

Tester les performances d'un propulseur de sous-marin à hélices contrarotatives par rapport à un équivalent à hélices simples dans l'eau.

Mots clés : Propulsion, Sous-marin, Drone, Hélices contrarotatives, banc d'essai.

Matthias COMBEMALE, Loris TRANIELLO, Guillaume VACHER

OBJECTIFS :

- Concevoir des systèmes moins couteux en énergie : un enjeu industriel majeur.
- Le couple induit par la rotation des hélices fait pivoter sur eux-mêmes les véhicules.

- Optimiser l'énergie mise en jeu dans la propulsion d'un drone sous-marin miniature.
- Comparer un système standard avec un système innovant.

INTRODUCTION :

Etude préalable :

Veille :

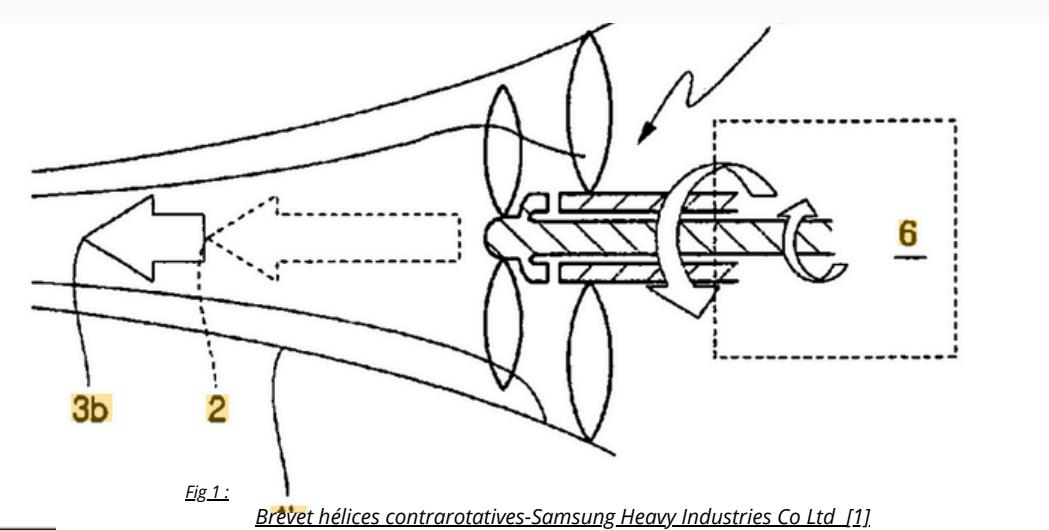
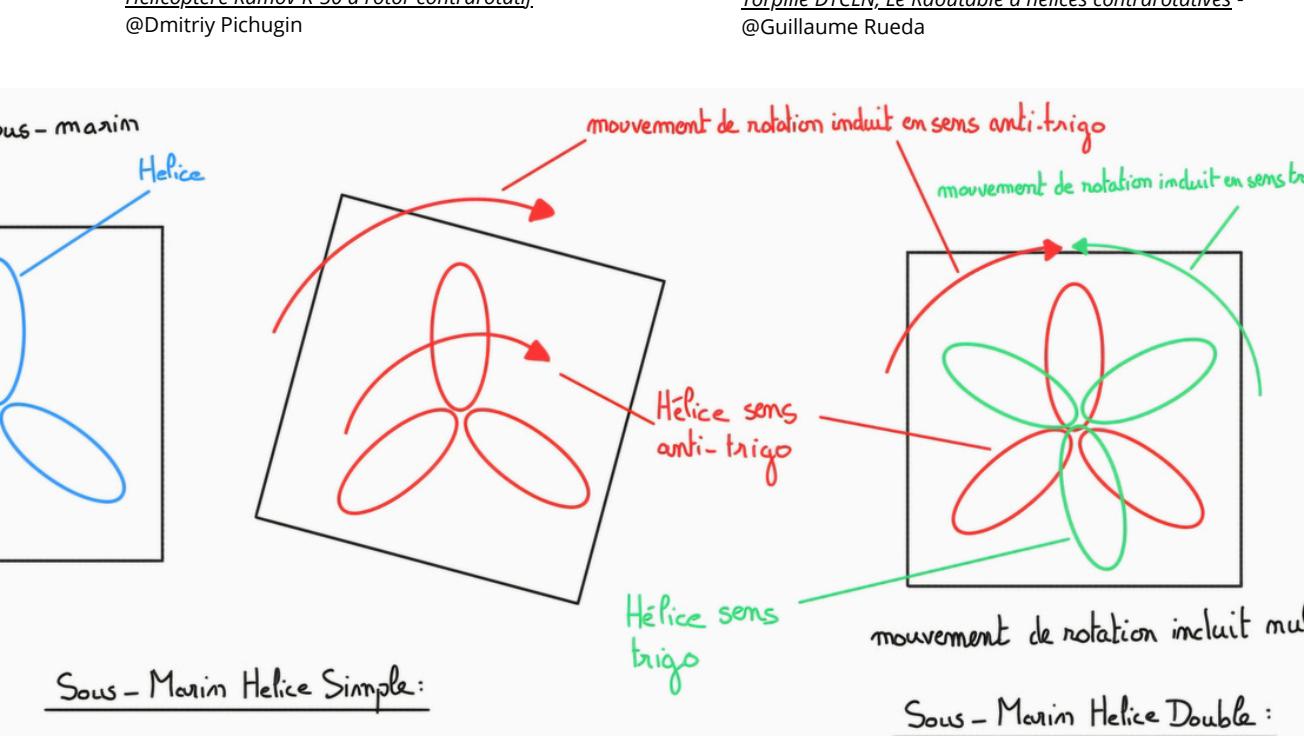


Schéma cinématique :

- Bâti
- Arbre moteur
- Arbre principal
- Pignon Fou
- Arbre Creux

Liaisons :

- 3 pivots et 1 rotule + 1 linaire annulaire.
- 3 Liaisons engrenages: 1 réducteur 1:5 (denture droite)
- 2 différentiel 1:1 (denture conique)

Etude préalable :

TRL 1

Décomposition en blocs logiques, bête à cornes :

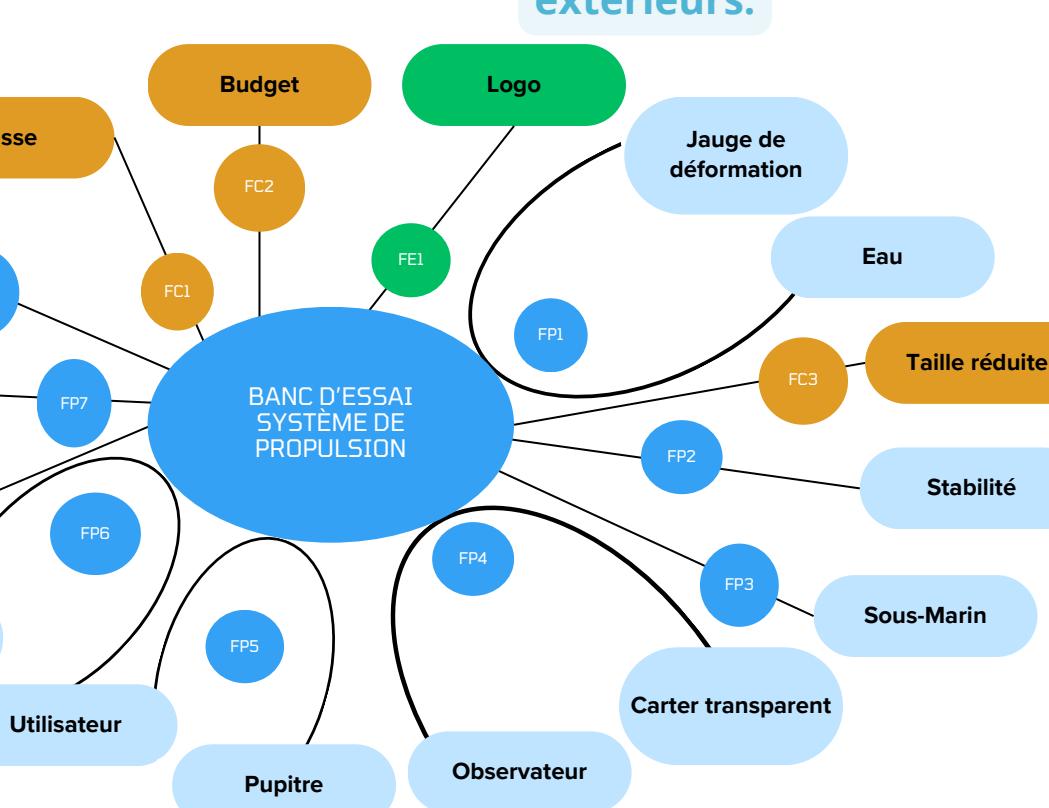


TRL 2

TRL 3

Livrable :
TRL 4 Banc d'essai

Etude des intervenants et des milieux extérieurs:



Analyse Fonctionnelle :

Diagramme GANTT du projet :

	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier													
Découverte du sujet	18-sept	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Vac	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	Vac	S14	S15
Veille scientifique																		
Rédaction du cahier des charges																		
Conception																		
Squelette pilotant																		
CAO de l'ensemble																		
Plan d'ensemble																		
Nomenclature																		
Gamme des pièces à usiner																		
FAO des pièces à fabriquer																		
Impression 3D des pièces																		
Assemblage																		
Test de fonctionnement																		
Communication (rapport)																		
Création du Poster																		
Préparation soutenance																		

Cahier des charges :

- FP1 : Le système de propulsion doit produire une poussée de 30 N deux fois supérieure qu'avec une hélice simple.
- FP2 : Le système de propulsion doit être stable en fonctionnement en supprimant le couple de rotation.
- FP5 : Le système de propulsion doit rendre visible ses données de fonctionnement sur un pupitre de commande.
- FP6 : Le système de propulsion doit être modulable avec une hélice amovible pour la comparaison lors de tests.

FC1 : Le système de propulsion doit avoir une masse réduite inférieure à 5 kg.

FC2 : Le système de propulsion doit être réalisé comme un prototype dans un budget de 100 €.

FC3 : Le système de propulsion doit avoir une taille réduite avec des dimensions inférieures à 800 mm.

Etude et développement :

Dimensionnement :

Hélices => $\varnothing 250\text{mm}$

Sous-marin du commerce => $\varnothing 200$
similaire à une poussée de 5kg

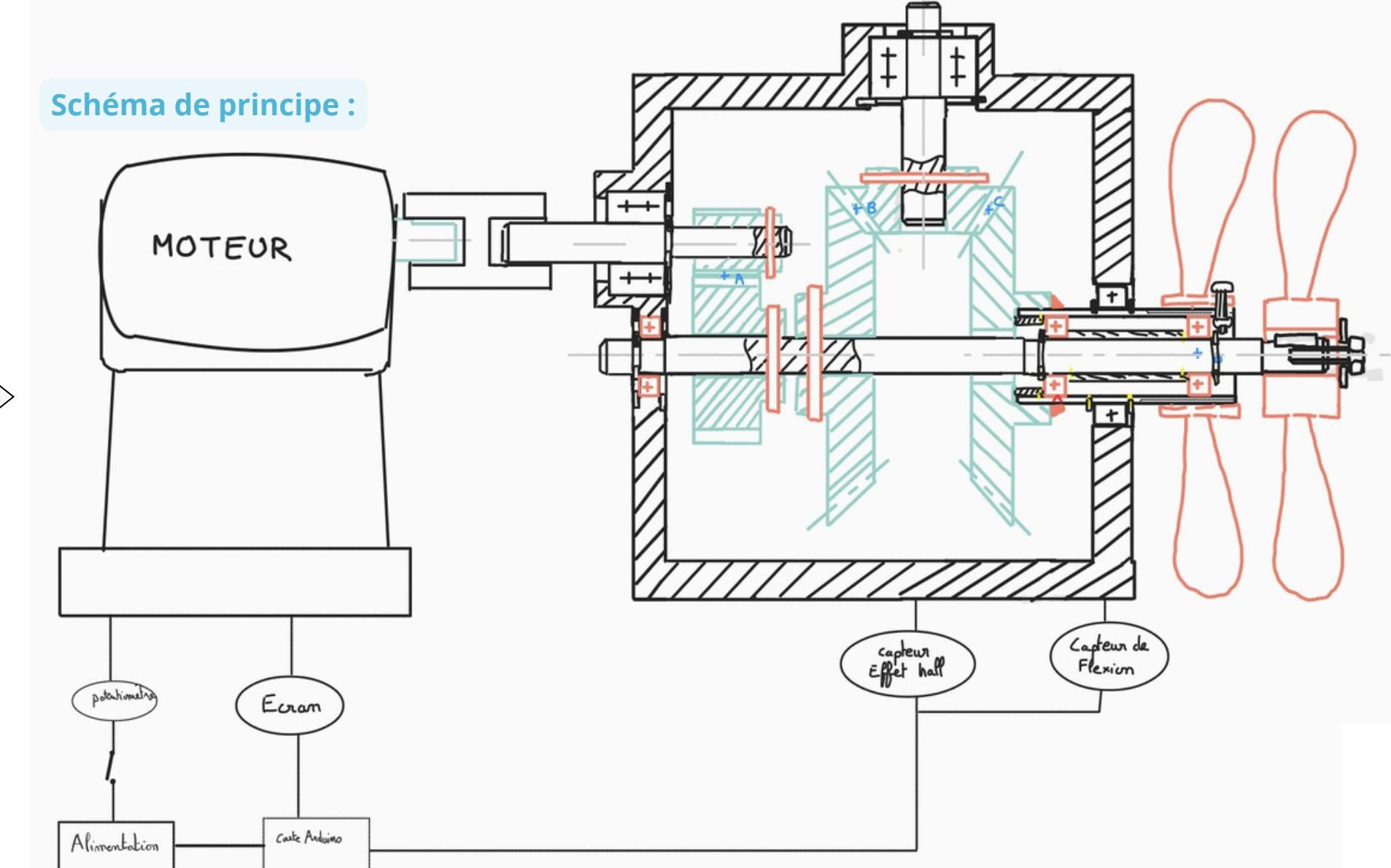
Arbres => $\varnothing 10$

Goupilles => $\varnothing 1,5\text{mm}$

Roulements simples => $d = 25\text{mm}$;
 $D = 47\text{mm}$; $b = 12$; $C_0 = 10100\text{N}$

Roulements doubles => $d = 10\text{ mm}$;
 $D = 30\text{mm}$; $b = 14\text{mm}$; $C_0 = 5100\text{ N}$

Schéma de principe :



Conclusion :

- Les calculs de dimensionnement => choix technologiques envisageables.
- Le squelette pilotant => dimensions, validation schéma cinématique.
- Schéma de principe => solution globale cohérente, pour réponse à la problématique.

Limites :

- Les jeux entre éléments => pertes non maîtrisées.
- Les calculs de dimensionnement => réalisés avec approximation de la forme et de l'efficacité des hélices.

Perspectives :

- CAO
- Mise en plan avec cotation dimensionnelle et géométrique des pièces, puis usinage.
- Achat des éléments standards du prototype.
- Assemblage du prototype et réalisation des tests.

Références :

- [1] S. H. Choi, H. S. Cho, S. S. Rhyu, et S. M. Oh, « Contrarotating propeller supported on rudder horn of ship », EP2150459B1, 13 mars 2013
- [2] « Double hélice sur un bateau : quel est l'intérêt de la contrarotation ? », Bateaux.com.
- [3] M. Quaglia, « Méthodes de prévision acoustique semi-analytiques pour un doublet d'hélices contrarotatives isolé », 2017,