



Princecraft Vectra 25 RL 2021

Navette fluviale électrique

Simon Castonguay

Philippe Jean-Louis

Structure de la présentation

- Encadrement normatif
- Estimation de la consommation du ponton
 - Validation des modèles - Reproduction des valeurs empiriques
 - Étude de sensibilité - Quels paramètres sont sensibles ?
- Efficacité du système et pénalités de capacité énergétique
 - Efficacité électrique
 - Efficacité mécanique
 - Pénalités sur la capacité de la batterie
 - Capacité électrique nécessaire
- Solutions générales
 - Solution 1 – Sans modification de structure
 - Solution 2 – Avec modification de la structure

Encadrement normatif

- Consultation avec Transport Canada (M. Shannel St-Laurent, inspecteur maritime)
- Personne en charge doit consulter Transport Canada pour cibler les documents à faire recertifiés.
- Deux catégories de modifications :
 - **Catégorie 1** : Changements mineurs (p. ex. remplacement du système de propulsion) recertification acceptée par calcul d'ingénierie conformément à la norme TP1332F
 - **Catégorie 2** : Changements majeurs (p. ex. retrait des bancs pour une version plus légère)
 - Le règlement DORS/2010-91 Article 710 définit *Modifications importantes* comme : « [...] **qui change considérablement la capacité ou les dimensions d'un bâtiment ou la nature d'un système à bord de celui-ci, qui a une incidence sur l'étanchéité à l'eau ou la stabilité de celui-ci** [...] »

Encadrement normatif

- **Norme TP127F** – Normes d'électricité régissant les navires
- **Norme TP1332F** – Normes de construction pour les petits bâtiments
 - En cas de **modifications majeures** sur les navettes, établis les normes et critères de stabilités à respecter.
- **Normes CSA22.1:21** - Quais maritimes, installations d'amarrage, jetées fixes et flottantes et hangars à bateaux
 - Installation électrique à quais – **Bornes de chargement**
- Si les normes canadiennes ne répondent pas aux questions de sécurité, se référer aux normes américaines (ABYC) et les bonnes pratiques du milieu naval.
 - Bonnes pratiques du milieu naval : des recherches vont être réalisées.
- Imputabilité client lors des opérations : Formation des employés selon la *Loi de 2001 sur la marine marchande du Canada*.

Estimation de la consommation du ponton – Validation des modèles par données empiriques

- Modèle Prelimina
 - Considère les coefficients géométriques
- Modèle Excel
 - Plus simple, mais ne considère pas les interactions des vagues générées avec les pontons.
- Comparaison avec un modèle catamaran Wigley

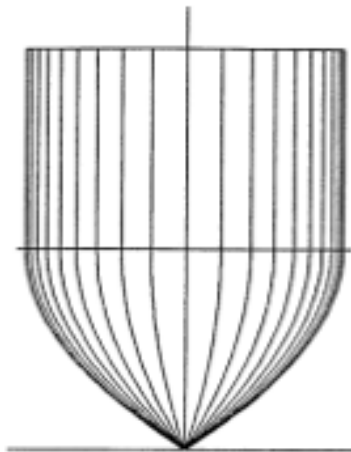


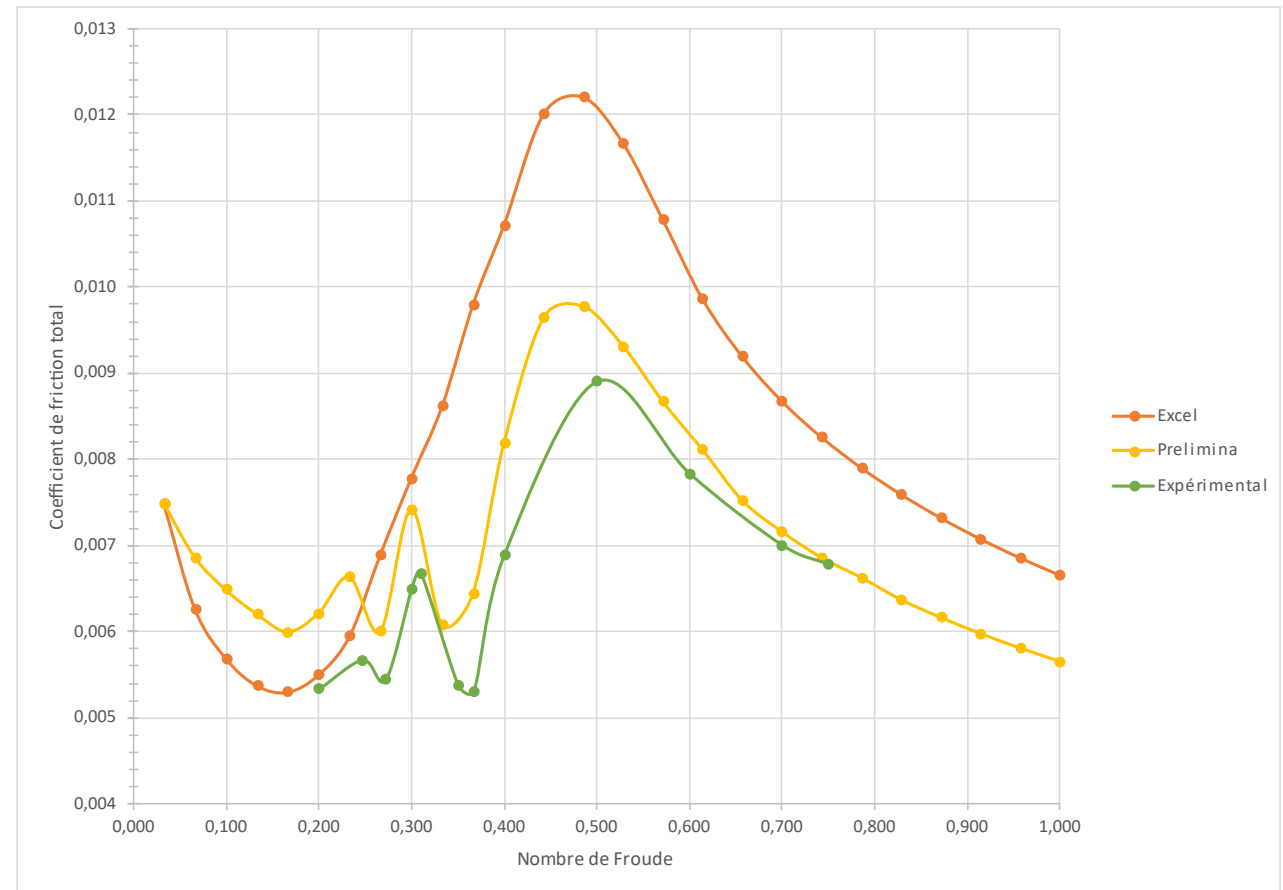
Figure 3.7 Wigley III (Insel, 1990)

Table 3.3 Wigley III hull particulars

Model	Wigley III
L, m	1.80
L/B	10.00
B/T	1.60
$L/\nabla^{1/3}$	7.116
C_B	0.444
C_P	0.667
C_W	0.667
WS, m^2	0.482

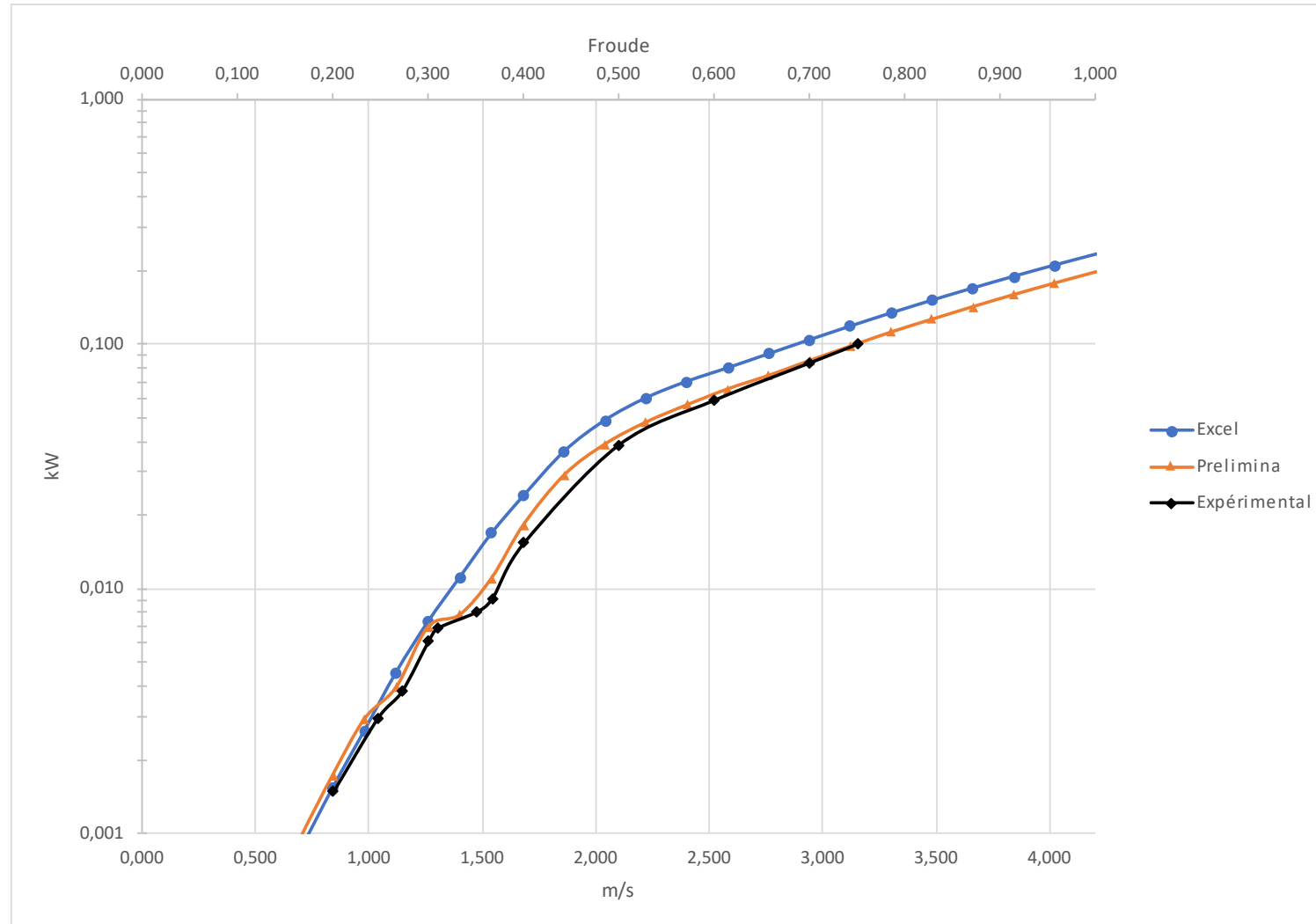
Estimation de la consommation du ponton – Validation des modèles par données empiriques

- Comparaisons entre les modèles et les valeurs empiriques du coefficient de friction total



Estimation de la consommation du ponton – Validation des modèles par données empiriques

- Tracé de la puissance utilisée en fonction de la vitesse en comparaison avec des valeurs empiriques



Étude de sensibilité - Méthodologie

- Utilisation de la méthode *One-At-a-Time* (OAT) → Faire varier un seul paramètre à la fois.

Abréviation	Définition
Lwl (m)	Longueur à la flottaison (m)
Bwl (m)	Maître-bau à la flottaison (m)
Tc (m)	Tirant d'eau de la coque (m)
i (°)	Angle d'entrée à la moitié de la flottaison à l'étrave (°)
S (m)	Espacement des axes de coques (m)
Saero (m ²)	Surface aérodynamique (m ²)
Cx aero	Coefficient de traînée aérodynamique
Cms	Coefficient de section maître (Cms)
Cwp	Coefficient d'aire de flottaison (Cwp)
Sw (m ²)	Surface mouillée d'une coque (m ²)
Disp. (m ³)	Déplacement d'une coque (m ³)
Cp	Coefficient prismatique de la coque
LCB (%)	Centre de carène longitudinal (%)
At (m ²)	Partie immergée de la surface de tableau arrière à vitesse nulle (m ²)

Étude de sensibilité – Implications pratiques

- **Paramètres assumés constants**

- Dimensions physiques des navettes (**Lwl, S, Saero**) excluant les effets thermiques.
- Ignorer les pertes aérodynamiques (**Cx aero**) en raison de faible vitesse d'opération.
- Angle d'entrée (**i**) négligé : vitesse insuffisante pour planer sur les vagues.
- Coefficients géométriques (**Cms, Cwp, Cp**) : variations minimales en conditions réelles.

- **Paramètres variables selon les implications pratiques**

- **Disp.** – Volume d'eau déplacé
- **Tc** – Tirant d'eau
- **At** – Partie immergée à vitesse nulle
- **Sw** – La surface mouillée d'un ponton

Étude de sensibilité – Domaines de variation

- Déterminer de façon théorique

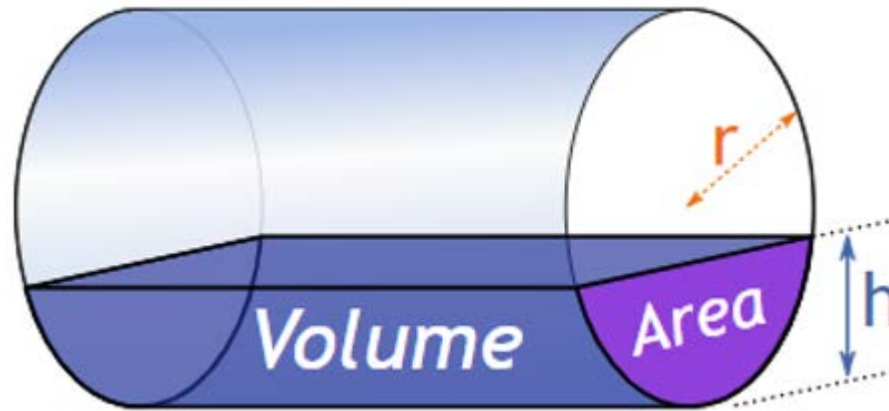
- Hypothèses : Cylindre parfait, la densité de l'eau est de 1000 kg/m³

$$\sum \vec{F} = \vec{F}_{\text{archimède}} + \vec{F}_g = 0$$

$$= \rho g V_{\text{disp}} - m_{\text{tot}} g$$

$$V_{\text{Disp}} = \frac{m_{\text{tot}}}{\rho}$$

1



4

$$S_w = 2 \cdot Lwl \cdot r_{\text{pontoon}} \cos^{-1} \left(\frac{r_{\text{pontoon}} - h}{r_{\text{pontoon}}} \right)$$

$$L \cdot \left(\pi R^2 - R^2 \arccos \left(\frac{R-h}{R} \right) + (R-h) \cdot \sqrt{2Rh - h^2} \right) = V_{\text{Disp}}$$

At

3

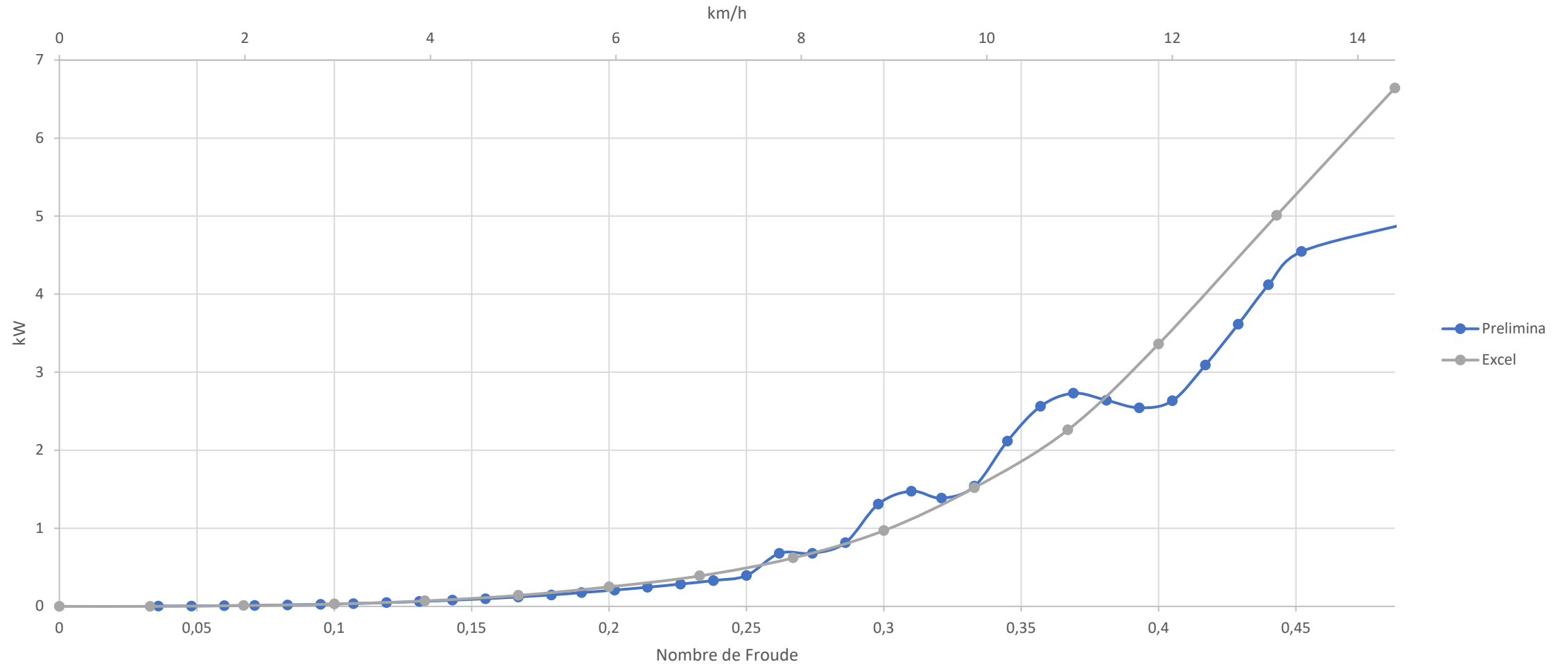
Étude de sensibilité – Domaines de variation

Variable	Intervalle de valeur	% variation
Masse (kg)	911 à 1953	114.38
Disp. (m ³)	0.456 à 0.977	114.25
Tc (m)	0.158 à 0.275	74.05
At (m ²)	0.062 à 0.132	112.90
Sw (m ²)	5.042 à 7.075	40.34

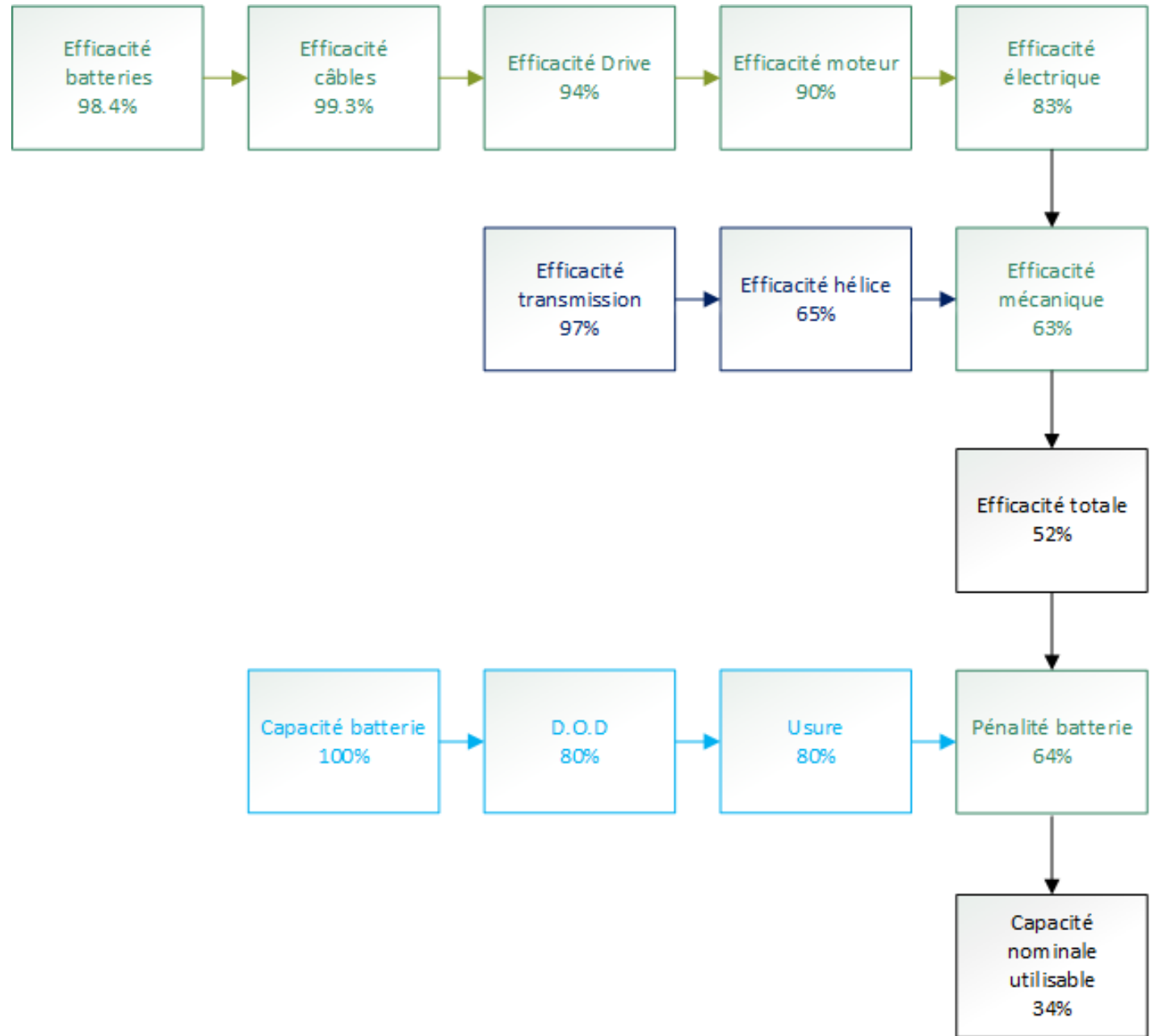
Variable	Variation de la variable p/r à la variation de la masse
Masse (kg)	1.00
Disp. (m ³)	0.9989
Tc (m)	0.6474
At (m ²)	0.9871
Sw (m ²)	0.3527

Utilisation de **la masse totale** dans tous les calculs → **Aucune variation** majeure des paramètres sensibles attendus

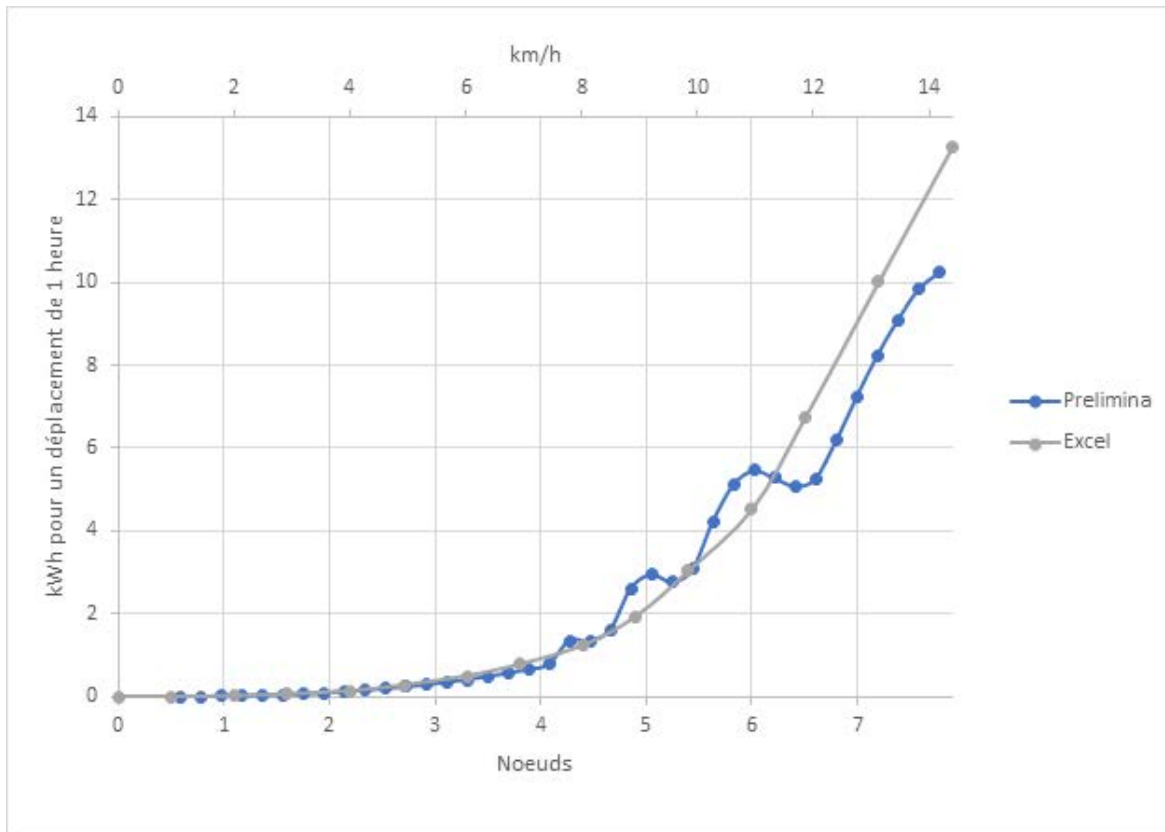
Résultats de la simulation



Efficacité du système et pénalités de capacité énergétique



Efficacité du système et pénalités de capacité énergétique - Résultats



	min	max	suggérée
Vitesse (km/h)			
Vitesse de croisière	5.600	8.600	8.300
Vitesse max	5.600	12.200	11.880
Puissance dissipée (kW)			
Vitesse de croisière	0.161	0.799	0.686
Vitesse max	0.161	2.623	2.543
Puissance consommée (kW)			
Vitesse de croisière	0.307	1.524	1.308
Vitesse max	0.307	5.004	4.852
Capacité batterie/h (kWh par heure d'opération)			
Vitesse de croisière	0.480	2.382	2.044
Vitesse max	0.480	7.819	7.581
Capacité électrique nécessaire pour 29.4km (kWh)			
Vitesse de croisière	2.523	8.154	7.250
Vitesse max	2.523	18.868	18.786

Solutions générales

- Moteur + essence = 200kg
- Possibilité de retirer 163kg avec modification de structure

Solutions	Sans modification de structure		Avec modification de structure	
	Électrique	hybride	Diesel- Électrique	Électrique-solaire
Capacité électrique (kWh)	16.7	8.3	-	16.7
Capacité génératrice (kW)	-	3.5	6-8	-
Capacité solaire kWh/jour	-	-	-	6.5-16.3
Autonomie à la vitesse max de 11.9 km/h (km)	26	48	illimitée	26+
Autonomie à la vitesse de croisière de 8.3 km/h (km)	68	illimitée	illimitée	68+

Comparaison avec les modèles existant

Compagnie	Solution Électrique	Princecraft	Crest	Naviwatt	Vision marine
Modèle	Vectra 25RL	Brio 21-2s	Current 200	Wepro 700	WX tritoon
Poids à vide (kg)	911	728	1033	1650	1202
Capacité (personnes)	12	9	10	13	10
Charge max (kg)	1042	826	932	1250	-
Poids plein (kg)	1953	1554	1965	2900	-
Longueur (m)	7,8	6,6	6,5	7,6	6,1
Largeur (m)	2,6	2,5	-	2,5	2,44
Capacité (kWh)	16,7	10	9	14,4	5
Puissance motrice (kW)	12	12	6	8	3
Vitesse max (km/h)	11,9	13,2	-	-	-
Autonomie à Vmax (km)	26	13,2	-	-	-
Vitesse de croisière (km/h)	8,6	8,7	-	11	8
Autonomie à la vitesse de croisière(km)	68	31,2	-	22	-