1 500 kWh par an**. Ces économies sont possibles sans même changer ses habitudes simplement en :

- utilisant des ampoules à basse consommation,
- éliminant les modes veille de l'électroménager,
- utilisant des appareils plus performants, tels qu'ils sont proposés sur le marché.

Au niveau national, cela représenterait une économie de 30 milliards de kWh, soit la production annuelle de **4 réacteurs nucléaires** de 900 Mégawatts chacun.

EN SAVOIR PLUS... LA MESURE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE :

Le kilowatt heure - symbole kW.h ou parfois kWh - est une unité de mesure d'énergie correspondant à l'énergie consommée par un appareil de 1000 watts (1 kW) pendant une durée d'une heure. Elle est surtout utilisée pour mesurer l'énergie électrique.

- 1 Kilowatt heure = 3,6 mégajoules (MJ).
- 1 Kilowattheure (kWh) = 1 000 Wh
- 1 Mégawattheure (MWh) = 1 000 kWh
- 1 Gigawattheure (GWh) = 1 000 MWh
- 1 Tétrawh = 1 000 GWh

Un appareil électrique consommant :
une puissance d'1 watt (1 W) comme une mise en veille d'un téléviseur utilise 8,77 kW.h par un an, car il y a 8 770 heures dans 1 année !

LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES À BORD

On peut distinguer **3 types** de demandes énergétiques à bord de Tara :

- les besoins propres au bateau et à sa navigation,
- les besoins liés à la vie des hommes à bord,
- les besoins liés à la science à bord.

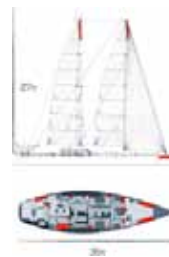
LES BESOINS ÉNERGÉTIQUES DE TARA

Tara nécessite de l'énergie pour naviguer, mais aussi pour alimenter tout l'appareillage électronique et électrique qui le guide dans sa navigation.

La propulsion de Tara : un navire solaire ?

Mais avant tout chose, il faut rappeler que Tara est un voilier !

Une magnifique goélette de 36 mètres ! Son principal mode de propulsion est donc la voile. Avec une surface de voiles proche de 1 000 m² dont un spinnaker de plus de 300 m² (la voile ballon à l'avant du bateau), Tara peut maintenir une vitesse de croisière de 10 nœuds, soit 10 miles nautiques à l'heure.



SURFACE DE VOILE DE TARA :

- 2 grands voiles : 2 x 150 mètres carrés**
- 2 focs & génois : 2 x 100 mètres carrés**
- 1 spinnaker : 320 mètres carrés**

La route de Tara pendant les 3 ans de Tara Oceans, a été spécialement choisie en fonction des **vents portants** afin de permettre un maximum de navigation à la voile. Si Tara Oceans sera une expédition qui consommera de l'énergie, comme toute campagne scientifique, elle le sera beaucoup moins qu'une campagne à bord d'un navire océanographique traditionnel.

Comme il est important de rêver : les panneaux solaire flexibles se développent, peut-être que dans quelques années, Tara sera équipée de **voiles solaires** qui pourront permettre de propulser le navire, tout en produisant l'énergie nécessaire pour la vie à bord. Mais, on peut presque déjà dire que Tara est un navire solaire, car c'est bien le soleil qui chauffe les masses d'air qui génèrent le vent !

Pour ses manœuvres de port ou lorsqu'il n'y a plus de vent, Tara peut utiliser ses **moteurs**. Elle est équipée

de 2 moteurs d'une puissance de 350 chevaux et d'une consommation de 70 litres/h de gasoil à moyen régime – à une vitesse de 8 nœuds – pour chacun des moteurs, soit 140 litres/h au total. L'objectif est donc de les utiliser le moins possible.

L'ÉLECTRONIQUE DE BORD POUR GUIDER TARA



On trouve les équipements électroniques de bord dédiés à la navigation de Tara installés dans le poste de pilotage ou de la passerelle de Tara et dans le PC Com. On trouve tout d'abord un ordinateur dans la passerelle, comme dans le PC Com.

Dans la passerelle, on trouve également :

- le système GPS pour localiser le bateau et tracer sa route,
- le sondeur pour mesurer la profondeur des fonds marins,
- un système AIS pour se localiser entre navires,
- un radar pour repérer les autres navires,
- un pilote automatique pour guider Tara sans personne à la barre,
- un régulateur d'allure qui a le même rôle que le pilote automatique,
- le système de contrôle des moteurs,
- la commande des pompes d'assèchement afin de vider les fonds des eaux de cale,
- un anémomètre qui mesure la vitesse du vent,

Les informations et les mesures de ces équipements sont relayées jusqu'au PC com, grâce à des **répétiteurs**.

Les instruments de communication :

- les VHF portables et la VHF fixe, système de communication très haute fréquence limitée à 20 miles.
 - la BLU, un système de communication hautes fréquences illimité,
 - un iridium, un téléphone satellitaire pour être joint en mer,
- La météo peut être écoutée au moyen de la VHF ou de la BLU, ou encore reçue sur ordinateur grâce au système de navigation.

Les feux de navigation :

Les feux de navigation qui sont allumés la nuit et qui permettent de repérer le bateau, sont équipés de leds pour permettre des économies d'énergie.

AU TOTAL

L'équipement électronique du bord réclame une puissance moyenne de **1 800 Watts**. On notera que la plupart de ces appareils fonctionnent en 24 Volts. Cette demande est quasi constante dès que Tara est en mer, car tous les instruments de navigation sont nécessaires.



On y ajoutera également une puissance disponible de 500 Watts pour les outils électriques de l'atelier mécanique. Soit **2 300 Watts** devant être disponible pour le bateau.

+ le carburant nécessaire au fonctionnement des moteurs, dont on va pouvoir préciser les consommations au fur et à mesure du déroulement de l'expédition.

FOCUS TERRE LA CONSOMMATION MOYENNE D'UN ORDINATEUR :

Les ordinateurs portables sont moins énergivores que les ordinateurs fixes.

Un poste fixe consomme de **80 à 200 Wh** écran compris = 270 kWh par an pour 8h par jour*

Un portable consomme de **15 à 25 Wh** = 36 kWh par an pour 8h par jour*

*c'est-à-dire pour une utilisation professionnelle quotidienne.

NB : Penser à activer le mode veille automatique de votre ordinateur pour les brèves périodes d'inactivité, et bien sur à les éteindre ou à les mettre en veille hors utilisation.

LA VIE À BORD À BORD

Sur Tara, pour la vie à bord, on peut retrouver les mêmes besoins en énergie qu'à la maison. Cependant, les sources d'énergie sont plus limitées car on n'a pas d'approvisionnement direct en électricité ou en gaz, par exemple. Il faut donc réduire les besoins habituels

FOCUS TERRE A LA MAISON EN FRANCE, L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE EST RÉPARTIE COMME SUIT :

- Cuisson : 6%
- Chauffage : 72%
- Eau chaude sanitaire : 11%
- Electricité spécifique (éclairage, appareils électroménagers) : 11%

+ LA CUISINE AU GAZ

La cuisine à bord de Tara se fait avec une gazinière qui avait spécialement été installée pour la dérive de Tara Arctic. Elle fonctionne au propane, ce qui évite d'être dépendant de l'électricité. Durant Tara Arctic, 9 personnes consommaient une bouteille de **35 kg de propane par mois**.

On peut estimer que durant la première année de Tara Oceans, durant laquelle Tara traversera des mers chaudes, l'équipage – 15 personnes - mangera plus de produits frais et de plats froids qu'en Arctique ! Donc la consommation de gaz devrait être similaire ou inférieure...

+ CHAUFFAGE OU SE REFROIDIR À BORD !

On a vu que Tara va d'abord naviguer dans des régions chaudes. La priorité sera donc de rafraîchir le bateau. Tara est construite en aluminium, donc le soleil peut rapidement faire monter la température à l'intérieur. De plus, **le roof** (plafond ou pont selon où l'on se trouve) du bateau est recouvert de grands hublots en plexiglas qui permettent dans les régions polaires, de capter la chaleur des rayons du soleil, et ainsi de diminuer ou de supprimer le chauffage.

Il a donc fallu s'équiper d'une toile spéciale micro-fibrée adaptable au roof de Tara afin de limiter l'entrée de chaleur par les hublots. Heureusement, comme la goélette a été conçue pour voyager dans les régions polaires, elle est par ailleurs extrêmement bien isolée. Comme à la maison, une **bonne isolation** est essentielle afin d'éviter les pertes de chaleur ou de fraîcheur ! Et donc, limiter sa consommation d'énergie.

Ceci permet de se protéger du froid mais surtout de garder la chaleur produite à l'intérieur du bateau. L'isolation a été faite de manière à créer une cellule de vie imperméable au froid. La coque, les planchers et les plafonds sont isolés dans les pièces de vie commune par des plaques de polyuréthane de 200 mm d'épaisseur doublées vers l'intérieur par des vaigrages en contreplaqué.

EN FRANCE, COMMENT LES MAISONS SONT-ELLES ISOLÉES ?

En France, pour respecter la réglementation thermique dans l'habitat, l'épaisseur de l'isolation dépend du matériau isolant. À titre de comparaison avec le bateau, il faut 16 cm de polyuréthane, 17 cm de polystyrène extrudé ou 22 cm de laine de roche sous toiture pour être réglementaire.

Chaque cabine et pièces de vie peuvent être aérées au moyen de « hublots » qui donnent sur le pont du bateau. Afin d'accentuer la circulation de l'air, on met en place un système dit de « **bonne sœur** » qui permet de « diriger » l'air vers les cabines.



Quand il n'y a pas de vent, il va falloir avoir recours à des ventilateurs. Ils fonctionneront à l'électricité ; mais nous avons trouvé un système de **ventilateur solaire** qui va pouvoir être installé dans certains endroits du bateau. Ce système est complètement autonome en énergie.

En revanche, les **laboratoires** dédiés à la science à bord devront être refroidis au moyen de climatiseurs car les instruments qui s'y trouvent sont très fragiles et ont besoin d'être maintenus à des **températures constantes**.

Puis, lorsque que Tara arrivera dans des eaux froides, proches des pôles ou bien naviguera dans des eaux tempérées, il sera temps de se réchauffer et de faire fonctionner le système de chauffage qui a permis aux Taranautes de vivre 507 jours sur la banquise arctique.

Le **chauffage** est assuré par une chaudière d'une puissance de 40KW qui fonctionne au gasoil. La chaudière chauffe du glycol qui alimente ensuite des radiateurs installés dans toutes les pièces du bateau. C'est le même système que dans une habitation, ce qui est assez rare sur un voilier !

+ L'EAU CHAUDE À BORD

L'eau chaude à bord est principalement utilisée pour les douches. On fait la vaisselle à l'eau froide. L'eau est chauffée par un chauffe-eau électrique. Il est coupé dès que Tara se trouve dans des régions chaudes, ce qui permet une bonne économie d'énergie. En outre, comme il est dit dans la présentation du cycle de l'eau à bord, les douches sont de courte durée, ce qui limite à la fois la consommation d'eau et d'énergie.



+ L'ÉCLAIRAGE À BORD

L'éclairage représente près de **15% de la consommation d'électricité** d'une maison. Aujourd'hui en Europe, les ampoules à incandescence sont peu à peu remplacées par des ampoules à basse consommation qui fonctionnent au gaz.

Lampe à incandescence	40 W	Lampe basse consommation	9 W
	60 W		11 W
	75 W		15 W
	100 W		20 W
	115 W		23 W



Tara est équipée avec un système encore plus performant. L'ensemble de l'éclairage du bateau se fait au moyen de leds, ce qui permet d'avoir une très basse consommation pour l'éclairage. **Une led ne consomme que 0,1 Watt.**

Seules les veillesuses

des cabines sont équipées en ampoule à gaz, basse consommation. Cela représente un investissement financier important pour l'expédition, mais les économies d'énergie réalisées sont très importantes.

+ LES BESOINS SPÉCIFIQUES

Afin que la vie à bord soit relativement normal et assez confortable durant les 3 années que va durer l'expédition, Tara a embarqué quelques équipements indispensables et d'autres de confort :

Pour la cuisine :

- un osmoseur pour fabriquer de l'eau douce,
- un grand réfrigérateur pour stocker la nourriture fraîche,
- un congélateur pour conserver la nourriture durant les longues traversées,
- un réfrigérateur réservé aux boissons,
- un four à micro ondes pour permettre au marin de quart se réchauffer un plat la nuit...
- une bouilloire électrique,
- une cafetière électrique

Pour les loisirs :

- une télévision et un lecteur DVD,
- des prises pour les ordinateurs personnels,
- des prises les téléphones ou autres équipements portables.

Et une machine à laver et un sèche-linge...

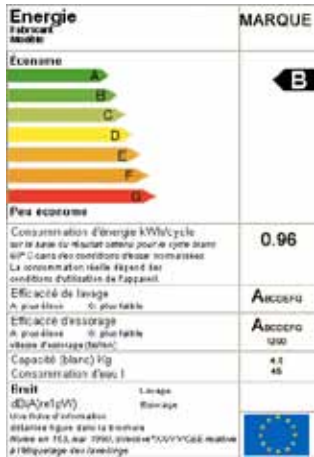
Les escales étant de courte durée et bien remplies, il est difficile à l'équipage de se dédier au lavage du linge à Terre. Sans compter que dans de nombreux pays, il n'y a pas de laverie disponible. Il ne faut cependant pas trop utiliser la machine et le sèche-linge du bord, car ce sont des équipements très consommateurs d'énergie.

UN PETIT MOT SUR LE SÈCHE-LINGE :

Bien que Tara soit exposé au vent, il n'est pas possible de tendre des cordes à linge à bord. C'est encore le moyen le plus économique de sécher du linge que de le mettre dehors, s'il fait beau ! Un sèche linge consomme 2 à 3 fois plus qu'une machine à laver et peut représenter jusqu'à **15% de la consommation d'un foyer** ! S'il est indispensable à la maison, alors il est possible de choisir un appareil

à basse consommation qui s'éteint dès que le linge est sec et si possible, avec une évacuation.

Ces différents équipements peuvent générer des consommations en électricité plus ou moins importantes. En Europe, les étiquettes doivent maintenant indiquer les performances des appareils électroménagers :



A bord, nous avons décidé de ne recharger nos appareils électriques et électroniques personnels que lorsque Tara est à quai et reliée au réseau électrique à terre. Par ailleurs, nous choisissons de préférence des produits portant le label Energy Star.

FOCUS TERRE PAS DE PITIÉ POUR LES MODES VEILLE !

A la maison, comme à bord, il est possible de réaliser des économies d'énergie en limitant les modes veille de vos appareils. Un téléviseur, un magnétoscope ou une chaîne Hifi peut consommer de **25 000 à 600 000 Wh par an** en mode veille - soit autant que votre machine à laver - ce qui représente :

- une économie moyenne par ménage de 300 kWh par an,
- une économie nationale en France de 7,2 TWh par an.

La solution est simple : une multiprise avec interrupteur qui vous permet d'éteindre le circuit de vos appareils quand vous ne les utilisez pas.

COMMENT LIRE L'ÉTIQUETTE ÉNERGIE LAVE-LINGE ?

Classe énergétique de l'appareil :

Les flèches colorées (de A à G) permettent de visualiser rapidement la catégorie de l'appareil : de la flèche verte (lettre A) pour les plus économes à la flèche rouge (lettre G) pour les plus gourmands.

Le curseur noir et la lettre, situés sur la droite indiquent le niveau de consommation d'électricité.

La demande en électricité et en eau d'une machine à laver peut être réduite, si l'on choisit une machine performante. C'est la même chose en ce qui concerne les téléviseurs, la hifi, les ordinateurs portables et les autres appareils portables.

= AU TOTAL

L'organisation de la vie à bord de Tara requiert beaucoup d'énergie – **environ 5 000 Watts** – car l'on y maintient en grande partie le confort que l'on peut trouver chez soi afin que l'expédition ne soit pas trop pénible. Bien sur, il est toujours possible de réaliser davantage d'économies.

	Conso moyenne	Basse conso	Eco par ménage	Eco nationale en F.
Réfrigérateur	360 kWh par an	140 kWh par an	220 kWh par an	
Congélateur	600 kWh par an	200 kWh par an	400 kWh par an	
Lave-linge	240 kWh par an	195 kWh par an	70 kWh par an	1,6 TWh par an
Sèche-linge	370 kWh par an	320 kWh par an	360 kWh par an	1,2 TWh par an

LA SCIENCE À BORD

+ DE 20 TYPES DE MANIPULATIONS SCIENTIFIQUES À BORD PAR JOUR.

Durant 3 années, Tara va être une **plateforme de prélèvement hors du commun** pour la science. Elle sera équipée de technologies de prélèvement et d'observation, dont certaines sont complètement nouvelles.

L'ensemble des installations doit permettre le prélèvement des échantillons, leur observation et leur stockage. Afin de réaliser ces opérations **3 laboratoires** ont été mis en place à bord de Tara, qui a été transformée pour l'expédition après de longs mois de travaux à terre. La demande en énergie de ces installations est importante. Heureusement, elle ne sera pas constante car elles ne seront pas toutes utilisées en permanence.



Frigo – 80°C dans la cale avant de Tara.

A coté de l'ancre. En bas à droite, un des 2 groupes électrogènes de 17,5 KVA.

La demande énergétique du laboratoire humide est de près de **5 000 Watt !**

Ce sont les systèmes de pompages de l'eau de mer qui sont les plus consommateurs d'énergie.

Fonctionnement : pendant les stations de prélèvements, soit entre 2 à 4 fois par semaine durant **12 heures**.

+ LE TREUIL

Un énorme treuil a été installé dans la cale avant de Tara afin de pouvoir effectuer des prélèvements d'eau de mer jusqu'à moins **2000 mètres** et d'y effectuer des mesures. Ces prélèvements seront réalisés au moyen d'une rosette, structure qui porte toute une série de bouteilles qui se rempliront d'eau.

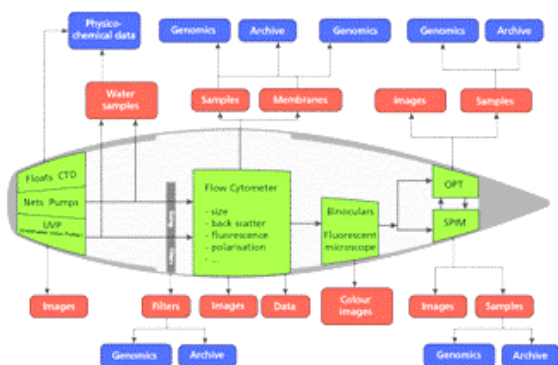


Ce treuil est l'équipement qui requiert le plus d'énergie à bord. En fait, il a fallu équiper Tara d'un groupe électrogène puissant afin de faire fonctionner le treuil. **Fonctionnement :** le treuil ne fonctionnera qu'au moment des stations de prélèvements durant environ

1 heure 30.

+ LE LABORATOIRE SEC

Le laboratoire sec a été installé dans une des cabines du bateau, sur bâbord. De l'eau est pompée en permanence sur l'avant du bateau. Elle passe dans un cytomètre qui permet de classer les organismes vivants par taille. Ensuite, d'autres systèmes d'observations permettent de photographier, de mesurer la fluorescence, l'activité photosynthétique, en continu de tous les êtres vivants passant aux abords du bateau.

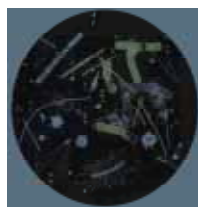


Il y a maintenant à bord :

- un laboratoire humide,
- un laboratoire sec,
- une plateforme d'observations,
- un banc de montage vidéo.

+ LE LABORATOIRE HUMIDE

Le laboratoire humide va permettre de collecter de l'eau de mer au moyen de 2 pompes et de trier les différents types d'organismes qu'elle contient.



1 ml d'eau de mer
1,000 – 100,000 d'eukaryotes
1 – 10 million de prokaryotes
10 – 100 million de virus

Les micro-organismes, cellules, bactéries et virus sont séparés grâce à des systèmes de filtres complexes. Ils sont ensuite mis en échantillons utilisant des conservateurs et des fixateurs de différents types. Les échantillons sont finalement stockés dans des « frigos » de températures différentes – 80°C, - 20°C et 4°.

On ne connaît que très peu de choses de cette vie invisible qui régule la planète. Les images qui seront produites à bord, nous permettront de découvrir ces organismes qui rendent notre planète habitable. Toutes ces informations et photographies sont stockées dans une base de données qui pourra être exploitée à terre.

La demande énergétique du laboratoire sec est de **925 Watts**.

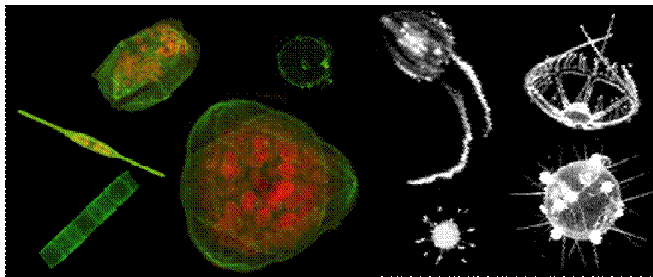
Fonctionnement : le laboratoire sec fonctionnera en permanence et constituera ainsi une source incroyable de données sur les mers traversées.

+ LA PLATEFORME DE MICROSCOPIE

Afin d'observer certains micro-organismes pendant qu'ils sont encore vivants, une plateforme de microscopes a été installée dans le petit carré du bateau. Ce sont pour la plupart des microscopes de nouvelle génération expérimentaux qui sont testés à l'occasion de Tara Oceans.

La demande énergétique du laboratoire sec est de **885 Watts**.

Fonctionnement : la plateforme de microscopie fonctionnera en dehors des stations de prélèvements.



+ LA PLATEFORME DE VIDÉO

Afin de permettre à l'équipe de tournage embarquée à bord de Tara :

- de recharger les batteries de leur caméra, et
- de monter leurs images.

Tara doit fournir **850 Watts** pour le tournage des images et des documentaires qui illustreront Tara Oceans.

Fonctionnement : Cette énergie sera disponible à tout moment pour l'équipe de tournage.

= AU TOTAL POUR LA SCIENCE

On peut chiffrer la demande énergétique de la science à bord de Tara aux alentours de 7 700 Watts/h + l'énergie nécessaire au treuil. C'est important mais cela est compensé par le fait que la demande n'est pas continue. Cela va permettre de mettre en place des stratégies de production d'énergie.

= LE TOTAL DES TOTAUX

Si l'on calcule la demande énergétique globale de Tara, nous approchons les **15 000 Watts/heure ou 15 KW/heure**. On constate que c'est les besoins propres de l'expédition, la science et la navigation qui font monter la demande en énergie.

Cette demande ne correspond pas à l'énergie qui sera effectivement consommée car cette demande ne sera pas constante et correspondra aux activités en cours à bord : fonctionnement du treuil, activités des laboratoires, montage de films, préparations de repas. Pour une équipe de 15 personnes à bord, un Taranaute consommera donc en moyenne **1 KWatt/heures** pour mener à bien le Programme Tara Oceans, ce qui équivaut à une consommation annuel de 8 770 KWatts.

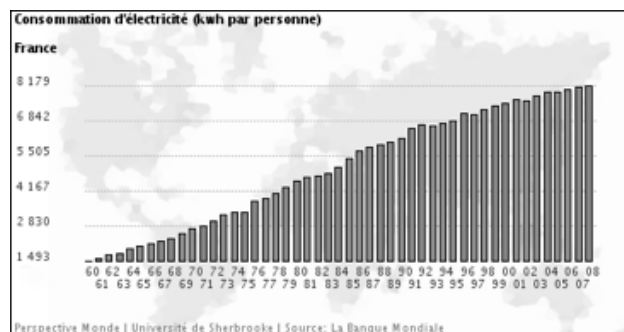
A PEINE + QU'UN FRANÇAIS QUI NE SERAIT PAS EN EXPÉDITION ! MAIS BEAUCOUP PLUS QUE DANS CERTAINS PAYS VISITÉS !

FOCUS TERRE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ DANS LE MONDE

Consommation moyenne d'un français : **8 000 KWatts**
Consommation moyenne d'un allemand : **7 000 KWatts**
Consommation moyenne d'un américain : **13 500 KWatts**
Consommation moyenne d'un éthiopien : **30 KWatts**

En France La consommation d'électricité en France a été multipliée par plus de 6 ces cinquante dernières années. On n'assiste pas encore à un recul de cette consommation.

= UNE CROISSANCE DE 609% EN 45 ANS.



Il va falloir continuer à faire la chasse aux Watts ... ou produire des « Négawatts » !

Par exemple, passer d'une ampoule à incandescence de 100 Watts à une ampoule à fluorescence de 20 Watts = **80 Négawatts**, soit 80 Watts économisés !

Quand même quelle indécence cette incandescence !

LA PRODUCTION D'ÉNERGIE

FOCUS PLANÈTE TERRE LA DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES !

Plus de **3 milliard de personnes** vivent aujourd'hui en milieu urbain. Cela a pour effet d'accroître nos besoins en énergie, cela suppose d'assurer la mise en place et le fonctionnement d'infrastructures énergivores. Avec notre mode de vie moderne, le transport des biens et des personnes à travers le monde représente également une part importante de la consommation mondiale d'énergie.

La principale caractéristique de notre production d'énergie est notre recours et notre dépendance vis-à-vis des **énergies fossiles**, qui sont les principales sources de production des gaz à effet de serre responsable du réchauffement climatique.

CANADA

67% de l'énergie provient d'énergies fossiles, dont :
33% de pétrole,
25% de gaz naturel,
9% de charbon

AUSTRALIE

97% de l'énergie provient d'énergies fossiles, dont :
45% de charbon
33% de pétrole
19% de gaz naturel

CHINE

94% de l'énergie provient d'énergies fossiles, dont :
69% de charbon
22% de pétrole
3% de gaz naturel

LE NUCLÉAIRE : UNE SPÉCIFICITÉ FRANÇAISE !

1% de charbon
33% de gaz naturel
20% de fuel
18% de bois
4% de GPL

et 24% d'électricité dont :

78% provenant de l'énergie nucléaire
9,6% d'énergie fossile : gaz, fuel, charbon

L'énergie nucléaire permet de générer de l'électricité en produisant relativement peu de gazes à effet de serre. Le recours à l'énergie nucléaire avait été ralenti suite à différents accidents, mais la réalité du changement climatique a redonné une impulsion à la construction de nouveaux réacteurs, qui s'exportent aujourd'hui en nombre hors de France.

Cependant, la dangerosité de ce procédé, le transport et le traitement des déchets, la durée de vie de réacteurs sont autant de problèmes sans solution.

On peut ajouter que l'énergie nucléaire n'est pas une énergie durable, ni renouvelable dans le sens où les ressources de la terre en uranium sont limitées. Leur extraction, tout comme l'exploitation du pétrole, n'est pas non plus sans générer de conflit, comme celui qui touche actuellement les touaregs au Niger.

LA FONCTION EXPONENTIELLE ET LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE* PAR ALBERT BARTLETT

« la population de la planète a doublé en trente ans, nous doublons la consommation de pétrole et de charbon tous les dix ans ... en supposant que la Terre entière ne soit constituée que de pétrole, un simple calcul du volume de la Terre nous apprend que nous en aurions pour 342 ans ! ... Si l'on considère le charbon, les réserves mondiales étaient estimées à 510 milliards de tonnes

équivalents pétroles (TEP), soit environ 200 fois la consommation mondiale... Si la consommation augmente en fonction de la population, quand aurons-nous épuisées nos réserves ? »

**Arithmétique, population et énergie*

The forgotten fundamentals of the energy crisis

Tant pour des raisons climatiques et vu l'épuisement imminent des ressources fossiles, la recherche et le développement de nouvelles technologies propres afin d'exploiter des sources d'énergie renouvelables doit être une priorité pour tous !

En 2007, le **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)** estimait qu'il y avait 50% de risques de ne plus pouvoir éviter une fonte rapide des glaces et des glaciers, entraînant une montée du niveau de la mer de 4 à 6 mètres... Il reste donc encore des chances de pouvoir l'éviter.

Cependant, 6 ans auparavant, le même groupe estimait qu'un tel risque était relativement faible. La situation évolue donc vite et il n'y pas de temps à perdre, il faut **agir maintenant !**

LES SOURCES D'ÉNERGIE À BORD

COMMENT RÉPONDRE À LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE ? COMMENT GÉNÉRER EFFICACEMENT DE L'ÉLECTRICITÉ À BORD ?

Hormis la demande en gazole pour les moteurs et le gaz pour la cuisine, la principale demande énergétique à bord de Tara est **électrique** et relativement importante, à savoir de **15 kWatts**.

Pour la cuisine et les moteurs, le **gaz** et le **gasoil** feront l'objet d'approvisionnement aux escales, en achetant des bouteilles de gaz et en remplissant les cuves à carburant du navire.

Les cuves de Tara qui a été conçue pour réaliser des dérives arctiques, peuvent contenir jusqu'à 50 000 litres de gasoil. Bien sur, il n'est pas nécessaire de faire un plein complet dans les conditions de navigation de Tara Oceans.

LES SOURCES D'ÉNERGIES RENOUVELABLES OU PROPRES

Une énergie est **renouvelable** quand on ne l'épuise pas en l'utilisant. Ainsi, le vent qui souffle, l'eau qui coule dans les rivières, les courants marins ou le soleil qui brille sont des sources d'énergies qui se renouvellent d'elles-mêmes. La forêt est renouvelable à condition qu'elle soit exploitée durablement.

CES ÉNERGIES SONT DONC INFINIES, GRATUITES ET PROPRES !

pourra servir pour les usages habituels ou bien pour faire circuler le calorifère pour chauffer la maison.

Les **capteurs photovoltaïques** transforment le spectre solaire en électricité par réaction chimique. Les applications les plus courantes sont les calculatrices de poche, l'éclairage des jardins ou l'alimentation en électricité des bornes de stationnement. La fabrication des panneaux photovoltaïques nécessite de l'énergie et des produits chimiques. Il faut également gérer leur fin de vie. Leur impact environnemental n'est donc pas neutre, mais les technologies évoluant, leur efficacité et leur durée de vie augmentent. Il est également important de les acheter en provenance de pays qui respectent normes environnementales et droits des travailleurs.

On peut dire aussi qu'il est intéressant de coupler l'énergie solaire et l'éolien sur un même système car ils sont complémentaires : quand il faut beau, il y a parfois moins de vent, et inversement.

Lors de sa précédente expédition **Tara Arctic**, la goélette était équipée de 2 panneaux solaires installés sur son portique arrière. **13 panneaux solaires** avaient été installés pendant la période estivale qui va de mai à mi-août. Leur production a couvert entre 15 % et 8 % de des besoins électriques de Tara Arctic entre les mois de juin et d'août, selon le rayonnement solaire.

Pendant Tara Oceans, le portique va être dédié au treuil de la rosette. Or, en considérant le design de Tara, l'encombrement de son pont, il n'a été possible de retrouver un emplacement pour installer des panneaux rigides.

Les 2 panneaux produisaient chacun 200 Watts, soit **400 Watts** dans des bonnes conditions d'ensoleillement. Cet apport aussi limité soit-il, n'est plus négligeable si l'on augmente les surfaces. L'idée est de recouvrir le roof de Tara de panneaux souples et sur lesquels on puisse marcher et courir pour les manœuvres. Ces technologies sont en développement et nous recherchons des partenaires pour les expérimenter à bord. Et peut-être qu'en cours d'expédition, les technologies seront suffisamment développées pour pouvoir installer des voiles solaires.

+ L'ÉNERGIE DE LA MER : UNE ÉTUDE POUR UN HYDROGÉNÉRATEUR

Des systèmes d'hydrogénérateurs sont actuellement développés pour les bateaux de course. Ces systèmes expérimentaux consistent à immerger une hélice à partir du panneau arrière du bateau. Cette hélice va générer de l'électricité grâce à la force de déplacement du bateau sur l'eau, Cela présente l'avantage d'être plus régulier dans la production d'énergie par rapport à une éolienne qui reste soumis aux aléas du vent, soit près de 1000 Watts. Il faut néanmoins que le système ne ralentisse pas le bateau. Il est donc envisagé d'adapter un tel système à bord.

= AU TOTAL

On a vu que les énergies renouvelables ne pouvaient fournir qu'une proportion limitée de l'énergie nécessaires à bord, environ **1,7 KWatts** des 15 KWatts nécessaire à l'expédition – soit environ 11% d'énergies renouvelables pour le début de l'expédition.

A TERRE COMME À BORD, LA MÊME DÉPENDANCE AUX ÉNERGIES FOSSILES !

Pour les mêmes raisons qu'à Terre - à savoir la non-existence des **technologies propres** suffisamment efficaces et adaptées pour répondre à des besoins énergétiques importants faute de développement - on retrouve à bord comme à Terre la même dépendance aux énergies fossiles.

Il aussi rappeler que les **besoins énergétiques** liés à la recherche scientifique à bord sont très importants. S'il avait s'agit simplement de vivre à bord, ce ratio d'énergies renouvelables aurait été d'environ 23%. Mais, il faut savoir qu'il est par exemple possible aujourd'hui à un bateau de plaisance ordinaire d'être complètement autonome...

FOCUS TERRE LES BIOCARBURANTS EN QUESTION ?

En 2008,
30% de la production de maïs américain a été transformé en éthanol pour répondre à 4% seulement des besoins des véhicules américains.

Selon une étude de l'OCDE, les effets environnementaux de l'éthanol-maïs sont plus graves que ceux de la filière du pétrole. Il faut :

- **205 kg** de maïs pour produire un plein de véhicule utilitaire,
- **1 700 litres** d'eau pour produire un litre d'éthanol.

Sans compter les effets sur l'augmentation du prix des denrées alimentaires du fait de la réduction des espaces agricoles dédiés à l'alimentation :

Entre 2006 et 2007,

- Le prix du soja a augmenté de 72%.
- Le prix du riz a augmenté de 95%.
- Le prix de maïs a augmenté de 50%.
- Le prix du blé a augmenté de 75%.

provoquant la crise alimentaire mondiale actuelle. Les biocarburants ne sont pas à eux seuls l'unique source de cette crise, car celle-ci a été amplifiée par la **spéculation financière** sur les denrées alimentaires, appelés aussi les *cash cropping*.

LES ÉNERGIES NON RENOVELABLES... DES BESOINS À COMPENSER IMPÉRATIVEMENT !

Le pétrole, le charbon et le gaz naturel ne sont pas renouvelables puisque leur quantité est limitée sur Terre. Ce sont aussi des **énergies dites fossiles** qui se sont créées durant des siècles dans les sous-sols de la planète.

Ce sont des sources d'énergies généralement polluantes, tant par leurs modes d'extractions que par leurs utilisations et leurs émissions. Comme on l'a vu, leur utilisation produit des **gaz à effet de serre (GES)** qui sont responsables du réchauffement climatique.

Une grande partie de l'électricité nécessaire à bord est produite par des groupes électrogènes (GE) ou générateurs. Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité. La plupart des groupes sont constitués d'un moteur thermique – c'est-à-dire à explosion – qui actionne un alternateur. Leur taille et leur poids peuvent varier de quelques kilogrammes à plusieurs dizaines de tonnes. En fait, c'est un gros moteur. La puissance d'un groupe électrogène s'exprime en VA, kVA (kilo Volt Ampère) ou MVA (méga Volt Ampère) selon leur puissance.

A bord de Tara, **3 générateurs** neufs ont été installés spécifiquement pour répondre aux besoins de l'expédition Tara Oceans :

- 2 groupes de 17,5 kVA,
- 1 groupe de 40 kVA.

Ils fournissent de l'électricité en 220 Volts. Ils fonctionnent ou non en fonction des activités réalisées à bord : fonctionnement des laboratoires, vie à bord ou tournage... Le groupe de 40 Kilowatts est spécialement dédié au fonctionnement du treuil de la rosette.

Comme toute l'électricité n'est pas nécessairement consommée par ces activités, il est important de stocker le trop d'électricité produit ! Ceci est rendu possible grâce à un parc important de batteries. Comme l'électricité est stockée en 24 Volts dans les batteries, elles passent dans 5 chargeurs qui transforment le 220 Volts en 24Volts.

La consommation des groupes électrogènes est d'environ 4,5 litres de gasoil par heure pour les générateurs de 17,5 KVA et de 10 litres pour le générateur de 40 kVA.

Enfin, lorsque le bateau fera escale, il pourra être raccordé au système de distribution d'électricité à terre. Cette électricité est généralement fournie en 220 V. Cela pourra aussi permettre de recharger les batteries du bateau, comme celles des hommes...

COMMENT LE SYSTÈME A ÉTÉ OPTIMISÉ POUR ÊTRE + RESPECTUEUX DE L'ENVIRONNEMENT ?



Pour Tara Expéditions, il est primordial de surveiller de près son **empreinte carbone**. Les expéditions de Tara sont dédiés à la recherche scientifique relative au réchauffement climatique et à la sensibilisation du grand public sur ce thème. Il n'est donc pas question d'aggraver la situation !

EN SAVOIR PLUS... L'INDISPENSABLE BILAN CARBONE !

Le bilan carbone ou l'empreinte carbone est un concept qui permet de mesurer la **quantité totale de carbone émise** par une activité et la conséquence de ces émissions. Cette mesure peut-être prise à toute échelle : un pays, une ville, une entreprise, une personne...

Il peut aussi servir à établir la somme carbone émise lors de l'**Analyse du cycle de vie (ACV)** d'un objet. Ainsi, la production totale de carbone sur toute la durée de vie d'une automobile, depuis l'extraction des matières premières nécessaires à sa fabrication jusqu'à sa fin de vie, et éventuellement son recyclage, peut être chiffrée dans un bilan carbone.

Des calculs assez complexes sont nécessaires pour mesurer l'empreinte carbone de chaque « **signature énergétique** », généralement exprimée en grammes d'équivalent CO₂ par kWh. Ils ont une grande utilité quand vient le moment de faire des choix individuels ou collectifs !

De la même façon les **capacités d'absorption** des océans, des forêts et des sols peut être calculée. Cela permet de mesurer la portée des différentes mesures pour réduire les émissions de GES afin d'établir un bilan carbone planétaire !

C'est ce type de mesure qui sera utilisé pour évaluer l'impact du **Protocole de Kyoto** et discuter à Copenhague.

Il est aussi possible de calculer l'**empreinte écologique** d'une activité ou d'un objet, c'est-à-dire que l'on va prendre en compte non plus seulement les émissions de carbone mais d'autres types d'impacts environnementaux, comme l'utilisation des ressources, la dangerosité des procédés et substances utilisés

Lors de la précédente expédition Tara Arctic, ce bilan avait bien sur été réalisé. Durant les 507 jours de dérive arctique, le fonctionnement du navire seul aura émis à la fin de la mission 56 Tonnes Equivalent Carbone pour 10 hommes sur 20 mois, soit **3,3 Tonnes Equivalent Carbone** par an par membre de l'équipage. Pour comparaison, un français émet 2,5 Tonnes Equivalent Carbone par an.

Le bilan carbone global prend en compte l'ensemble des activités autour du bateau, comme les déplacements des équipes à terre pour rejoindre le bateau ou encore l'envoi des échantillons vers les laboratoires.

Sur la base du bilan carbone de Tara Arctic et afin de compenser ses émissions, Tara Expéditions s'est investie dans un projet pour la promotion de l'**utilisation de l'énergie solaire au Cambodge**. En effet, afin d'éviter l'utilisation de bois pour les besoins domestiques et le déboisement que cela implique, il est par exemple possible d'utiliser simplement des fours solaires.

FOCUS TERRE

PARTICIPEZ À LA LUTTE CONTRE LE RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE EN STOCKANT DU CARBONE CHEZ VOUS !

La nature a aujourd'hui une capacité d'absorption du CO₂ de 4,8 milliards de tonnes par an.
Les humains en rejettent annuellement 8 milliards de tonnes.
= Soit **3,2 milliards de tonnes** qui s'accumulent dans l'atmosphère.

Les océans, les sols et les forêts sont les principaux puits à carbone de la Terre.

Chaque mètre cube de croissance d'un arbre = 1 tonne de CO₂ absorbée.

Plus l'arbre grandit, plus il accumule de carbone.

La déforestation détruit ce puits à carbone, tout en accélérant l'émission de gaz à effet de serre.

+ Le **déboisement ou la déforestation** en zone tropicale est responsable de près de 20% des émissions de GES.
+ Mais la **culture sur brûlis** pour récupérer les terres à fin d'élevage correspond à 20% des émissions de GES également.
Lorsqu'un arbre est abattu, il cesse tout d'abord d'emprisonner du carbone ; mais de plus, s'il est brûlé, le carbone qu'il a emmagasiné va être rejeté dans l'atmosphère.

Malheureusement, selon les Nations Unies :

- Au Brésil, **80% des coupes forestières** sont illégales, soit 200 arbres à la minute,
- Au Pérou, **90% des coupes d'ébène** sont illégales,
- En Indonésie, **73% à 88% des coupes forestières** sont illégales, et ensuite transformé en Chine qui en exporte 70% sous forme de produits finis, avec un bénéfice de 17 milliards de dollars en 2005. Les zones déboisées sont ensuite dédiées à la culture de la palme dont l'huile est achetée par des grands groupes de l'agroalimentaire.

= 4% des émissions mondiales de gaz à effet de serre.
Pas surprenant que l'Indonésie ne soit pas signataire du Protocole de Kyoto !

Il est cependant possible de faire une **exploitation durable des forêts**, afin de ne pas réduire cette capacité de stockage et de maintenir une ressource pérenne pour les populations locales. Certains labels se sont développés afin de distinguer les forêts et les produits dérivés du bois gérés et fabriqués dans le respect du développement durable, de l'environnement, des droits des travailleurs et des peuples indigènes qui habitent ces régions.

Les **deux principaux labels**, que vous pouvez retrouver sur votre ramette de papier ou sur votre transat de jardin sont :

- le label FSC du Forest Stewardship Council,
- le label PEFC du Pan-European Forest Council.

Si vous achetez du bois portant ces labels pour l'ameublement ou pour votre maison, alors vous participez au stockage du carbone sur Terre car le carbone emprisonné ne sera pas réintroduit dans la nature ! Peut-être que c'est déjà le cas à votre insu !

1 tonne de bois stocke 0,1 tonnes de CO₂
Une maison en bois contient en moyenne 8 tonnes de carbone,
= l'équivalent de **5 années d'émission d'une voiture !**

A l'issue du bilan carbone de Tara Oceans, un certain nombre de **recommandations** ont également été formulées afin d'améliorer l'efficacité du système de production d'électricité en amont :

- augmenter la taille du parc à batteries pour augmenter l'autonomie du navire,
- mettre en place des chargeurs de batteries supplémentaires pour charger plus vite, donc réduire le temps de fonctionnement des GE,
- changer le type d'huile à moteur pour augmenter leur temps de fonctionnement,
- changer les halogènes situés dans le carré pour des diodes électroluminescentes (LEDs).

Ces recommandations ont donc été mises en œuvre pour Tara Oceans, en plus du passage en leds de tous les éclairages des espaces communs, le **nombre de chargeurs** est passé de 3 à 5, et surtout, les anciens groupes électrogènes ont été remplacés par de nouveaux. Les **3 groupes** électrogènes mis en place ont permis grâce à une technologie plus performante de réduire les émissions de carbone ainsi que la consommation de gasoil de près de 20%.

Ces groupes électrogènes respectent les nouvelles **normes américaines EPA standard 3**, qui impliquent une réduction des émissions, et notamment des émissions d'oxyde d'azote de 80% par rapport aux niveaux actuels. Ces mesures sont prises en application des règles internationales adoptées par l'Organisation Maritime Internationale (OMI), agence des Nations Unies chargée du transport maritime et de la protection de l'environnement marin.

L'OMI a également adopté des règles concernant la concentration de soufre dans le fuel utilisé par les moteurs marins, spécialement dans des zones sensibles, dites zones de contrôle des émissions (Emissions Control Area - ECA).

A travers ces différentes mesures, Tara a donc pu réduire ces émissions au maximum.

FOCUS TERRE

LES ÉMISSIONS DE CO₂ ET AUTRES POLLUANTS

La **densité de dioxyde de carbone (CO₂)** dans l'atmosphère est passée de 280 ppm en période préindustrielle à **380 ppm** en 2005. Il serait possible que ce niveau passe à 600 ppm en 2050.

Le scientifique de renom **James Hansen** de la Nasa, celui même qui alerta le Congrès américain en 1988 sur la question du changement climatique, déclara que les concentrations de CO₂ ne devaient pas excéder 350 ppm si l'on voulait éviter des changements climatiques catastrophiques. Il proposait **3 solutions** :

- un moratoire sur le charbon avec une élimination complète d'ici 2020,
- l'arrêt de la déforestation et un reboisement vigoureux,
- le changement de nos pratiques agricoles intensives pour permettre à nouveau aux sols de jouer leur rôle de puits à carbone.

À un niveau individuel, ce sont les petits gestes qui font les grandes rivières. On peut ainsi évaluer les différentes signatures carbonées selon le mode de transport.

En ville :

Voiture – 1 personne = 309 g de CO₂ par km
Covoiturage – 3 personnes = 103 g de CO₂ par km
Train = 36 g de CO₂ par km
Autocar = 30 Kg de CO₂ par km

Déplacements interurbains :

Voiture – 1 personne = 160 g de CO₂ par km
Avion = 160 g de CO₂ par km
Train = 36 g de CO₂ par km
Autocar = 30 Kg de CO₂ par km

Dans un pays en voie de développement, ne buvez pas d'eau... mais dans un pays industrialisé, ne respirez pas ! Les principaux polluants de l'atmosphère sont :

Dioxyde de soufre (SO₂) – Emis lorsque des combustibles fossiles avec un taux de soufre élevé sont brûlés, comme le charbon et le pétrole.

Oxyde d'azote (NO_x) – Emis principalement par les véhicules et les centrales thermiques.

Monoxyde de carbone (CO) – Principalement émis par les véhicules non dotés d'un convertisseur catalytique, et de la combustion dans les procédés industriels.

Plomb – Emis par les véhicules qui roulent avec l'essence au plomb, ce qui existe encore !

Composés Organiques Volatiles (COV) – Composés organiques qui se trouvent sous forme de gaz. A base de carbone et d'hydrogène, ils ont un effet grave sur la santé.

Chlorofluorocarbures (CF) – Interdit depuis la signature du Protocole de Montréal, mais toujours en usage. Ils sont à l'origine du trou dans la couche d'ozone.

LES STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES À BORD DE TARA

Un autre moyen de réguler la consommation d'énergie à bord, est de répartir les activités dans le temps. Il faut distinguer **2 types d'approvisionnement** en électricité :

- quand un ou plusieurs groupes électrogènes fonctionnent.
- quand le bateau fonctionne sur les batteries précédemment chargées par les groupes.

Par exemple, on évitera de préparer le petit déjeuner et de faire fonctionner le laboratoire humide en même temps. Plus précisément, on a identifié les **stratégies de fonctionnement** suivantes :

- 4 h de fonctionnement sur batterie avec laboratoire sec et éventuellement clim PCcom = on vide 50% des batteries,
- puis pour les recharger, 7 heures sous générateur 17,5 kva, sans le laboratoire humide,
- ou bien 3h sous générateur 40 kva, mais le treuil ne pourra pas fonctionner simultanément.

En fait il y aura 2 options alternatives :

- **soit on souhaite rester sous générateur 17 kVa** :
 - sans climatiseur ni autres applications 220 Volts supplémentaires,
 - on réduit la charge batterie de 300 Ampères à 200 Ampères et la pleine charge prend 7.5h.
- **soit on passe sous générateur de 40 kVa qui sera chargé à 75% environ avec** :
 - le climatiseur du carré,
 - les pompes du laboratoire humide, mais PAS le treuil,
 - recharge des batteries boostée à 500A, donc en 3h.
- **Par ailleurs, on se rappellera que le temps d'utilisation du treuil en station sera d'1,30 h.**

Ce type de contraintes apparaît quand l'approvisionnement ou la production d'énergie est limité. Il est intéressant de se soumettre à ce type d'exercice car dans des **maisons autonomes** alimentées par des énergies renouvelables, c'est ce type également de contraintes et de stratégies que l'on doit suivre. Prêts pour la maison du futur ?

CONCLUSION

Voici donc les caractéristiques en termes de consommation et de production d'énergie à bord de Tara afin de mener à bien l'expédition Tara Oceans.

Quelles sont les vôtres ?

Notre objectif est aussi de faire évoluer le bateau tout au long de l'expédition afin d'utiliser toujours plus d'énergies propres... **Affaires à suivre.**

