



## Relever le défi énergétique à la pêche

P.-Y. Glorennec  
py.glorennec@avel-vor.fr

# Plan de la présentation

1. Problématique
2. Économies d'énergie sur les bateaux existants
3. Principes pour la conception de bateaux neufs
4. Vers de nouveaux modèles de bateau
5. Éléments pour un plan d'action

# Plan de la présentation

## 1. **Problématique**

- Changer de carburant ?
- Économiser l'énergie ?

2. Les bateaux existants

3. Conception de bateaux neufs

4. Vers de nouveaux modèles de bateau

5. Éléments pour un plan d'action

# Exemple concret

Un chalutier hauturier de 20 mètres, faisant des marées de 15 jours, c'est :

**25 000 litres de gazole par marée**

Retrouver la rentabilité :

- faut-il changer de carburant ?
- comment réduire la consommation ?

# Comparaison des carburants (1)

Carburant	Énergie (MJ/l)	Efficacité (%)	Volume (m <sup>3</sup> )
gazole	36,3	100	25
GPL	23,6	64	39
éthanol	21,3	58	43
GNL	20,3	56	45
H <sub>2</sub> (liquide)	8,7	24	104
GNC (200 bars)	7,9	20	112
H <sub>2</sub> (700 bars)	5,4	15	166

# Comparaison des carburants (2)

## Contradiction !

- Les bateaux actuels ne sont pas conçus pour du gazole cher.
- Le gazole reste, **pour l'instant**, le meilleur carburant pour les hauturiers.

# Changer de carburant ?

- Envisageable au cas par cas sur des petits côtiers.
  - Permet d'acquérir de l'expérience
  - Ex : projet de pêche-tourisme
- Très difficile, à l'heure actuelle, pour des hauturiers tels qu'ils sont.
  - Ces bateaux consomment trop

# Retrouver la rentabilité

**Première chose à faire, plus rapide et moins coûteux : économiser l'énergie !**

# Retrouver la rentabilité

**Première chose à faire, plus rapide et moins coûteux : économiser l'énergie !**

Quatre domaines à explorer

- Les engins de pêche
- Les comportements
- Les surfaces mouillées
- La gestion de l'énergie à bord

# Y a-t'il des solutions ?

## 1. Pas de solution "miracle" !

- Les bateaux actuels ne sont pas conçus pour un gazole cher.

# Y a-t'il des solutions ?

## 1. Pas de solution "miracle" !

- Les bateaux actuels ne sont pas conçus pour un gazole cher.

## 2. **Beaucoup de solutions partielles**

- immédiatement ou à très court terme,
- à court ou moyen terme.

# Deux grilles de lecture

1. Faire l'état des lieux
  - Ce qui est possible maintenant
  - Ce qui doit faire l'objet de R&D
  - Voir les points bloquants
2. Différencier selon les bateaux
  - Améliorer les bateaux existants
  - Concevoir les bateaux du futur

# Quelques actions déjà engagées (1)

Domaines	Actions	Remarques
Engins de pêche	<ul style="list-style-type: none"><li>- Travail de l'Ifremer et du CRPMEM</li><li>- Projet Optipêche</li><li>- R&amp;D sur les chaluts</li><li>- Essais en mer</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Financement Région</li><li>- Pôle Mer Bretagne</li><li>- Morgère, Le Drézen, iXTrawl, iXSea</li></ul>
Comportements	<ul style="list-style-type: none"><li>- Travail du CRPMEM</li><li>- Travail de la CME</li><li>- Routage optimal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Financement Région et Ademe</li><li>- Guide des "bonnes pratiques"</li><li>- Bourse régionale</li></ul>
Surfaces mouillées	<ul style="list-style-type: none"><li>- Études des appendices</li><li>- Nettoyage à fbt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aglia, validation prévue sur un chalutier</li><li>- NavyClean (Pôle Mer PACA) (équipement collectif)</li></ul>

# Quelques actions déjà engagées (2)

Domaines	Actions	Remarques
L'énergie à bord	<ul style="list-style-type: none"><li>- Éclairage à LED</li><li>- Entretien informatisé du moteur</li><li>- Voiles auxiliaires automatisées</li><li>- Diagnostic énergétique</li><li>- Travail sur l'air d'admission</li><li>- Étude des additifs</li><li>- HPV optimisée</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ex : Breizelec-Mantagua</li><li>- Ex : Clérivet Marine</li><li>- Pôle Mer Bretagne</li><li>- <b>à formaliser</b></li><li>- Financement ADEME</li><li>- Financement ADEME</li><li>- Financement ADEME</li></ul>

# Plan de la présentation

1. Problématique
2. **Les bateaux existants**
  - Les engins de pêche
  - Le comportement
  - Les surfaces mouillées
  - L'énergie à bord
3. Conception de bateaux neufs
4. Vers de nouveaux modèles de bateau
5. Éléments pour un plan d'action

# Les engins de pêche (1)

Les 2/3 de la consommation de gazole pour un chalutier.

Bien qu'il y ait des alternatives (ex. la senne danoise), le chalut reste indispensable.

⇒ Tout gain va avoir de grandes conséquences

# Les engins de pêche (2)

Répartition des consommations :

panneaux	24%
funes	3%
flotteurs	6%
bourrelet	12%
filet	45%

# Préconisations

- Poursuivre l'optimisation des chaluts
  - Un chalut par type de pêche ?
  - Chaluts doubles ou simples ?
- Capteurs de chalut à bas coût
  - Suivi des performances en temps réel

# Les comportements

Deux points à surveiller :

- La vitesse
  - 5% de vitesse en moins  
⇒ 18% d'économie
- Les gaspillages
  - Poids inutiles à bord
  - Appareils inutilement en marche

# Préconisations

- Des économètres plus informatifs
  - Traduction de toutes les consommations en litres de gazole par heure.
  - Prédiction de la consommation à long terme.
- Des actions de formation/sensibilisation.
- Simulateur de passerelle dédié aux économies d'énergie.

# Les surfaces mouillées

Résistance de l'eau à l'avancement, fonction de

- état de la coque
- appendices (bulbes, tuyères,...)
- poids embarqué
- vitesse

# État de la coque

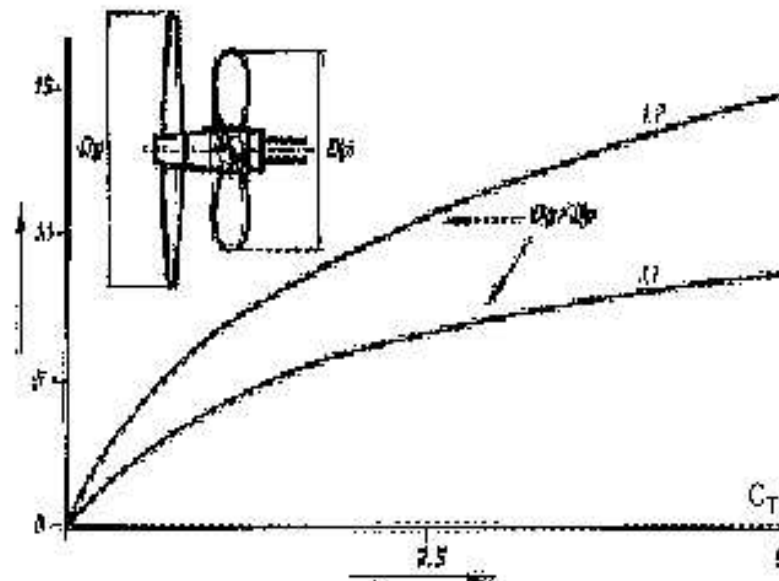
- 1 à 2 mm d'algues et d'organismes fixés sur une coque : perte de vitesse d'environ 15%
- 7 mois et demi sans nettoyer l'hélice : 10% de carburant en plus à vitesse égale !

# Préconisations

- Nettoyage de la coque à flot (procédé NavyClean)
  - nettoyage par ultrasons avec récupération des rejets,
  - conforme à la législation sur la qualité de l'eau.
- Antifouling de longue durée
  - Projets PaintClean et EcoPaint
  - Travail de l'UBS

# Les appendices

- tuyères : efficaces à basse vitesse
- bulbes : efficaces à vitesse élevée
- HPV, roue de Grim



# Préconisations

Une simulation numérique est obligatoire :

- position et surface des appendices ajoutés,
- calcul des économies réalisées.

# Optimisation de l'HPV

Souvent : réglage empirique du pas en fonction du travail (route ou chalutage)

- De -15%...
- à +15% sur la consommation,

pour des bateaux comparables du même armement !

⇒ Étude en cours, cofinancée par l'ADEME

# Le paradoxe du chalutier

- Nécessité d'avoir de l'inertie lors du chalutage : poids important.
- Nécessité d'avoir du poids lors de la route, pour la stabilité.

Le poids est nécessaire, mais provoque des surconsommations pour la route.

# La répartition des masses

- Allègements préservant la stabilité.
- Répartition différente des poids : le plus bas possible.
- Inertie variable (ballasts ?).

Beaucoup de prudence, car on touche à la stabilité.

# L'énergie à bord

L'énergie à bord, c'est du gazole :

- motorisation,
- hydraulique,
- électricité.

... avec un mauvais rendement !

1 kWh électrique  $\Leftrightarrow$  3 kWh de gazole

# Entretien du moteur

Maintenance parfois négligée pour soulager le budget.

- Ex : 300 à 400 euros la visite pour un “common rail”

Un mauvais état des filtres, pompe d'injection etc, provoque des surconsommations.

# Préconisations

- entretien personnalisé et informatisé
  - Ex : Clérivet-Marine
- maintenance prédictive par Internet
  - surveillance des paramètres du moteur
  - projet du Pôle Mer PACA

# Dopage à l'eau

Principe : injection de vapeur d'eau dans l'air d'admission d'un moteur diésel.

- De 10 à 30% d'économies constatées sur des tracteurs et des voitures.
- Beaucoup d'empirisme...

⇒ Une étude va démarrer, cofinancée par l'ADEME, sur un chalutier de la CAPAL.

# Bilan énergétique

- Bilan de tous les postes.
  - Consommation électrique poste par poste.
  - Matériel attelé (pompes, hydraulique,...).
- Étude de solutions plus économes. Exemples
  - Pompes électriques ou attelées.
  - Lampes à basse consommation.
  - Osmoseur ou bouilleur, etc.
- Dimensionnement optimal des appareils.

# Lampes à basse consommation

## Cas du Marie Alexandra

	puissance	énergie	gazole
actuel	2194 W	263,3 kWh	80 litres
avec LED	285 W	34,2 kWh	10 litres

### Hypothèses

- Marées de 10 jours.
- Fonctionnement à mi-temps.
- Rendement du groupe électrogène = 33%.
- 1 litre de gazole = 10 kWh.

# Les appareils hydrauliques

Gros consommateurs d'énergie, souvent mal gérés.

- Pompe hydraulique toujours en marche pour répondre aux demandes des treuils.
- Treuil électrique
  - fonctionne à la demande,
  - produit de l'électricité lors du filage !(mise en œuvre sur des chalutiers islandais depuis longtemps)

# Diagnostic énergétique

Exemple de tableau à remplir : énergie dépensée sur une marée

Équipement actuel	Énergie	Nouvel équipement	Énergie
projecteurs de pont	260 kWh	projecteurs à LED	34 kWh
treuil hydraulique	-	treuil électrique	-
bouilleur	-	osmoseur de 3 kW	-
radiateur électrique	1 kW	radiateur à eau	-
pompe attelée	-	pompe électrique	-
-	-	-	-
Total cumulé	-		-

# Plan de la présentation

1. Problématique
2. Les bateaux existants
3. **Conception de bateaux neufs**
  - Pluridisciplinarité
  - Des bateaux “à la carte”
4. Vers de nouveaux modèles de bateau
5. Éléments pour un plan d'action

# Principes à mettre en œuvre

Les nouveaux bateaux devront être :

- rentables !!
- très économes en énergie,
- faisant appel aux énergies renouvelables,
- stables par les formes, pas uniquement par le poids.

# Pluridisciplinarité

Il faut des spécialistes en :

- hydrodynamique,
- architecture et construction navales,
- motorisation,
- équipements électriques et hydrauliques,
- techniques de pêche,
- conditions de travail, ergonomie, sécurité.

# Création d'un label "HQE"

HQE : Haute Qualité Énergétique

- Garantie pour les armements
- Optimisation à tous les niveaux
- Accès plus facile aux financements

# Des bateaux adaptés

- Adaptation au type de pêche
- Nécessité de modules réutilisables
- Contradiction entre la polyvalence et l'optimisation

# Plan de la présentation

1. Problématique
2. Les bateaux existants
3. Conception de bateaux neufs
4. **Vers de nouveaux modèles de bateau**
  - Les coques
  - L'énergie à bord
  - Les outils d'aide à la décision
5. Éléments pour un plan d'action

# Les coques

## Développement des multicoques ?

### 1. Catamarans de pêche

- plus légers
- plus stables

### 2. Trimarans hauturiers

- coque centrale assez large
- flotteurs latéraux (stabilité, ballasts,...)

# Motorisation diésel-électrique

Déjà opérationnel en Islande pour des chalutiers.

- Des groupes électrogènes alimentant des moteurs électriques.
- Chaque groupe fonctionne à son régime optimal.
- Meilleure répartition des masses.
- Possibilité, dans le futur, de remplacer les groupes par des piles à combustible.

# Des voiles auxiliaires

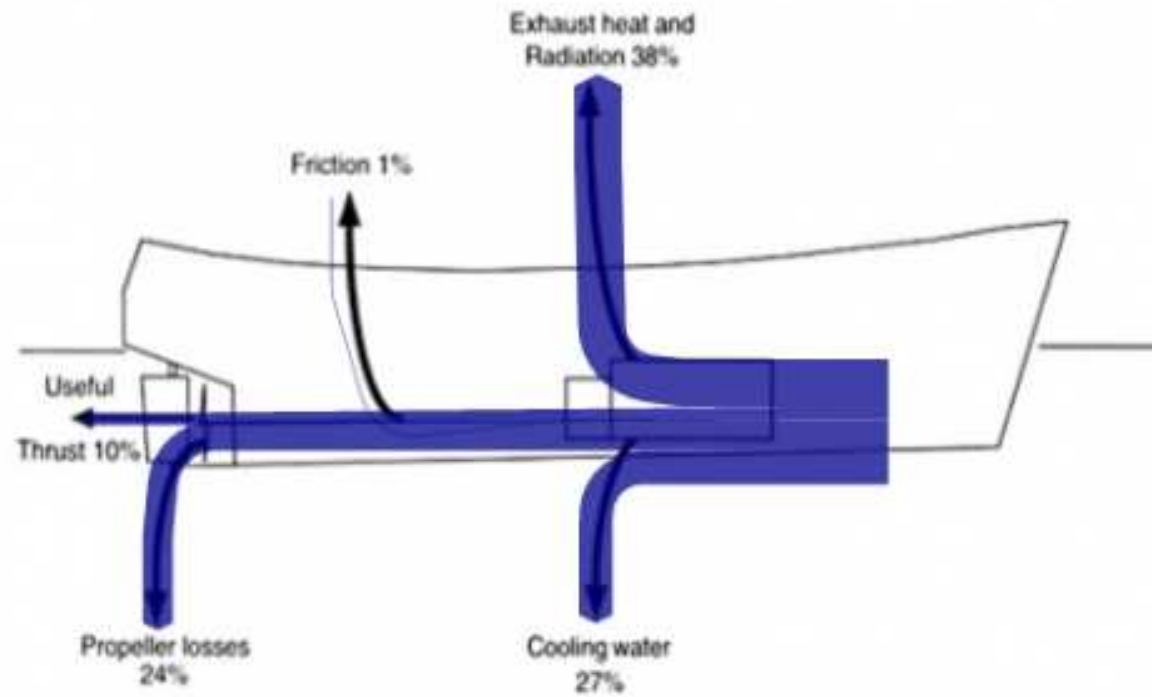
Plus faciles à mettre en œuvre si elles sont intégrées dès le départ.

- Le moteur sera toujours en marche,
- asservissement du moteur aux conditions de vent,
- appoint au moteur à partir de 10 nœuds de vent.

# Systemes d'aide à la décision

- Programmes prédicteurs de consommation
  - optimisation du parcours tout entier
  - détection immédiate des anomalies
- Maintenance prédictive en temps réel
  - alertes avant la panne
  - diagnostics

# Récupération de l'énergie thermique



# Eau de refroidissement du moteur

- Production "gratuite" de froid par une machine à absorption.
  - Rendement de 60%.
- Production d'eau douce en continu.
  - Bouilleur et pompe à vide (existe déjà).
  - Comparaison à faire avec un osmoseur.

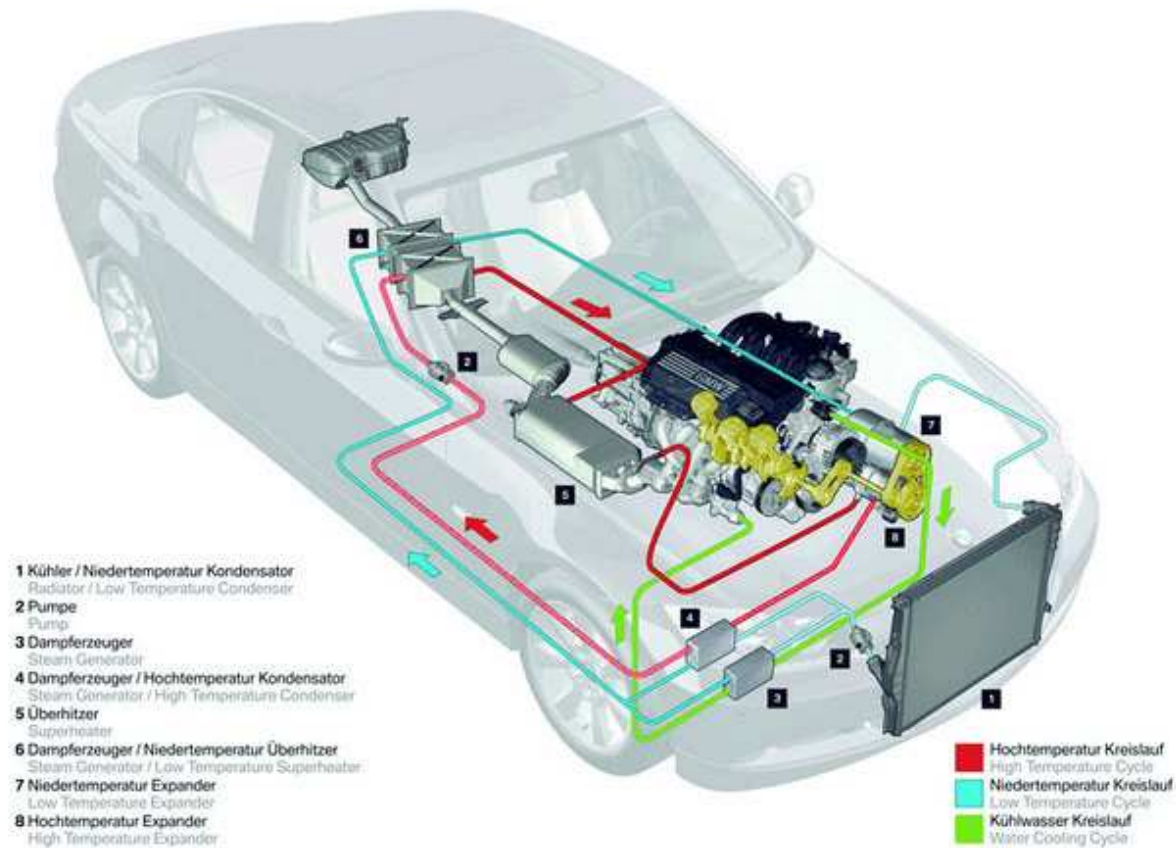
# Gaz d'échappement

Production "gratuite" d'électricité par turbine à vapeur.

- Technologie opérationnelle.
- Rendement du cycle = 30%.

Exemple : le "turbosteamer" de BMW.

# Le “turbosteamer”



# Plan de la présentation

1. Problématique
2. Les bateaux existants
3. Conception de bateaux neufs
4. Vers de nouveaux modèles de bateau
5. **Éléments pour un plan d'action**
  - Tableaux récapitulatifs
  - Les blocages
  - Propositions pour un plan d'action

# Tableau récapitulatif (1)

N°	Dispositif	État	Remarques
1	train de pêche optimisé	en cours	par type de pêche
2	capteur de chalut à bas coût	à faire	
3	économètre analytique	à faire	spécification en cours R&D à prévoir
4	économètre "intelligent"	à faire	
5	Prog. de prédiction des conso.	en cours	
6	simulateur de comportement	à faire	
7	formation aux économies	à faire	
8	nettoyage de coque à flot	en cours	équipement collectif
9	antifouling de longue durée	en cours	
10	simulation numérique	opérationnel	appendices
11	HPV optimisées	en cours	
12	répartition des masses	à faire	
13	inertie variable	à faire	

# Tableau récapitulatif (2)

N°	Dispositif	État	Remarques
14	entretien "informatisé"	en cours	à systématiser
15	maintenance prédictive	à faire	
16	injection de vapeur d'eau	en cours	
17	analyse énergétique des appareils	en cours	
18	production "gratuite" d'électricité	à faire	
19	production "gratuite" de froid	à faire	
20	énergies renouvelables	en cours	
21	routage multicritère	en cours	thèse ARED
22	banque de documents	en cours	une maquette existe
23	conception globale	à faire	
24	diésel-électrique	à évaluer	Ex : Islande, Norvège
25	hydrogène	-	à plus long terme
26	-	-	-

# Points de blocage

- (Presque) tout est à inventer !
  - Voir ce qui se passe à l'étranger
  - Importance de la veille technologique
- La réglementation est à adapter
  - Exemple des bulbes
- Les économies d'énergie ont un coût
  - Difficulté d'investir pour les armements
  - Les banques réclament plus de visibilité
  - Les prix des équipements sont élevés

# Propositions pour un plan d'action (1)

- Poursuite de l'état de l'art
  - Veille technologique
  - Création d'une banque de données spécialisée et publique.
- R&D à impulser
  - Définir des priorités
  - Flèche des sujets de thèse

# Propositions pour un plan d'action (2)

- Adaptation de la réglementation
  - œuvre de longue haleine...
  - Intégration du paramètre “économie d'énergie”.

# Études à lancer ou consolider

- Économètre “intelligent”
- Récupération des pertes thermiques d'un moteur
  - Sur 25 000 litres de gazole, il y a **15 000 litres de pertes !**
- Optimisation des coques existantes
  - Bassin de carène “virtuel”
- Engins de pêche optimisés par métier