

SESSION 2014

**CAPET
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGÉNIEUR

Option : INGÉNIERIE MÉCANIQUE

EXPLOITATION PÉDAGOGIQUE D'UN DOSSIER TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

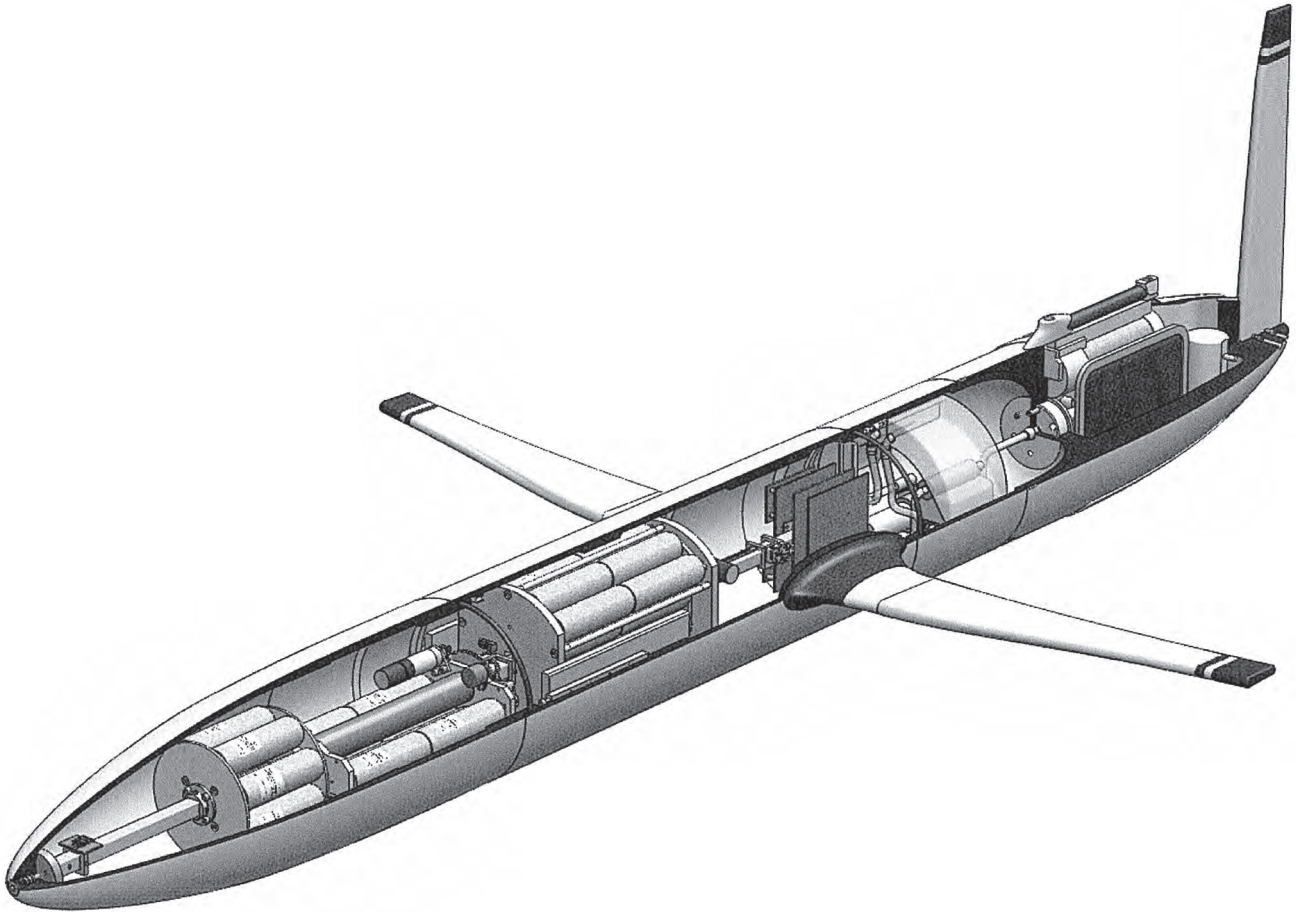
Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

Constitution du sujet



Sujet :	pages 1 à 6
Dossier pédagogique :	pages 7 à 17
Dossier technique :	pages 18 à 30

Les réflexions pédagogiques qui sont proposées dans ce sujet doivent amener les candidats à construire une séquence de formation relative **aux enseignements spécifiques de spécialité du baccalauréat STI2D**. Les programmes des enseignements spécifiques de spécialités résultent d'un prolongement de l'enseignement technologique transversal dans des champs techniques particuliers. Il est donc indispensable de lier les contenus de ces deux programmes. La réflexion devra porter sur cette particularité.

Les professeurs doivent proposer des activités concrètes pour que les élèves apprennent, mais ils sont également confrontés à une exigence de planification, de définition et de hiérarchisation de séquences d'enseignement cohérentes garantissant d'aborder tous les points du programme assignés. En plus de garantir la cohérence de l'enseignement, ce séquençage est aussi le point de départ de véritables mutualisations pédagogiques. Si chaque enseignant reste libre de définir ses séquences et leurs contenus, la mutualisation des activités n'a de sens que si la relation programme/séquence/activités, qui peut être proposée, est correctement décrite. C'est à partir de cette identification que d'autres professeurs pourront adapter, modifier, améliorer une proposition donnée à un nouveau contexte.

Le concept de séquence

Une séquence est une suite logique et articulée de séances de formation qui amène obligatoirement à une synthèse et à une structuration des connaissances découvertes ou approfondies, et qui donne lieu à une évaluation des connaissances ou des compétences visées.

Dans la description proposée du séquençage de l'enseignement technologique transversal – **documents pédagogiques DP2** –, le choix a été fait de définir des séquences de durées variables de quelques semaines - ni trop courtes, pour s'assurer de la possibilité d'agir et d'apprendre, ni trop longues, pour ne générer aucune lassitude - et compatibles avec le calendrier des périodes de vacances scolaires.

Dans cette organisation, le concept de séquence respecte les données suivantes :

- chaque séquence vise l'acquisition, en découverte ou approfondissement, de compétences et connaissances précises du référentiel, identifiées dans le programme ;
- chaque séquence permet d'aborder de 1 à 2 centres d'intérêt, voire 3 au maximum, de manière à faciliter les synthèses et limiter le nombre de supports ;
- chaque séquence correspond à un thème unique de travail, porteur de sens pour les élèves et intégrant les centres d'intérêts utilisés ;
- chaque séquence est constituée de 2 à 4 semaines consécutives au maximum ;
- la durée de l'année scolaire est de 30 semaines, de façon à laisser une marge de manœuvre pédagogique, laissant ainsi 6 semaines par année scolaire, à répartir entre les séquences, pour intégrer des remédiations, des évaluations, des sorties et visites, ... ;
- chaque séquence donne lieu à une séance de présentation à tous les élèves, explicitant les objectifs, l'organisation des apprentissages et les supports didactiques utilisés ;
- chaque séquence donne lieu à une évaluation sommative, soit intégrée dans son déroulement, soit prévue dans le cours d'une séquence suivante.

Le séquençage des enseignements spécifiques de spécialité suit exactement les mêmes règles. Pour faciliter la flexibilité des organisations, des séquences de durée identique sont imposées en vis-à-vis des séquences de l'enseignement technologique transversal.

Les données d'entrée

La première donnée est le programme STI2D, celui de l'enseignement technologique transversal est résumé dans la matrice du document **DP 2**, celui de l'enseignement spécifique de spécialité est donné document **DP 1**.

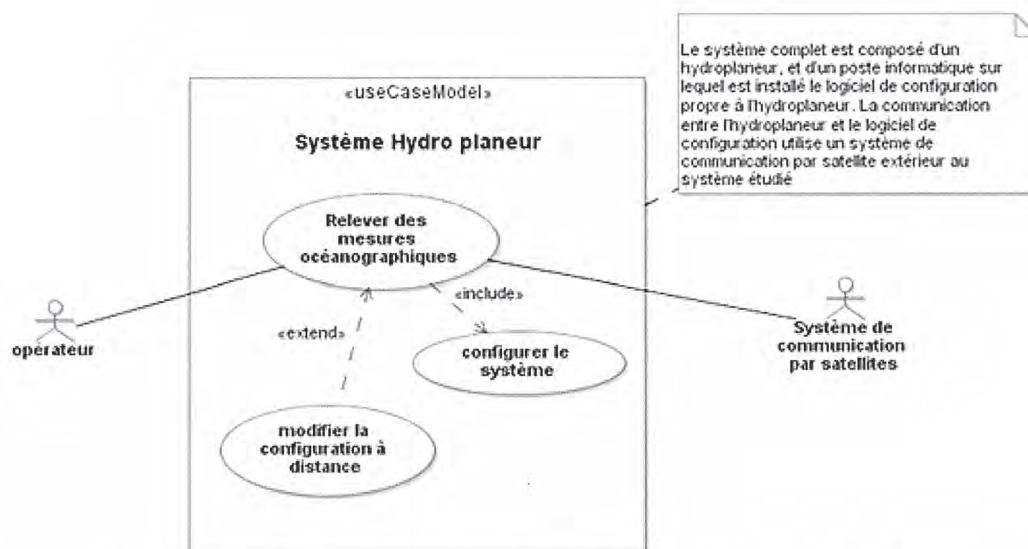
La deuxième entrée dans le séquençement est le choix des centres d'intérêt, ils sont fournis dans les documents **DP 1** et **DP2**.

La troisième entrée incontournable correspond à l'utilisation locale qui est faite de la dotation horaire globale pour l'enseignement technologique transversal (voir **DP 3**) ; et pour l'enseignement spécifique de spécialité, le détail est fourni dans le texte relatif au travail demandé.

La quatrième entrée concerne le système technique support de tout ou partie des activités de formation. Celui, qui est proposé dans ce sujet, est succinctement décrit ci-après et de manière complémentaire dans les documents **DT 1 à DT5**. Une liste, non exhaustive, des documents et supports disponibles est donnée dans le sujet en fin du questionnaire.

Hydroplaneur

Les hydroplaneurs sont développés et utilisés par des équipes de scientifiques, comme celles de l'IFREMER *Institut Français Recherche pour l'Exploitation de la Mer* - pour mesurer, en surface et en profondeur, certaines caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer. Pour capter et enregistrer ces caractéristiques, on peut utiliser différents systèmes, comme des bouées, des stations sous-marines fixes ou des bateaux. Les hydroplaneurs complètent ces systèmes classiques.



L'hydroplaneur étudié est conçu pour naviguer en plongée la majeure partie de son temps.

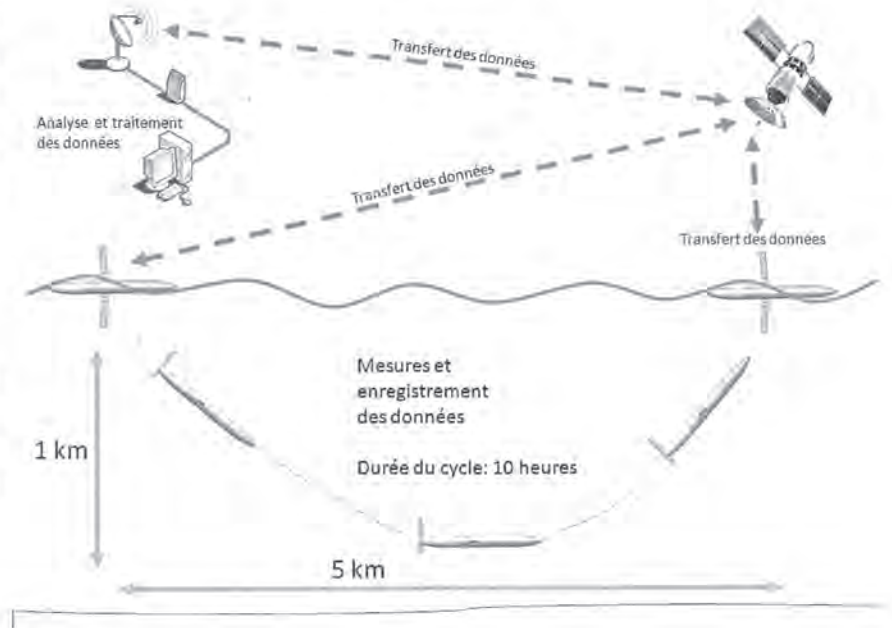
Comme les planeurs aériens, ces engins ne sont pas équipés de système de propulsion, ils utilisent la portance de leurs ailes et les courants marins pour naviguer sous la mer.

Pour transmettre l'ensemble des informations collectées durant la phase de plongée, il remonte régulièrement à la surface pour communiquer avec des bases terrestres spécialisées dans l'acquisition et le traitement de ces données.

L'hydroplaneur étudié embarque son énergie dans un nombre limité de batteries sans qu'il soit prévu de les recharger.

Cette contrainte d'autonomie fait que les concepteurs de l'hydroplaneur ont retenu les solutions techniques les plus économes en énergie, pour permettre à l'appareil de passer plusieurs mois en mer avant d'être repêché.

L'autonomie de fonctionnement recherchée est de 140 jours de navigation, correspondant à 500 cycles de descente et montée, soit environ 3 000 km parcourus.



Principaux modes de fonctionnement

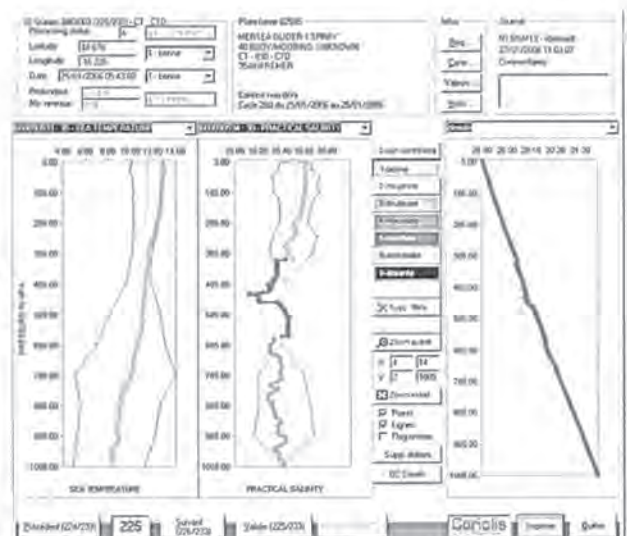
Acquisition des données océanographiques

L'engin est muni de différents capteurs permettant d'acquérir en temps réel des grandeurs physiques comme la température de l'eau, sa salinité ou sa densité (exemple de relevé, figure ci-contre).

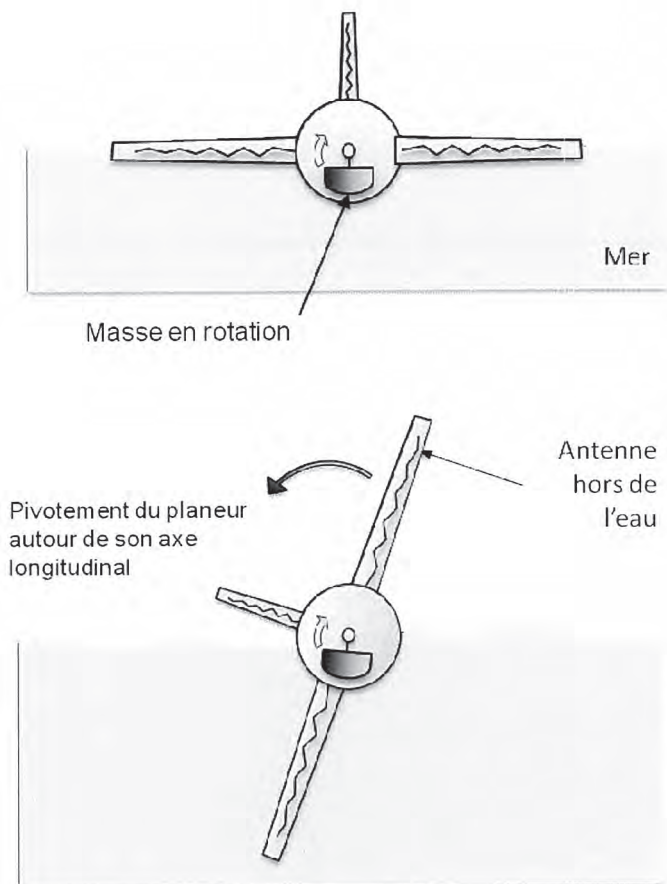
Dans la mer, les mouvements des masses d'eau sont régis par trois facteurs principaux :

- les vents de surfaces ;
- la température ;
- la salinité.

Une masse d'eau chaude est moins dense qu'une masse d'eau froide ce qui entraîne un mouvement ascendant de cette eau plus chaude. Une eau salée est plus dense qu'une eau douce ce qui entraîne un mouvement descendant de cette eau plus salée. Les mesures de salinité sont effectuées en mesurant la conductivité de l'eau, laquelle dépend directement de sa charge en sel, à température et pression connues.



PRINCIPE DE PIVOTEMENT DU PLANEUR



Traitement et stockage des données

Les données analogiques sont recueillies, numérisées et stockées dans les mémoires actives de l'hydroplaneur.

Transmission des données

À chaque remontée en surface, l'hydroplaneur se connecte à un réseau sans fil - **Iridium** - afin de transmettre les données enregistrées.

Connexion aux réseaux sans fil

L'hydroplaneur dispose de trois antennes qui sont logées dans la dérive et chaque aileron stabilisateur. Cette solution impose, pour émettre en surface, que l'engin pivote sur lui-même d'un quart de tour afin de faire émerger une des deux antennes dédiées au réseau **Iridium**.

Ce mouvement est obtenu par le déplacement d'une masse excentrée autour de l'axe longitudinal du planeur.

Récupération de l'hydroplaneur

En fin de charge des batteries ou en cas de dysfonctionnement, l'hydroplaneur dispose d'une balise ARGOS, dont l'antenne est dans la dérive verticale. Elle permet de géolocaliser l'hydroplaneur qui peut être récupéré par un navire.

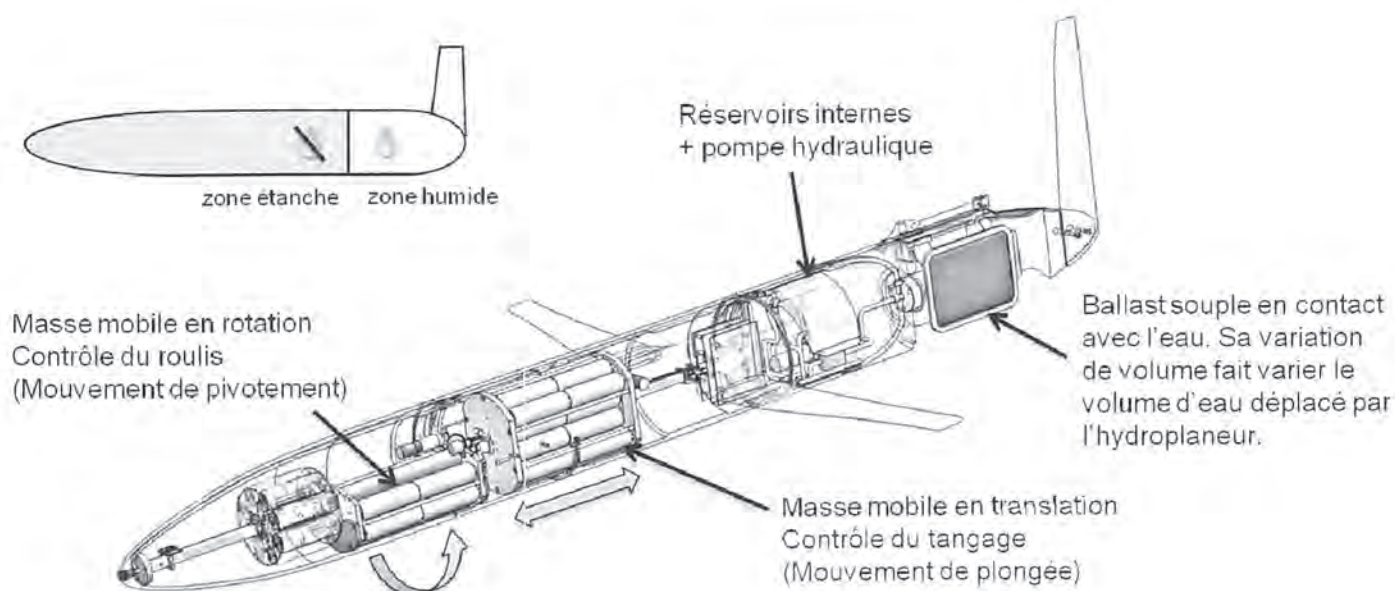
Déplacement sous-marin

L'appareil utilise le principe de la poussée d'Archimède.

Cette poussée varie en fonction du volume de liquide déplacé, elle s'applique au centre de poussée, centre de gravité du volume de liquide déplacé, et elle est dirigée du bas vers le haut.

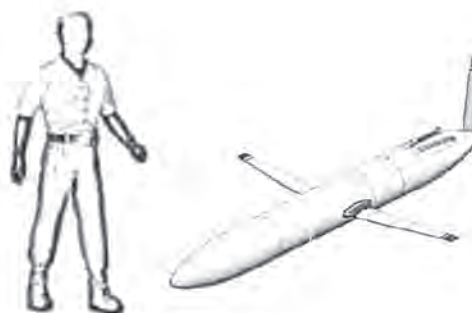
Si le volume de l'hydroplaneur diminue, la poussée d'Archimède diminue et le planeur descend. Si son volume augmente, la poussée d'Archimède augmente et le planeur remonte. Cette variation de volume est obtenue en gonflant ou dégonflant des ballasts souples immergés situés dans la partie arrière. La variation de volume du ballast souple s'obtient en injectant de l'huile à l'intérieur du ballast. Cette huile est transférée par une pompe électro-hydraulique à partir de réservoirs situés à l'intérieur de l'hydroplaneur, en zone étanche.

Pour incliner l'engin lors des descentes et des remontées, le système technique permettant de faire varier le volume de l'appareil est complété par un système qui déplace le centre de gravité du planeur le long de son axe longitudinal par rapport à son centre de poussée. Selon les positions du centre de gravité par rapport au centre de poussée, le planeur s'inclinera soit vers le bas, soit vers le haut. L'angle optimal est de 20°.



Dimensions de l'appareil

Les hydroplaneurs ont des dimensions qui vont en général de 100 cm à 200 cm de longueur, une envergure de 150 cm et un diamètre de 20 cm.



Travail demandé

1 - **Commenter et analyser** l'organisation globale de l'enseignement technologique transversal et les choix pédagogiques réalisés pour la **séquence 8** en classe de terminale décrite sur le document **DP3**. L'argumentation précisera l'intérêt pédagogique à bâtir une séquence en respectant le synoptique présenté dans le document **DP4**.

2 - **Décrire** de la même manière, l'organisation et les contenus de formation de la **séquence d'enseignement spécifique de la spécialité Innovation Technologique et Éco Conception de terminale STI2D**, correspondant à la séquence 8 de l'enseignement technologique transversal (voir question précédente).

Il est demandé de :

- choisir les centres d'intérêt parmi ceux proposés ;
- donner les items du programme abordés en cours et le nombre d'heures qui y seront consacrés ;
- déterminer la nature (étude de dossier, activité pratique, projet) et le nombre d'activités en groupes allégés qui seront proposées aux élèves ;
- définir l'objectif de formation de chacune des activités ;
- préciser sur quel support les activités sont réalisées sachant qu'une au moins est relative à l'hydroplaneur.

Les choix d'utilisation de la dotation horaire globale par l'établissement conduisent à 3 h de cours classe entière et 6 h en groupes allégés.

La formalisation de la présentation est laissée à l'initiative du candidat. Elle peut s'appuyer ou reprendre celle des séquences de l'enseignement technologique transversal.

Une argumentation annexe sera développée afin de justifier les choix faits, et de mettre en évidence la liaison entre l'enseignement technologique transversal et celui spécifique de la spécialité Innovation Technologique et Éco Conception.

3 - **Décrire** le scénario d'une activité, relative à la séquence de formation de la question 2, en groupes allégés relative à l'utilisation de l'hydroplaneur comme système technique. Les éléments suivants doivent être développés :

- un rappel de l'objectif de formation, de la durée et de la nature de l'activité ;
- la liste et la description détaillées des documents techniques nécessaires ;
- les éléments de didactisation du système ;
- la démarche pédagogique utilisée et la forme du travail (groupe, binôme, individuel, etc...) ;
- la description du travail demandé à l'élève et la relation avec les documents techniques remis.

4 - Le dernier point à développer concerne **l'évaluation des enseignements** abordés lors de la séquence de formation de la question 2. **Doivent être précisés :**

- la forme retenue de l'évaluation ;
- les points clés vérifiés ;
- les modalités de l'évaluation.

Liste des documents et supports disponibles

1 - Maquette numérique des différents systèmes (hydroplaneur, robot aspirateur, voiture hybride, AR drone).

2 - Dossiers techniques comprenant :

- diagrammes SYSML des systèmes proposés ;
- documentations techniques des sous-systèmes et composants (extraits disponibles DT 1 à DT 8).

3 - Outils de simulation numérique de comportement sous charge.

4 - Base de données de matériaux permettant une mise en œuvre de méthodes de choix multicritères.

5 - Systèmes robot aspirateur, AR drone et voiture télécommandée présents dans le laboratoire.

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

DP 1 : compétences – Programme ITEC – Centres d'intérêt
Spécialité Innovation Technologique et Eco Conception

A - Objectifs et compétences de l'enseignement spécifique de spécialité ITEC
Conception du baccalauréat STI2D

Objectifs de formation	Compétences attendues
O7 – Imaginer une solution, répondre à un besoin	CO7.itec1. Identifier et justifier un problème technique à partir de l'analyse globale d'un système (approche Matière - Énergie - Information) CO7.itec2. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue CO7.itec3. Définir, à l'aide d'un modèleur numérique, les formes et dimensions d'une pièce d'un mécanisme à partir des contraintes fonctionnelles, de son principe de réalisation et de son matériau CO7.itec4. Définir, à l'aide d'un modèleur numérique, les modifications d'un mécanisme à partir des contraintes fonctionnelles
O8 – Valider des solutions techniques	CO8.itec1. Paramétrer un logiciel de simulation mécanique pour obtenir les caractéristiques d'une loi d'entrée/sortie d'un mécanisme simple CO8.itec2. Interpréter les résultats d'une simulation mécanique pour valider une solution ou modifier une pièce ou un mécanisme CO8.itec3. Mettre en œuvre un protocole d'essais et de mesures, interpréter les résultats CO8.itec4. Comparer et interpréter le résultat d'une simulation d'un comportement mécanique avec un comportement réel
O9 – Gérer la vie du produit	CO9.itec1. Expérimenter des procédés pour caractériser les paramètres de transformation de la matière et leurs conséquences sur la définition et l'obtention de pièces CO9.itec2. Réaliser et valider un prototype obtenu par rapport à tout ou partie du cahier des charges initial CO9.itec3. Intégrer les pièces prototypes dans le système à modifier pour valider son comportement et ses performances

B - Programme de la spécialité ITEC du baccalauréat STI2D

1. Projet technologique

Objectif général de formation : vivre les principales étapes d'un projet technologique justifié par la modification d'un système existant, imaginer et représenter un principe de solution technique à partir d'une démarche de créativité.

1.1 La démarche de projet	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Les projets industriels				
Typologie des entreprises industrielles et des projets techniques associés (projets locaux, transversaux, « joint venture »)		P	1	Présentation à partir de cas industriels représentatifs de la production d'objets manufacturés en grande série et petites séries. Les études de dossiers technologiques proposées doivent permettre l'identification d'innovations technologiques et amener à des études comparatives de coûts.
Phases d'un projet industriel (marketing, pré conception, pré industrialisation et conception détaillée, industrialisation, maintenance et fin de vie)		P	2	
Principes d'organisation et planification d'un projet (développement séquentiel, chemin critique, découpage du projet en		P	2	

DP 1 : compétences – Programme ITEC – Centres d'intérêt

fonctions élémentaires ou en phases) Gestion, suivi et finalisation d'un projet (coût, budget, bilan d'expérience)				
Les projets pédagogiques et technologiques				
Étapes et planification d'un projet technologique (revues de projets, travail collaboratif en équipe projet : ENT, base de données, formats d'échange, carte mentale, flux opérationnels)		P/T	3	<i>Il s'agit d'expliquer et d'illustrer les grandes étapes d'un projet technologique et pédagogique pour les faire vivre aux élèves au cours du cycle terminal STI2D à travers des microprojets et un projet technologique en terminale.</i>
Animation d'une revue de projet ou management d'une équipe projet		P/T	3	
Évaluation de la prise de risque dans un projet par le choix des solutions technologiques (innovations technologiques, notion de coût global, veille technologique)		P/T	2	
1.2 Créativité et innovation technologique	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Méthodes de créativité rationnelles et non rationnelles (lois d'évolutions et principes d'innovation, contradictions, relations entre solutions techniques et principes scientifiques/technologiques associés, méthodes de brainstorming)		P/T	2	
Contraintes de réglementation, normes, propriété industrielle et brevets	*	P/T	2	
Dimension Design d'un produit, impact d'une approche Design sur les fonctions, la structure et les solutions techniques		P/T	2	
Intégration des fonctions et optimisation du fonctionnement : approche pluritechnologique et transferts de technologie	*	P/T	2	<i>Enseignement s'appuyant sur des études de dossiers technologiques amenant à découvrir et modifier la relation fonction – solution technique – formes et ergonomie d'un système simple.</i>
				<i>Enseignement s'appuyant sur des études de dossiers technologiques amenant à découvrir comment des systèmes évoluent à partir d'intégrations de fonctions et/ou d'applications de transferts de techno.</i>
1.3 Description et représentation	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Analyse fonctionnelle (selon les normes en vigueur : cahier des charges fonctionnel, indices de flexibilité)	*	P/T	3	<i>On se limite à l'analyse et à la complémentation d'un diagramme en phase d'analyse, permettant de faire les liens entre analyse fonctionnelle et solutions techniques associées.</i>
Représentation d'une idée, d'une solution : croquis, schémas de principe à main levée	*	P/T	3	<i>L'objectif n'est pas de proposer un modèle de comportement mais de formaliser et de transmettre une idée, un principe de solution. Le strict respect des normes de représentation n'est donc pas attendu.</i>
Schémas cinématique (minimal ou non) et structurel.	*	P/T	3	

2. Conception mécanique des systèmes

Objectif général de formation : définir tout ou partie d'un mécanisme, une ou plusieurs pièces associées et anticiper leurs comportements par simulation. Prendre en compte les conséquences de la conception proposée sur le triptyque Matériau - Énergie - Information.

2.1 Conception des mécanismes	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Modification d'un mécanisme : définition volumique et numérique (CAO 3D) des modifications d'un mécanisme à partir de contraintes fonctionnelles		T	3	<i>On se limite à la modification de maquettes volumiques existantes en privilégiant les modes de conception dans l'assemblage.</i>
Définition volumique et numérique (CAO 3D) des formes et dimensions d'une pièce, prise en compte des contraintes fonctionnelles		P/T	3	<i>On se limite à la création de pièces à partir de maquettes volumiques de mécanismes existants en privilégiant les modes de conception dans l'assemblage. Les éventuelles mises en plan ne servent qu'à faire apparaître la cotation pertinente par rapport à la réalisation retenue, sans imposer le strict respect des normes de représentation.</i>
Influences du principe de réalisation et du matériau choisis sur les formes et dimensions d'une pièce simple		T	3	<i>Enseignement en lien avec des expérimentations réelles sur les procédés, utilisant des progiciels de simulation des procédés adaptés à la découverte et à l'initiation. On proscriit les progiciels professionnels d'utilisation trop complexes à ce niveau.</i>
Choix d'une solution : critères de choix associés à une conception ou à l'intégration d'une solution dans un système global - coût, fiabilité, environnement, ergonomie et design - Matrice de comparaison de plusieurs critères	*	T	2	<i>Enseignement permettant de faire le lien entre le système pluritechnique retenu comme support de projet et la pertinence des solutions proposées.</i>
Formalisation et justification d'une solution de conception : illustrations 3D (vues photo réalistes, éclatés, mises en plan, diagramme cause effet, carte mentale, présentation PAO)	*	P/T	3	<i>Permet de former les élèves à l'utilisation maîtrisée et pertinente des outils numériques de présentation à travers des approches structurées résumant le cheminement d'une démarche technologique (investigation, résolution d'un problème technique, projet technologique).</i>
2.2 Comportement d'un mécanisme et/ou d'une pièce	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Simulations mécaniques : modélisation et simulation (modèle simplifié et modèle numérique, validation des hypothèses)	*	T	2	<i>Enseignement permettant de montrer la nécessité d'obtenir un ordre de grandeur des résultats recherchés par l'utilisation d'un modèle simplifié mais accessible aux calculs manuels (à partir de formules).</i>
Résistance des matériaux : hypothèses et modèle poutre, types de sollicitations simples, notion de contrainte et de déformation, loi de Hooke et module d'Young, limite élastique, étude d'une sollicitation simple	*	T	3	<i>Utilisation possible de progiciels volumiques intégrant un module d'éléments finis simple et accessible ou d'un progiciel traitant des problèmes plans et axisymétriques.</i>
Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution	*	P/T	3	<i>Prolongement de l'enseignement correspondant des enseignements technologiques communs. Utilisation du modèle de présentation « torseur des</i>

DP 1 : compétences – Programme ITEC – Centres d'intérêt

d'un problème de statique plane	M ¹			actions mécaniques » en mode descriptif uniquement. Utilisation de progiciels volumiques intégrant un module de traitement du comportement dynamique des systèmes.
Mouvements des mécanismes : modélisation des liaisons, trajectoires, vitesses, accélérations, mouvements plans, résolution graphique d'un problème de cinématique plane		P/T	3	Utilisation du modèle de présentation « torseur cinématique » en mode descriptif uniquement. Utilisation possible de progiciels volumiques intégrant un module de traitement du comportement dynamique des systèmes.
Impacts environnementaux des solutions constructives : unité fonctionnelle, unités associées		P	3	Utilisation obligatoire d'un progiciel traitant uniquement des impacts environnementaux.
Interprétation des résultats d'une simulation : courbe, tableau, graphe, unités associées	*	P/T	3	Enseignement amenant à la maîtrise de la lecture des modes de présentation utilisés dans les progiciels de simulation et à la comparaison de différentes versions d'un scénario d'analyse d'un comportement.
Scénario de simulation pour comparer et valider une solution, modifier une pièce ou un mécanisme.		P/T	3	

3. Prototypage de pièces

Objectif général de formation : découvrir par l'expérimentation les principes des principaux procédés de transformation de la matière, réaliser une pièce par un procédé de prototypage rapide et valider sa définition par son intégration dans un mécanisme.

3.1 Procédés de transformation de la matière	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Principes de transformation de la matière (ajout, enlèvement, transformation et déformation de la matière) Paramètres liés aux procédés Limitations, contraintes liées : - aux matériaux - aux possibilités des procédés - aux coûts - à l'environnement		P/T	3	Enseignement excluant l'utilisation de moyens de production de type professionnel. La formation à l'optimisation des processus et des paramètres de réglage est exclue. Les procédés sont abordés par le biais d'expérimentations sur des systèmes didactiques simples, puis par des activités de simulation numérique, des visites d'ateliers et/ou d'entreprises locales et d'analyses de bases de connaissances numériques.
Expérimentation de procédés, protocole de mise en œuvre, réalisation de pièces prototypes.		P/T	3	Les activités expérimentales proposées s'intéressent aux principes physiques et chimiques employés et aux contraintes techniques associées.
Prototypage rapide : simulation et préparation des fichiers, post traitement de la pièce pour une exploitation en impression 3D		P/T	3	Les activités pratiques de prototypage rapide peuvent relever des 3 niveaux suivants : - prototypage de pièces et validation de ses formes (imprimante 3D) ; - prototypage de pièces par coulée sous vide d'une pièce en matériau plastique de « bonne résistance » (moule silicone et coulée polyuréthane) ; - prototypage de pièces de petites dimensions en « vraie matière », alliages
Coulage de pièces prototypées en résine et/ou en alliage métallique (coulée sous vide)		P/T	3	

¹ Somme de vecteurs
CAPET SII – option IM

DP 1 : compétences – Programme ITEC – Centres d'intérêt

				<i>d'aluminium ou cuivreux (machine semi automatique de coulée sous vide).</i>
3.2 Essais, mesures et validation	ETC	P/T	Tax	Commentaires
Conformité dimensionnelle et géométrique des pièces en relation avec les contraintes fonctionnelles de la maquette numérique		P/T	3	<i>On se limite à la vérification des spécifications nécessaires à l'intégration d'une pièce prototype dans un mécanisme.</i>
Essais mécaniques sur les matériaux (traction, compression, flexion simple, dureté)	*	T	2	<i>Approfondissement, dans le cadre des projets, des compétences et connaissances visées dans le tronc commun.</i>
Intégration d'une ou plusieurs pièces dans un système (graphe de montage, assemblages, réglages, essais)		P	3	<i>Activité à privilégier lors de l'intégration d'une ou plusieurs pièces prototypées dans un système fonctionnel.</i>
Mesure et validation de performances : essais de caractérisation sur une pièce ou sur tout ou partie d'un système (efforts, déformation, matériau, dimensions, comportements statique, cinématique, énergétique)		T	3	<i>Ces activités s'effectuent dans le cadre des projets, sur des dispositifs expérimentaux et instrumentés liés aux supports étudiés. Elles permettent de faire apparaître les écarts entre les résultats de simulation et le comportement réel d'un système.</i>

Extrait du document d'accompagnement : proposition de centres d'intérêt en ITEC

Centres d'intérêt proposés		Outils et activités mis en œuvre	Connaissances abordées	Réf de compétences visées
CI 1	Besoin et performances d'un système	Diagrammes SysML adaptés Logiciel CAO 3D et simulations métier associées Instrumentation de mesures	Description et représentation Comportement d'un mécanisme ou d'une pièce	CO7.itec1 CO7.itec2
CI 2	Compétitivité, design et ergonomie des systèmes	Logiciel CAO 3D Méthodes de créativité	Description et représentation Créativité et innovations technologiques Comportement d'un mécanisme ou d'une pièce	CO7.itec2
CI 3	Eco-conception des mécanismes	Logiciel CAO 3D Logiciel éco conception ACV Logiciel d'aide au choix des matériaux	Description et représentation Conception des mécanismes	CO7.itec3 CO7.itec4.
CI 4	Structure, matériaux et protections d'un système	Logiciel CAO 3D et module analyse mécanique (statique, cinématique, dynamique et RdM associés) Logiciel d'aide au choix des matériaux Machine d'essais des matériaux Supports didactiques	Description et représentation Conception des mécanismes Comportement d'un mécanisme ou d'une pièce	CO8.itec1 CO8.itec2 CO8.itec3. CO8.itec4.
CI 5	Transmission de mouvement et de puissance d'un système	Logiciel CAO 3D et module analyse mécanique (statique, cinématique, dynamique et RdM associés) Bases de connaissances transformation de mvmt, transmission de puissance Supports didactiques	Description et représentation Conception des mécanismes Comportement d'un mécanisme ou d'une pièce	CO8.itec1 CO8.itec2 CO8.itec3. CO8.itec4.
CI 6	Procédés de réalisation	Logiciel CAO 3D et modules de simulation des procédés associés Bases de données matériaux et procédés Machines didactisées de procédés	Description et représentation Relation PMP Comportement d'un mécanisme ou d'une pièce Essais, mesures et validation	CO9.itec1. CO9.itec2. CO9.itec3

Centres d'intérêt retenus pour l'enseignement technologique transversal

CI 1	Développement durable et compétitivité des produits
CI 2	Design, architecture et innovations technologiques
CI 3	Caractérisation des matériaux et structures
CI 4	Dimensionnement et choix des matériaux et structures
CI 5	Efficacité énergétique dans l'habitat et les transports
CI 6	Efficacité énergétique liée au comportement des matériaux
CI 7	Formes et caractéristiques de l'énergie
CI 8	Caractérisation des chaînes d'énergie
CI 9	Amélioration de l'efficacité énergétique dans les chaînes d'énergie
CI 10	Efficacité énergétique liée à la gestion de l'information
CI 11	Commande temporelle des systèmes
CI 12	Formes et caractéristiques de l'info
CI 13	Caractérisation des chaînes d'info.
CI 14	Traitement de l'information
CI 15	Optimisation des paramètres par simulation globale

Compétences du programme de l'enseignement technologique transversal

Objectifs de formation		Compétences attendues
Société et développement durable	O1 - Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable	CO1.1. Justifier les choix des matériaux, des structures d'un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable CO1.2. Justifier le choix d'une solution selon des contraintes d'ergonomie et d'effets sur la santé de l'homme et du vivant
	O2 - Identifier les éléments permettant la limitation de l'Impact environnemental d'un système et de ses constituants	CO2.1. Identifier les flux et la forme de l'énergie, caractériser ses transformations et/ou modulations et estimer l'efficacité énergétique globale d'un système CO2.2. Justifier les solutions constructives d'un système au regard des impacts environnementaux et économiques engendrés tout au long de son cycle de vie
Technologie	O3 - Identifier les éléments influents du développement d'un système	CO3.1. Décoder le cahier des charges fonctionnel d'un système CO3.2. Évaluer la compétitivité d'un système d'un point de vue technique et économique
	O4 - Décoder l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle d'un système	CO4.1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d'un système ainsi que ses entrées/sorties CO4.2. Identifier et caractériser l'agencement matériel et/ou logiciel d'un système CO4.3. Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d'un système CO4.4. Identifier et caractériser des solutions techniques relatives aux matériaux, à la structure, à l'énergie et aux informations (acquisition, traitement, transmission) d'un système
	O5 - Utiliser un modèle de comportement pour prédire un fonctionnement ou valider une performance	CO5.1. Expliquer des éléments d'une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d'un système CO5.2. Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle CO5.3. Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés
Communication	O6 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère	CO6.1. Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés CO6.2. Décrire le fonctionnement et/ou l'exploitation d'un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent CO6.3. Présenter et argumenter des démarches, des résultats, y compris dans une langue étrangère

DP 2 – matrice de l'enseignement technologique transversal

Centres d'intérêts et répartitions des heures																				
	Chapitre 1 et 2	H	Chapitre 3	H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Compétitivité et créativité	Paramètres de la compétitivité	6				6														
	Cycle de vie d'un produit	6			3	3														
	Compromis CEC	4				2				2						2				
Eco conception	Étapes de la démarche	8			4	4														
	Mise à disposition des ressources	20			20															
	Utilisation raisonnée des ressources	16				4		4	4			4								
Approche fonctionnelle des systèmes	Organisation fonct. d'une chaîne d'énergie	25		Typologie des solutions constructives de l'énergie	16				10		4		20	7						
	Organisation fonct. d'une chaîne d'info.	15		Traitement de l'information	22									3	12	4	8	12		
	Représentation du réel	20				2	10	2	2	2	2									
Approche comportementale	Représentations symboliques	20						4	1	1	2		4	1	1		4	1	1	
	Modèles de comportement	4																		
	Comportement des matériaux	8		Choix des matériaux	12	2		4	8		4								1	
	Comportement mécanique des S.	30		Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides	16			12	20	2									6	
	Structures porteuses	16							16	6										
	Comportement énergétique	32		Trans. Modu. Stockage d'énergie.	52				8	20		10	20	6	20					
	Comportement informationnel des systèmes	30		Acquisition et codage de l'information	20									6	15			25	4	
				Transmission de l'info	22													22		
sous total chapitres 1 et 2		260	TOTAL		420	35	25	26	55	17	36	6	18	41	23	47	6	12	60	12
			Heures première		240	24	24	22	22	12	18	6	12	20	18	20	6	8	28	0
			Heures terminale		180	11	1	4	33	5	18	0	6	21	5	27	0	4	32	12

Séquences de première		Compétences	
1- Éco construction des produits		CO1.1 / CO2.1 / CO6.1 /	24
2- Design et architecture des produits		CO1.2 / CO2.2 / CO6.1 /	24
3- Structure et matériaux dans les ouvrages		CO4.1 / CO4.4 / CO6.2 /	16
4- Énergie dans les ouvrages		CO4.1 / CO4.2 / CO4.4 / CO6.2	16
5- Information dans les ouvrages		CO4.1 / CO4.2 / CO4.3 / CO4.4 / CO6.2	16
6- Efficacité énergétique et matériaux		CO1.1 / CO2.1 / CO2.2 // CO5.1 / CO6.2 /	32
7- Efficacité énergétique et SI		CO1.1 / CO2.1 / CO2.2 // CO5.1 / CO6.2 /	32
8- Structure et matériaux des systèmes mécatroniques		CO2.2 / CO5.1 / CO5.2 / CO6.2 /	16
9- Énergie dans les systèmes mécatroniques		CO2.2 / CO5.1 / CO5.2 / CO6.2 /	16
10- Information dans les systèmes mécatroniques		CO2.2 / CO5.1 / CO5.2 / CO6.2 /	16
11- Comportement des systèmes		CO3.1 / CO3.2 / CO5.3	32

DP 2 – matrice de l'enseignement technologique transversal

		Centres d'intérêts et répartitions des heures																			
Chapitre 1 et 2		H	Chapitre 3			H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Compétitivité et créativité	Paramètres de la compétitivité	6						6													
	Cycle de vie d'un produit	6					3	3													
	Compromis CEC	4						2					2					2			
Eco conception	Étapes de la démarche	8					4	4													
	Mise à disposition des ressources	20					20														
	Utilisation raisonnée des ressources	16					4		4		4			4							
Approche fonctionnelle des systèmes	Organisation fonctionnelle d'une chaîne d'énergie	25				16					10		4		20	7					
	Organisation fonctionnelle. d'une chaîne d'information	15				22										3	12	4	8	12	
Outils de représentation	Représentation du réel	20					2	10	2	2	2	2									
	Représentations symboliques	20							4	1	1	2		4	1	1			4	1	1
Approche comportementale	Modèles de comportement	4																			
	Comportement des matériaux	8				12	2		4	8		4									1
	Comportement mécanique des systèmes	30								12	20	2									6
	Structures porteuses	16				16					16	6									
	Comportement énergétique	32				52					8	20		10	20	6	20				
	Comportement informationnel des systèmes	30				20										6	15			25	4
						22														22	

Séquences de terminales		Compétences	
1- Traitement de l'information		18	18
2- Dimensionnement des structures		12	
3- Solutions et comportement des structures dans l'habitat		12	
4-Solutions et comportement de l'énergie dans l'habitat		12	
5-Gestion de l'information dans l'habitat		12	
6- Eco conception, éco construction et choix des matériaux		18	12
7- Performances et pilotage des systèmes multisources		24	12
8- Solutions constructives et comportement des structures dans les systèmes mécatroniques		12	
9-Solutions constructives et comportement de l'énergie dans les systèmes mécatroniques		12	
10- Commande temporelle des systèmes mécatroniques		12	
11- Modélisation et comportement des systèmes		36	12

Tournez la page S.V.P.

DP 3 : fiche séquence

SÉQUENCE 8												Solutions constructives et comportement des structures dans les systèmes mécatroniques											
Centres d'intérêt abordés dans la séquence (pas plus de 3)												Classe de 32 élèves ITEC / effectif du groupe											
1		CI 3		Caractérisation des matériaux et structures								16 élèves											
2		CI 4		Dimensionnement et choix des matériaux et structures								2 h											
3												10 h											
Nombre de semaines				2 semaines + 1 d'évaluation				Choix de l'utilisation de la DGH dans l'établissement				heures en classe entière											
Horaire total de l'élève				12 heures								3 heures en groupes											
Horaire élève classe entière				6 h				Activités en groupes allégés															
Horaire élève groupe *				6 h				Activité pratique 1		Activité pratique 2		Activité pratique 3		Activité pratique 4									
				Cours				CI				CI 3 / CI 4											
Sem 1				3.2.1 Transformateurs et modulateurs d'énergie associés				Heures élèves				3h											
				3.2.2 Stockage d'énergie																			
				1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources (optimisation des masses et des assemblages)				Objectifs				L'objectif général de cette séquence est d'approfondir les relations optimisant la réalisation des systèmes mécaniques à travers leur conception et leur dimensionnement. L'optimisation des masses et des assemblages sera privilégiée. Cela induit l'approche de l'étude des comportements des structures en lien avec les matériaux qui les constituent.											
				2.3.5 Comportement énergétique des systèmes				Nb élèves				4		4		4							
								Nb d'îlots				1		1		1							
Sem 2				2.3.2 Comportement des matériaux				Heures élèves				3 h											
				2.3.3 Comportement mécanique des systèmes				Objectif				Le paramétrage et l'analyse des résultats donnés par un logiciel de simulation de comportement sous charge permettront de caractériser des matériaux, de justifier leur choix, de caractériser un constituant mécanique et de justifier son choix.											
				3.1.1 Choix des matériaux				Nb élèves				4		4		4							
				3.1.2 Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides				Nb d'îlots				1		1		1							
				2.2 Représentation du réel et représentations symboliques																			
Sem 3				Évaluation en classe entière								2h											
Semaines												Rotation des activités en groupes allégés											
S1												G1		G2		G3		G4					
S2												G2		G1		G4		G3					
Classe de 32 élèves divisée en 2 groupes allégés de 16 élèves, rotation gérée sur 4 groupes de 4 élèves.																							

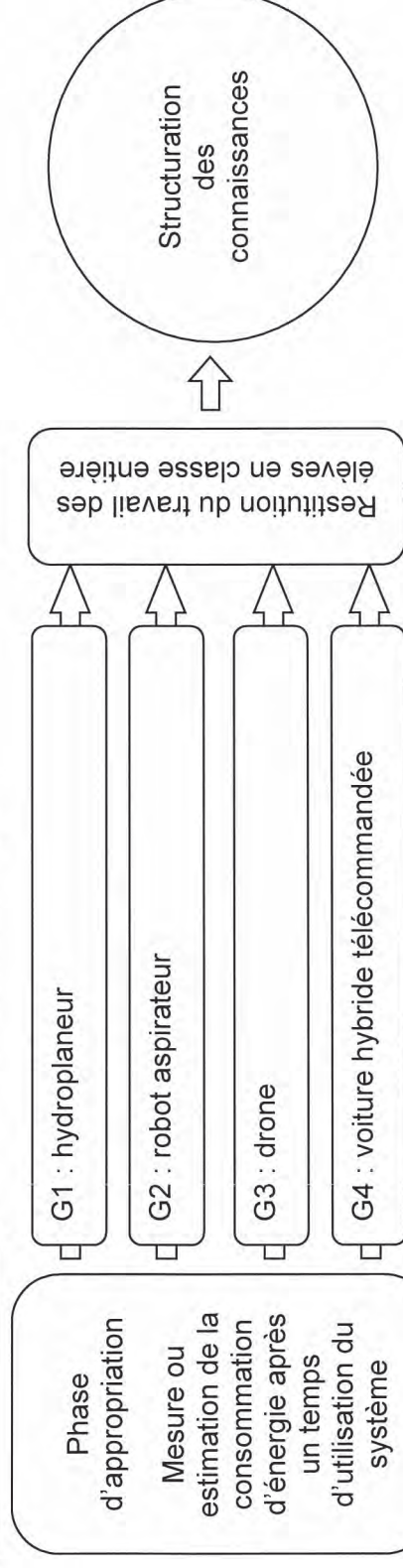
Situation de problème

La masse embarquée d'un système mobile a-t-elle une influence sur sa consommation d'énergie ?

Dossier Technique DP 4 : synoptique de la séquence

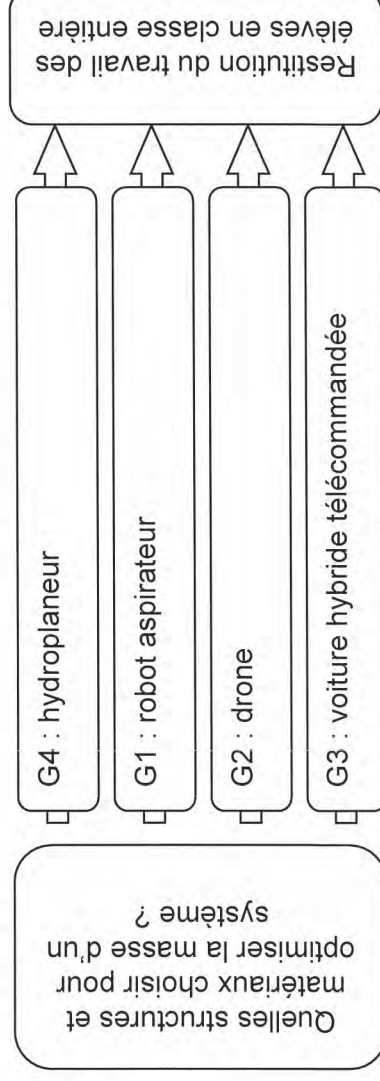
Semaine 1

Démarche d'investigation

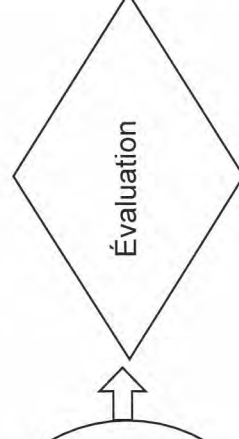


Semaine 2

Activités pratiques de découverte

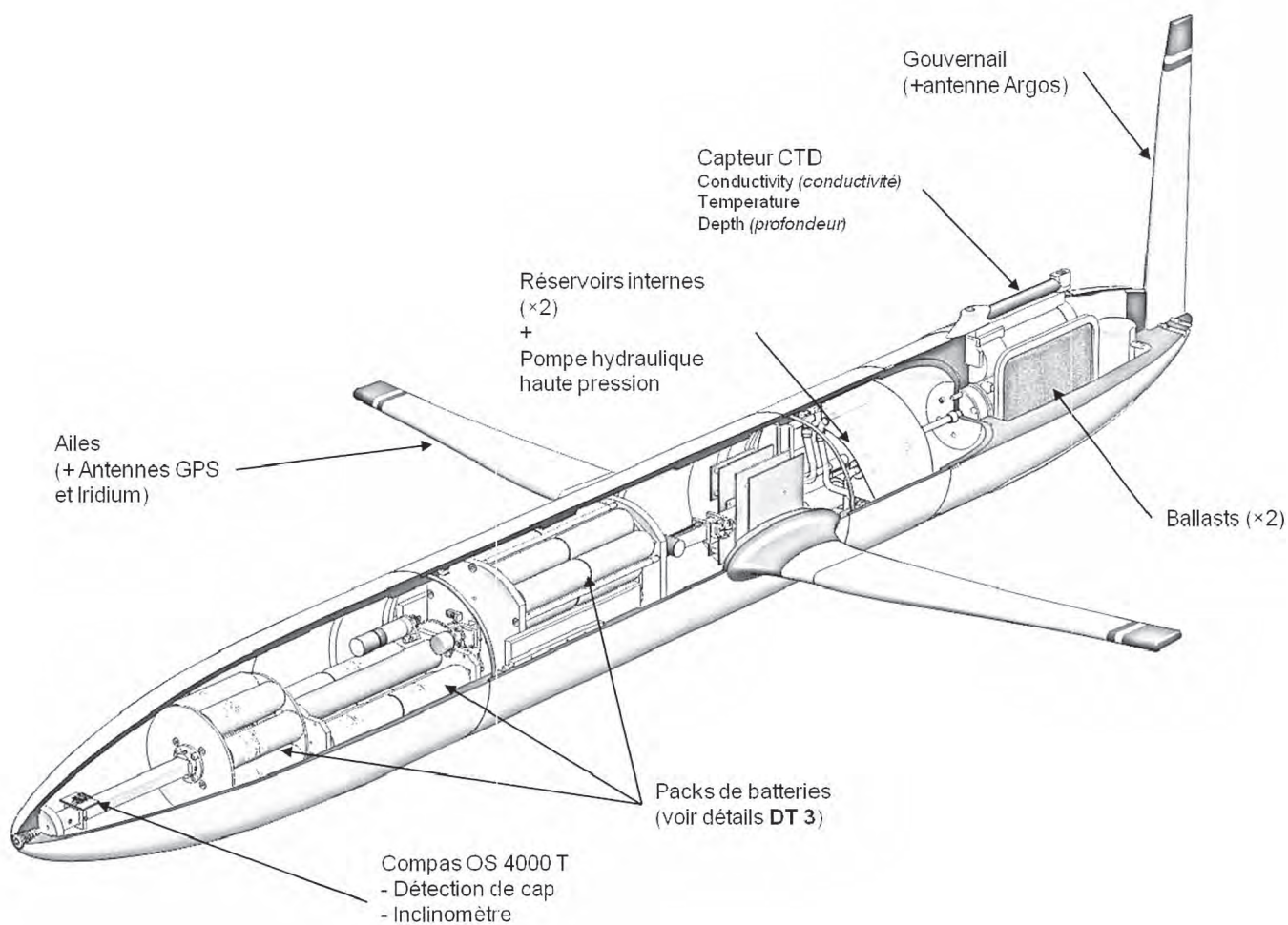


Semaine 3



DOSSIER TECHNIQUE

Architecture générale



Architecture générale - Données techniques

Matériaux :

- coque étanche dry section en Aluminium 6061 T6 ;
- partie arrière wet section en polypropylène - solid propylen ;
- ailes et gouvernail en uréthane moulé.

Dimensions et performances :

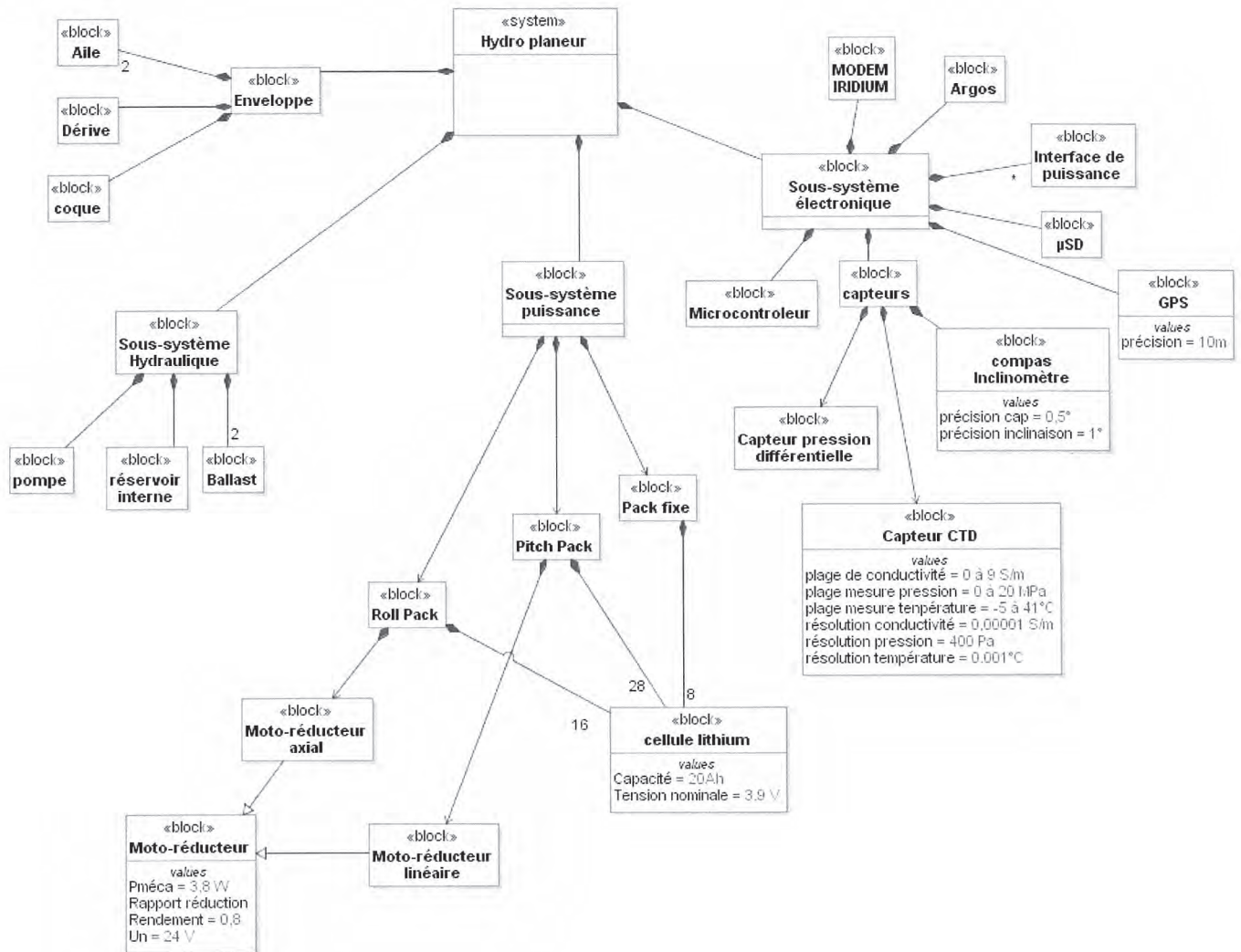
- longueur - 2000 mm ;
- diamètre - 200 mm ;
- envergure - 1200 mm ;
- masse (config. actuelle) de 52,2 kg ;
- charge utile maxi de 3 kg ;
- profondeur de plongée de 1000 m.

Endurance

L'autonomie de fonctionnement est de 140 jours de navigation environ, correspondant à 500 cycles de descente/montée à une profondeur de 1000 m.

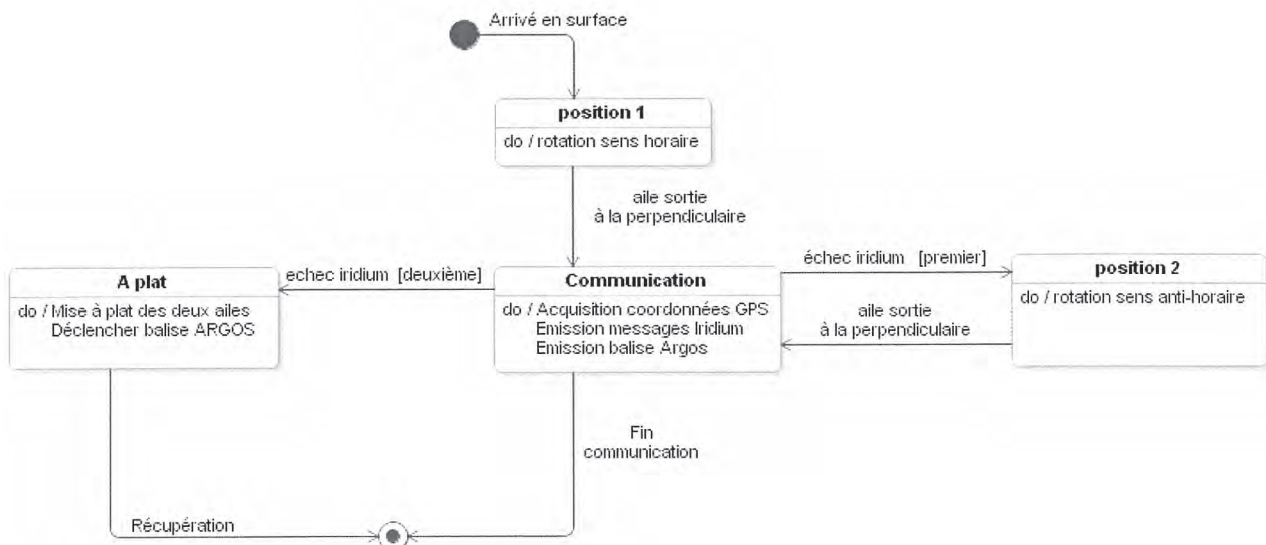
DT 2 : description de l'hydroplaneur

Diagramme de définition de blocs (bdd)



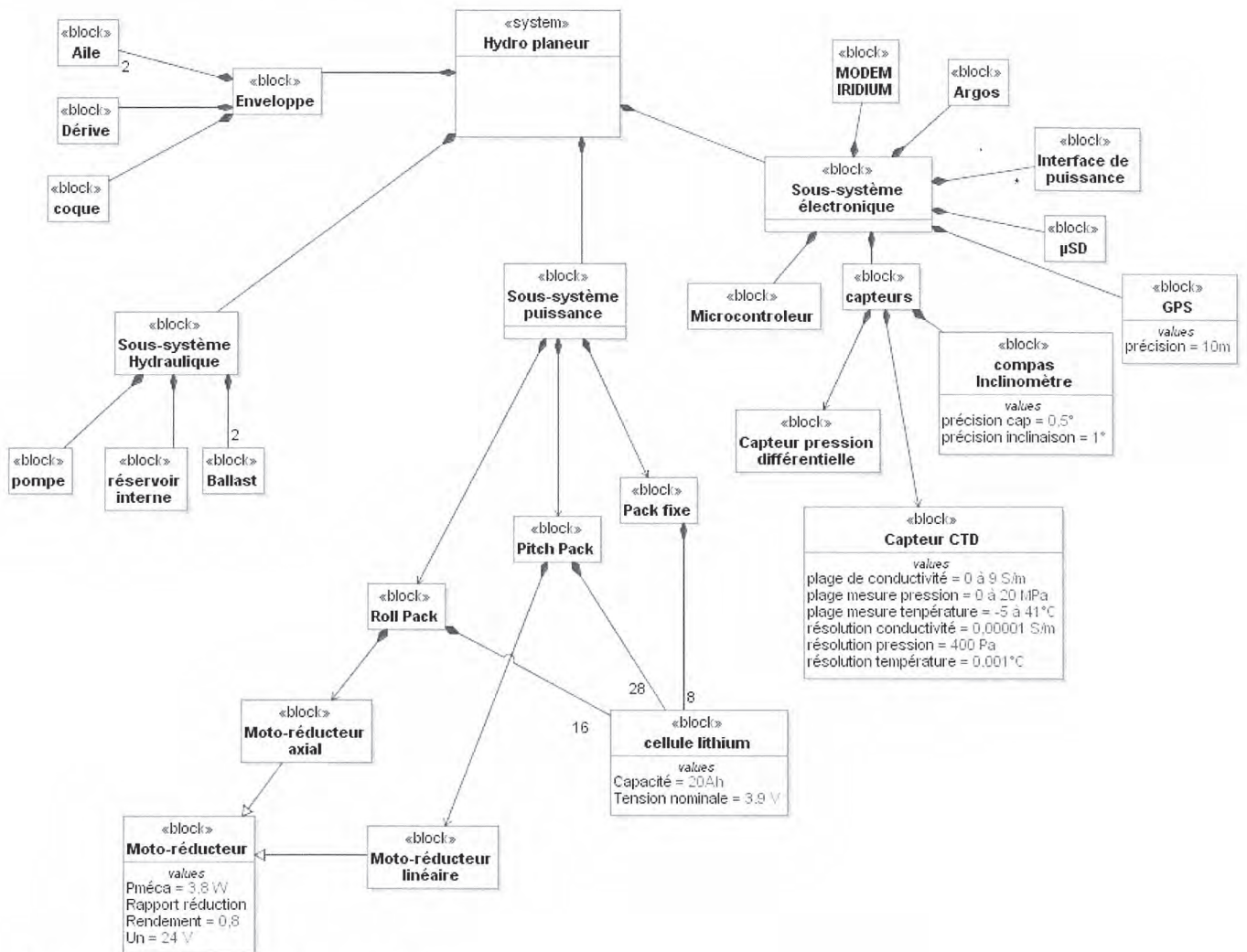
Procédure d'alerte en cas de panne

En cas de dysfonctionnement de la communication avec le réseau de satellites *Iridium*, l'hydroplaneur adopte le comportement **Architecture générale**



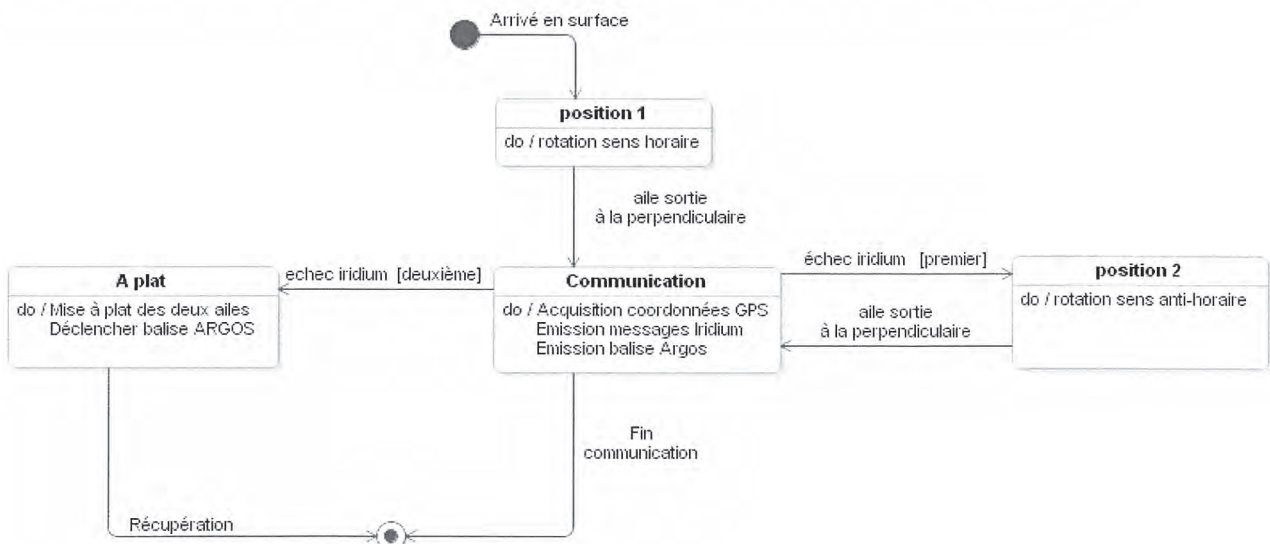
DT 2 : description de l'hydroplaneur

Diagramme de définition de blocs (bdd)

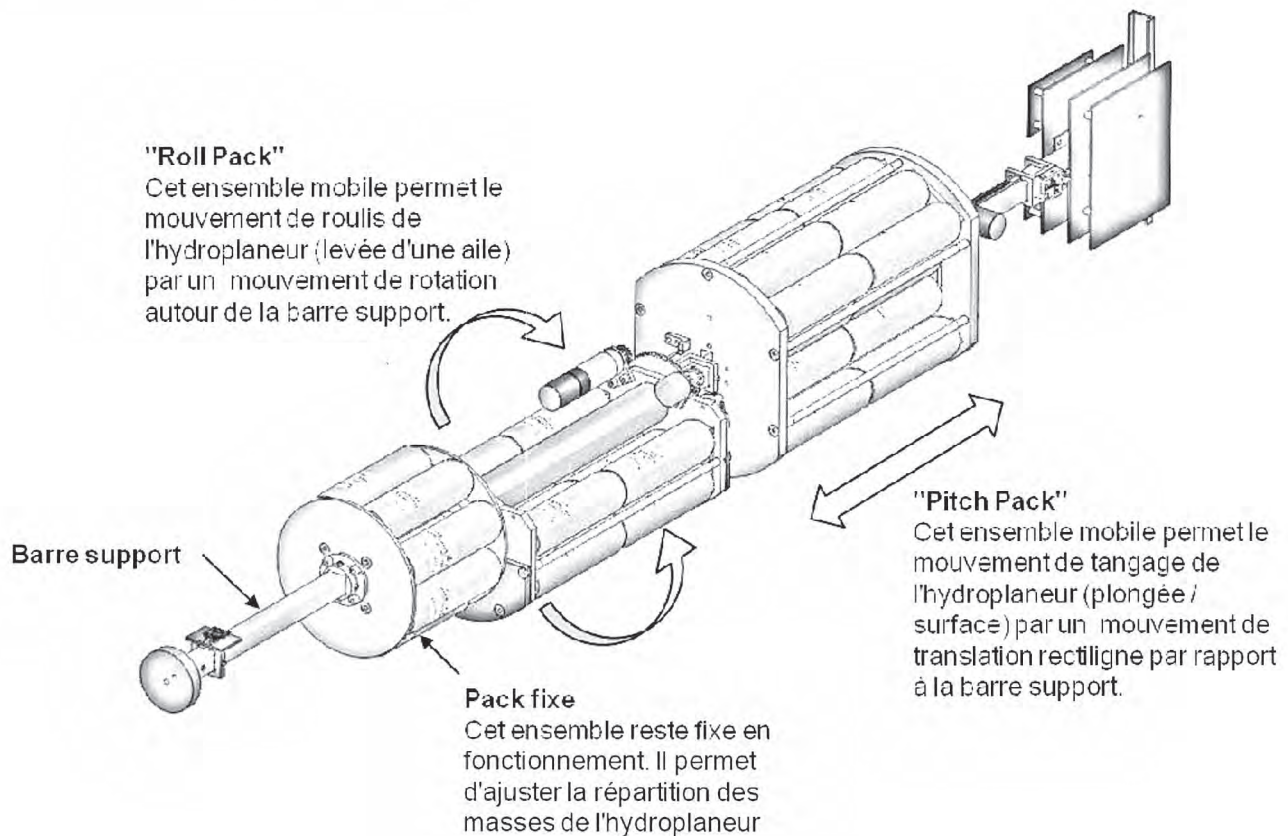


Procédure d'alerte en cas de panne

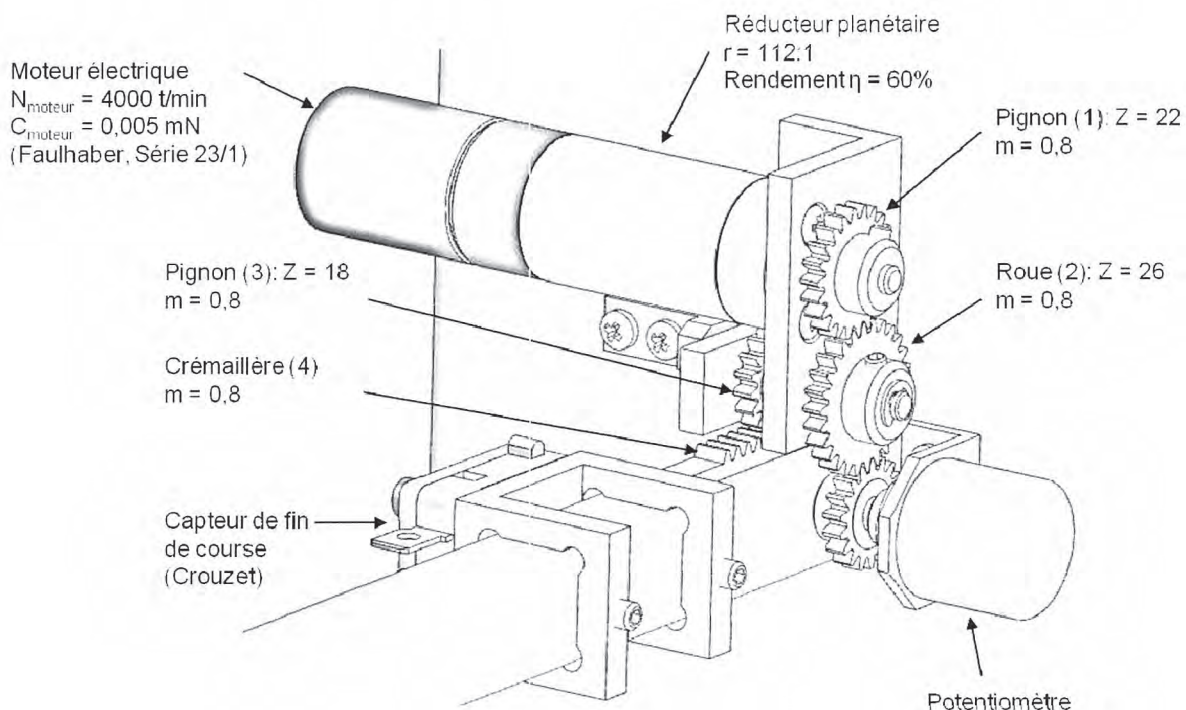
En cas de dysfonctionnement de la communication avec le réseau de satellites *Iridium*, l'hydroplaneur adopte le comportement décrit par le diagramme d'état ci-dessous.



Système de masses mobiles

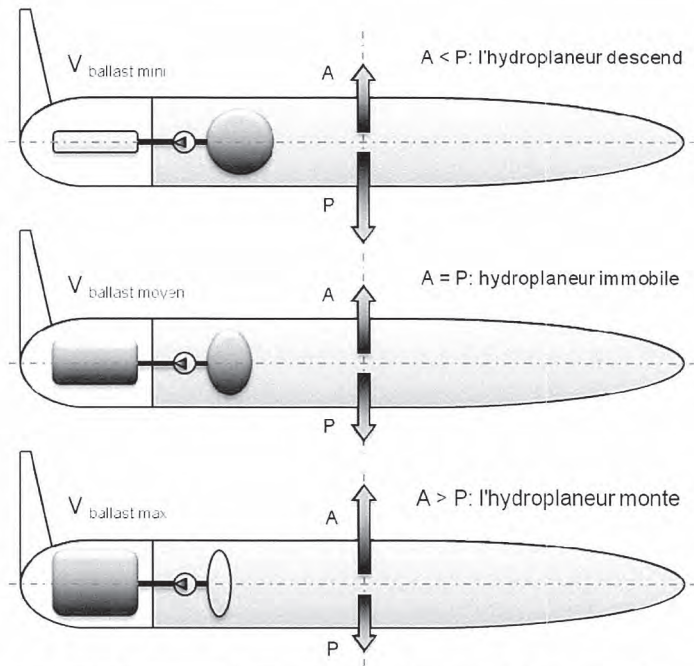


Ensemble du système d'entraînement du « Pitch Pack »



Flottabilité de l'hydroplaneur

La poussée d'Archimède s'applique au centre de « poussée » CdP (centre de gravité du volume de liquide déplacé).



	Phase de « plongée »	Phase de « surface »
Volume d'eau déplacée	0,05053 m ³	0,05123 m ³
Masse d'eau déplacée*	51,842 kg	52,562 kg
Position centre de poussée**	973 mm /origine	984 mm /origine

*Masse volumique de l'eau de mer : 1025 kg/m³ en moyenne (d'après travaux EOS 80 de l'UNESCO).

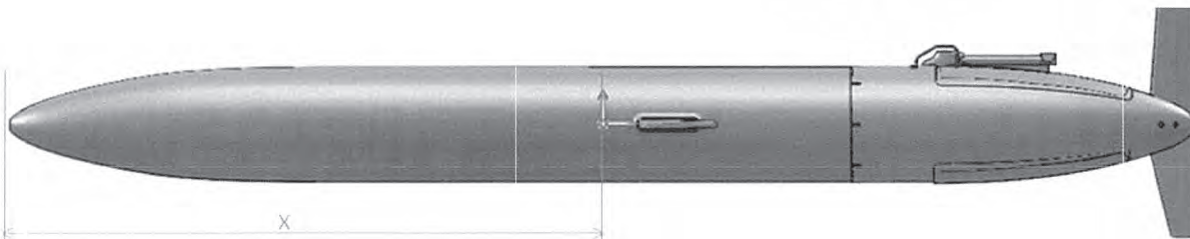
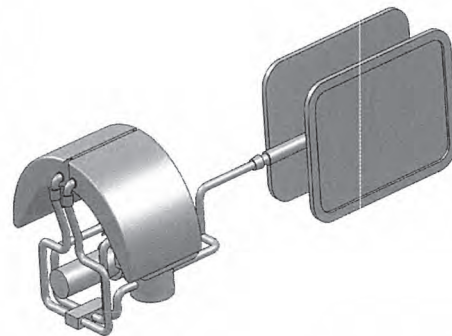
**La position du centre de poussée (CDP) varie en raison du transfert des 700 cm³ (0,007 m³) d'huile entre les réservoirs internes et les ballasts externes (changement de volume de l'appareil).

Phase de plongée : $F_{\text{arch}} < P$

Lorsque les ballasts sont vides, l'huile est stockée dans les réservoirs internes de l'hydro-planeur.

Dans cette configuration :

- le volume d'eau total déplacé est de 50530 cm³ ;
- le centre de poussée se trouve à $x = 973$ mm



DT 4 : flottabilité de l'hydroplaneur

Phase de remontée_: $F_{\text{arch}} > P$

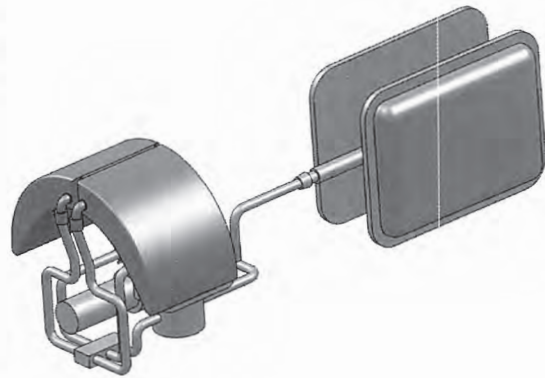
La pompe haute pression envoie l'huile dans le ballasts, ce qui augmente le volume d'eau déplacé et donc la poussée d'Archimède.

Remarque :

La modification du volume déplacé, entraîne une modification de la position de centre de poussée.

Dans cette configuration :

- le volume d'eau total déplacé est de 51230 l
- le centre de poussée se trouve à $x = 984$ mm.



L'exploitation de la maquette numérique de l'hydroplaneur permet de vérifier que 700 cm³ d'eau ont été déplacés. Le déplacement du centre de poussée (environ 10 mm) devra être pris en compte dans la répartition des masses des éléments de l'hydroplaneur.

Estimation de la masse de l'hydroplaneur

D'après la configuration retenue, l'hydroplaneur doit avoir :

- une masse $m > 51,793$ kg pour plonger ;
- une masse $m < 52,510$ kg pour remonter.

Idéalement, l'hydroplaneur doit avoir une masse de 52,151 kg afin d'assurer des vitesses de descente et de montée équivalentes

Remarque :

Si l'on stoppe le remplissage des ballasts à 350 cm³ l'hydroplaneur doit rester entre deux eaux car $F_{\text{arch}} = P$.

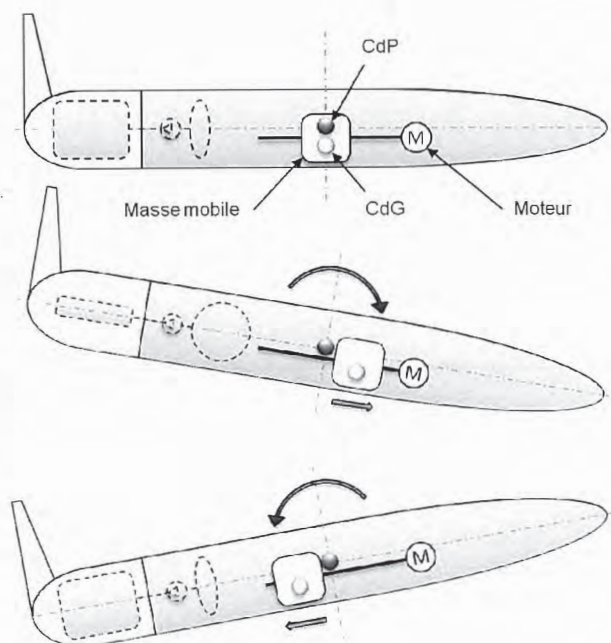
Inclinaison de l'hydroplaneur

Par construction le centre de gravité du planeur (CdG) est décalé vers le bas par rapport au centre de poussée (CdP)

Le mouvement d'inclinaison est obtenu par le déplacement d'une masse à l'intérieur du planeur le long de l'axe longitudinal (ici un pack de batteries motorisé).

Un couple de basculement se crée entraînant l'inclinaison de l'appareil vers le haut ou vers le bas.

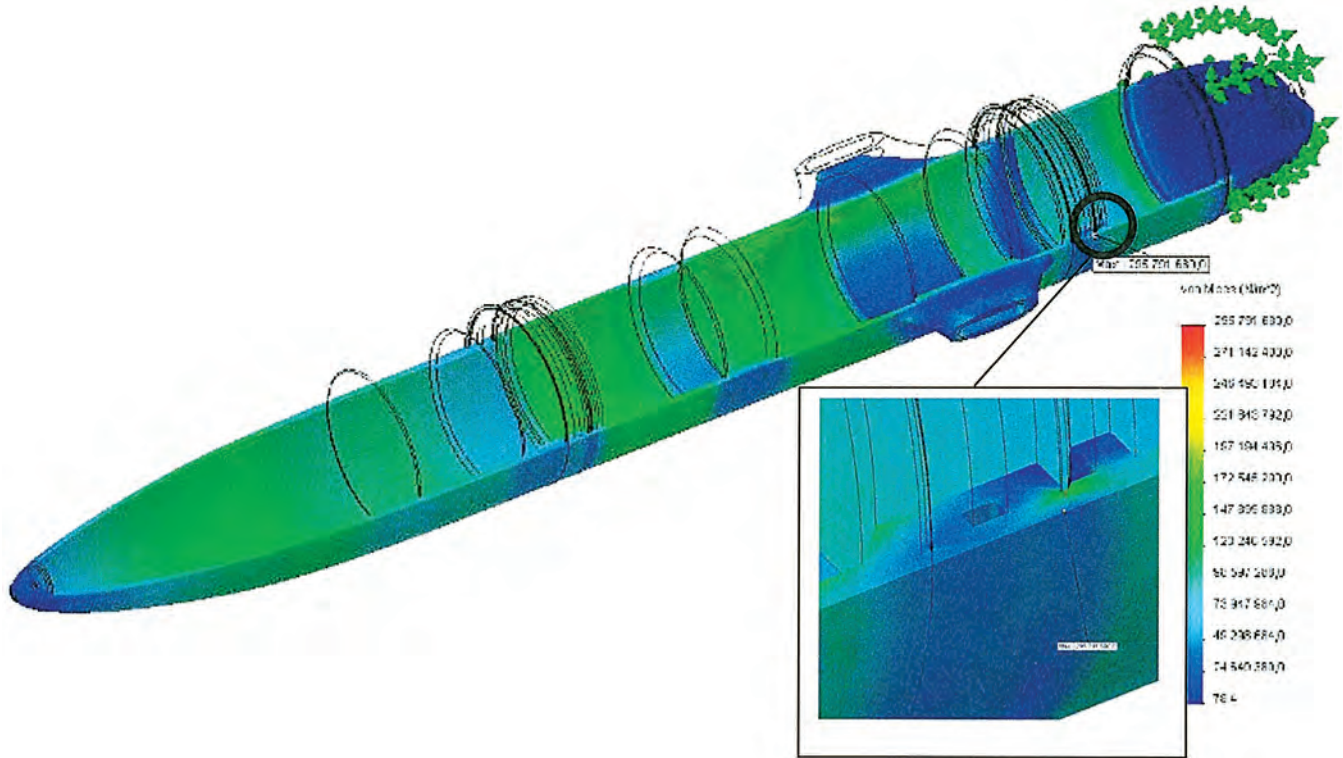
Une position d'équilibre est à nouveau obtenue quand les centres de gravité et de poussée sont à la verticale l'un de l'autre



DT 5 : comportement sous charge de la coque de l'hydroplaneur

Des contraintes de conception imposent de réaliser le corps en trois parties. On remarque que la contrainte maximale sur le corps réel atteint pratiquement 300 MPa. Cette contrainte maximale résulte d'un phénomène de concentration de contraintes située au fond d'une gorge pour joint d'étanchéité.

En ce qui concerne les déformations, les éléments du corps s'allongent et ont tendance à diminuer de diamètre. Le déplacement maximal est de 0,63 mm ce qui correspond à un allongement de 0,04 %. La construction est rigide.



Fonction

Le corps de l'hydroplaneur assure la préservation des organes internes à l'hydroplaneur. Il doit résister à un champ de pression externe de 10MPa.

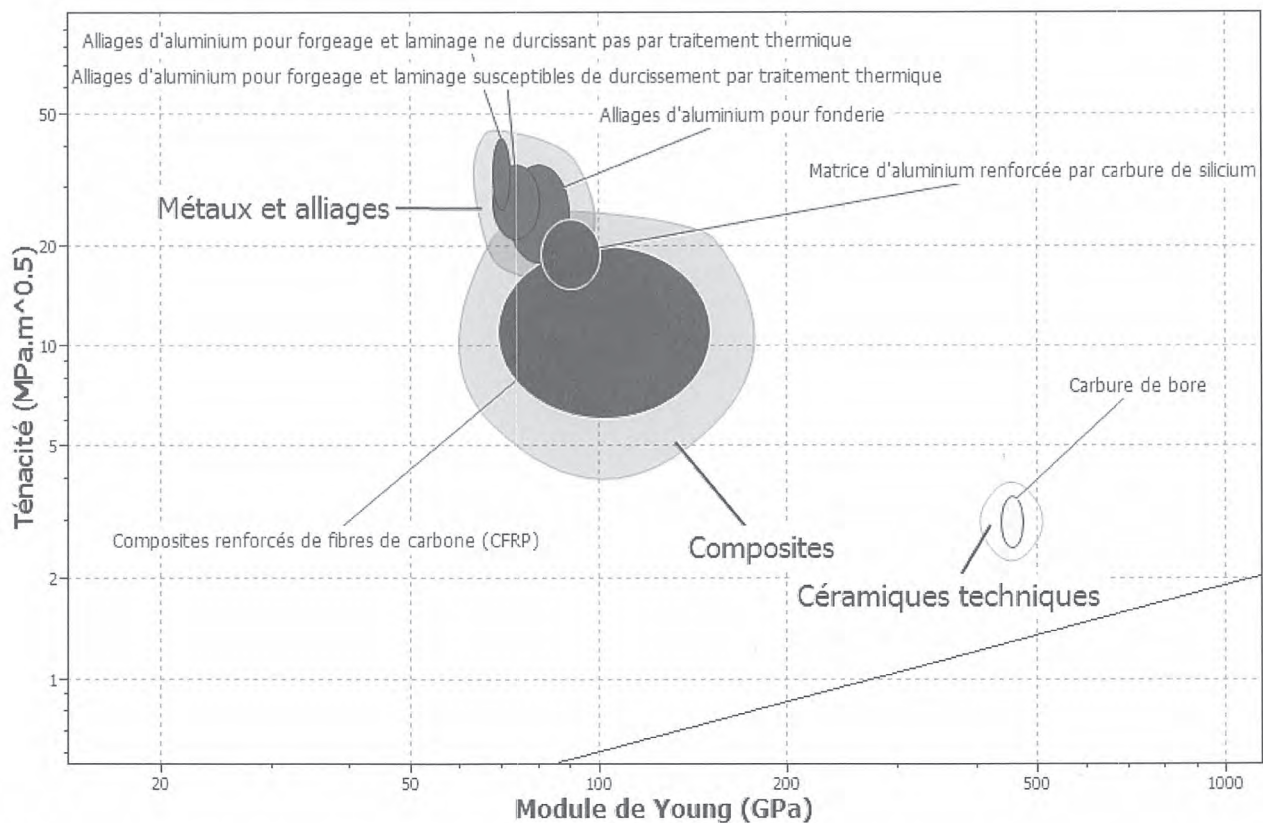
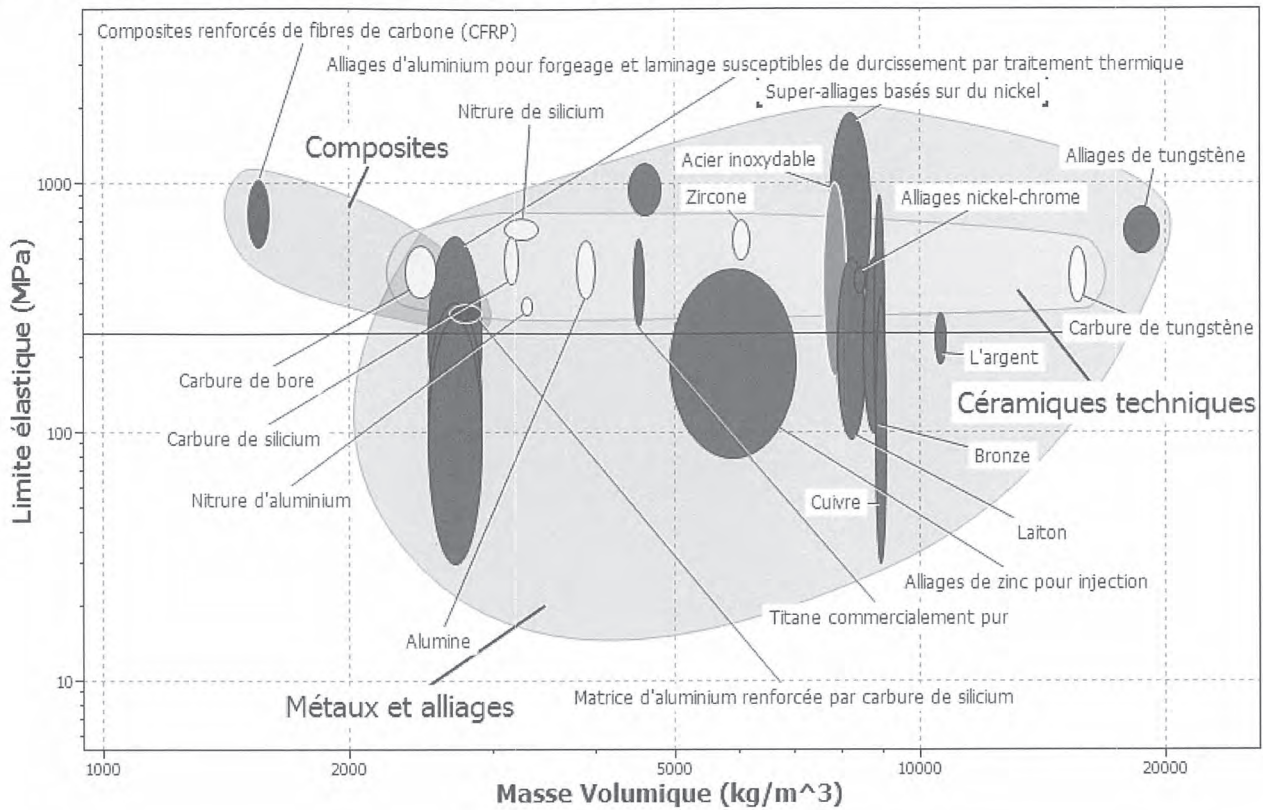
Astreintes

- 1 - Les premières simulations montrent qu'un matériau de limite élastique supérieure ou égale à 250MPa peut convenir.
- 2 - La masse volumique : l'appareil doit pouvoir plonger et remonter à la surface en faisant simplement varier son volume. Des calculs relatifs à son équilibre dans l'eau ont montré que sa masse doit être limitée. On impose, pour le matériau du corps, une masse volumique maxi de 3 kg/dm^3 .
- 3 - La résistance à l'eau de mer : bien qu'il soit revêtu d'une couche de peinture adaptée au milieu marin, le matériau doit avoir une bonne résistance à l'eau de mer et aux ambiances marines.
- 4 – Éviter la propagation des fissures présentes sur le corps de l'hydroplaneur.
- 5 – Éviter le flambage du corps de l'hydroplaneur.

DT 5 : comportement sous charge de la coque de l'hydroplaneur

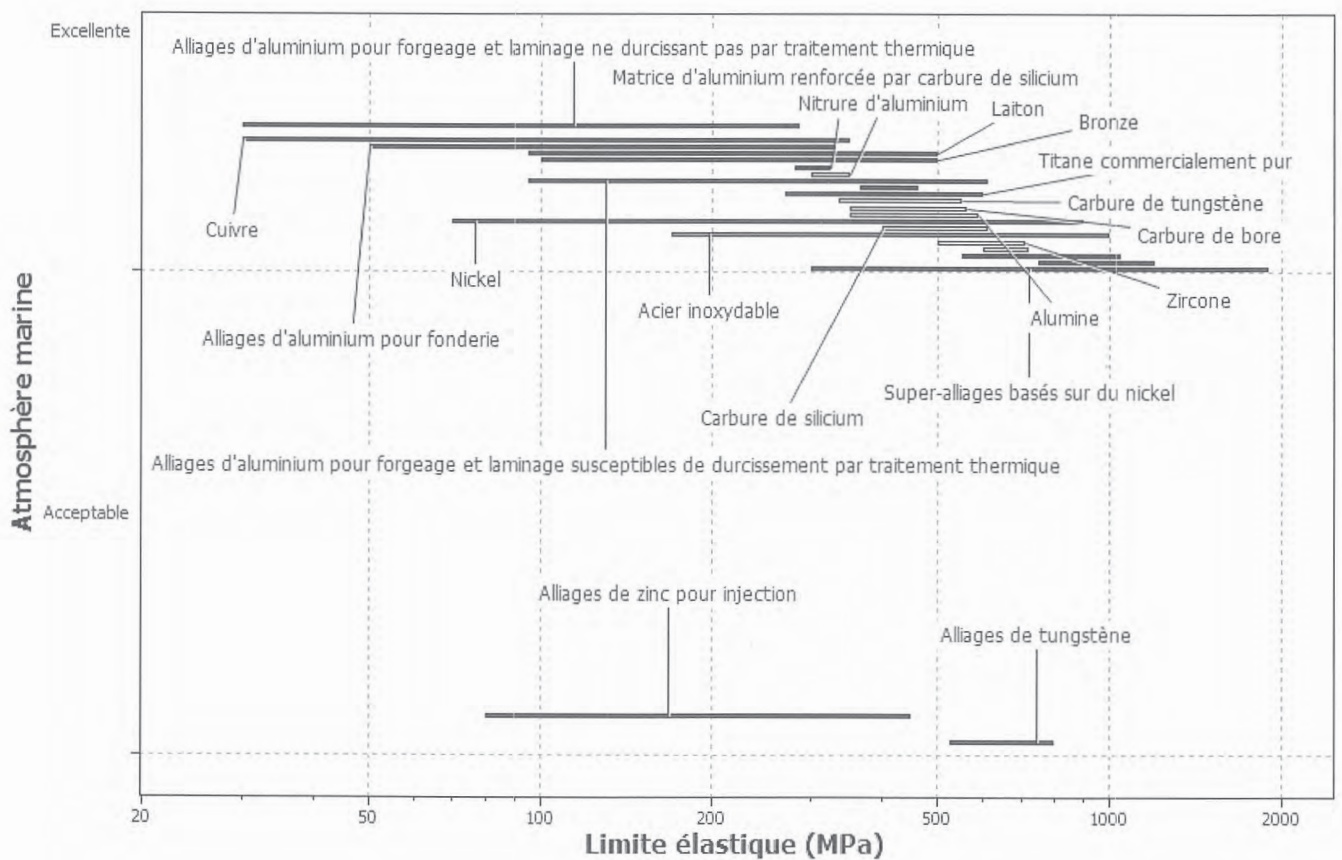
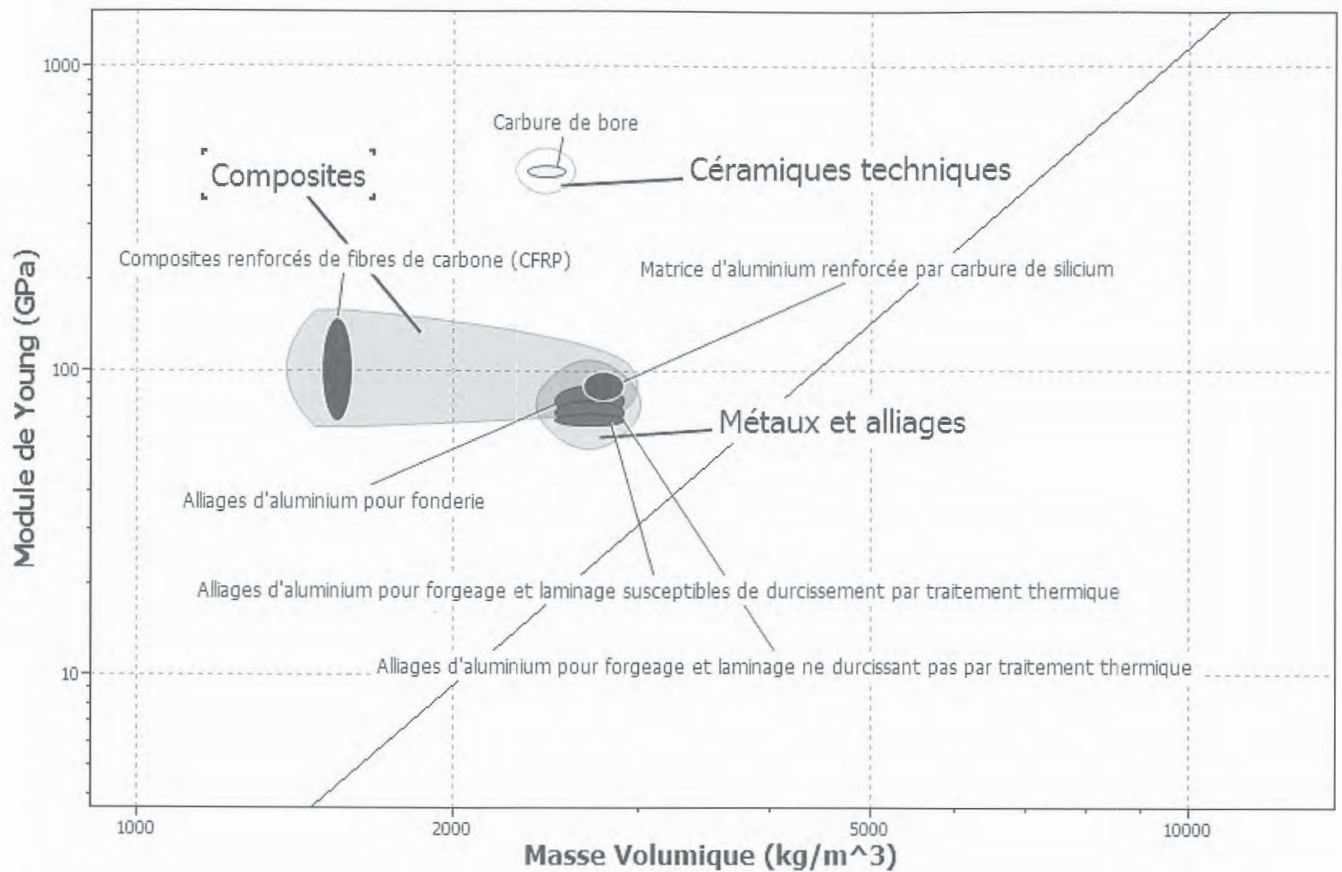
Objectif

Les concepteurs cherchent à contrôler la masse embarquée.



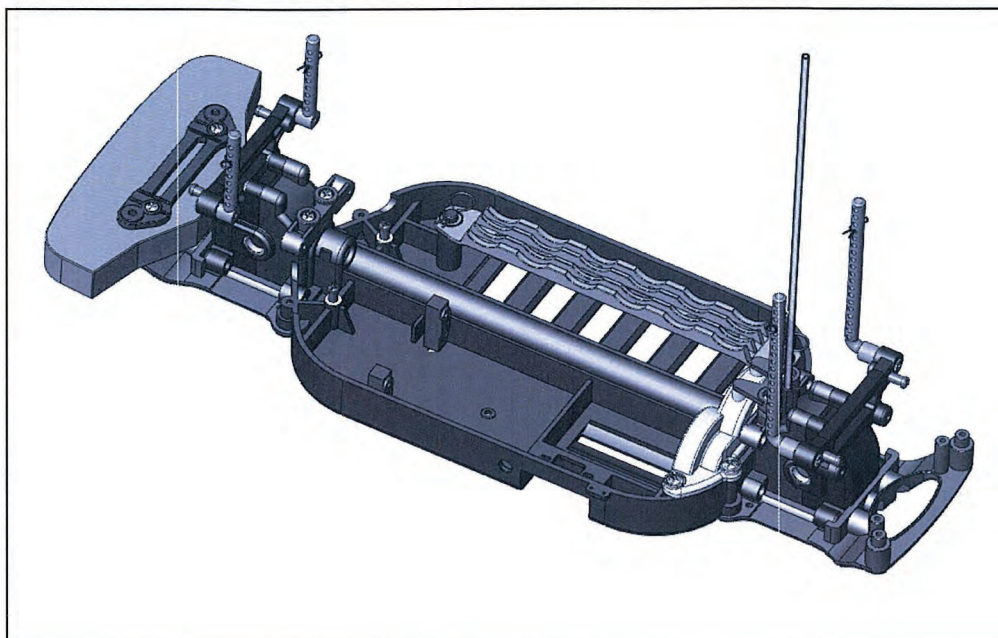
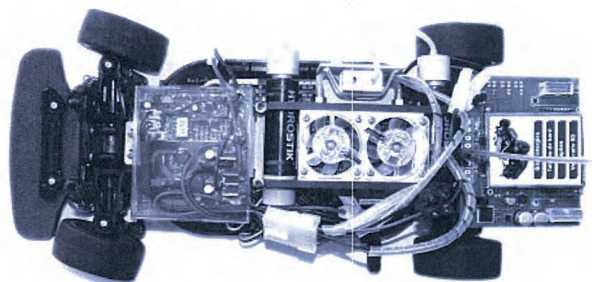
La propagation des fissures au sein du matériau soumis à un champ de pression externe est le risque majeur à éviter dans la conception des coques d'engins submersibles.

DT 5 : comportement sous charge de la coque de l'hydroplaneur

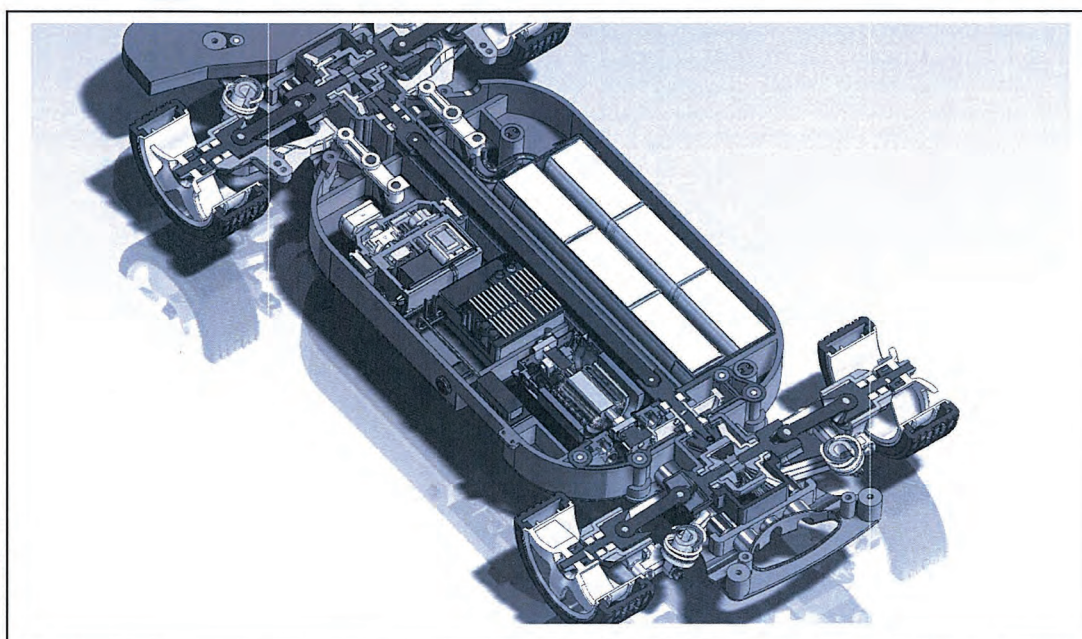
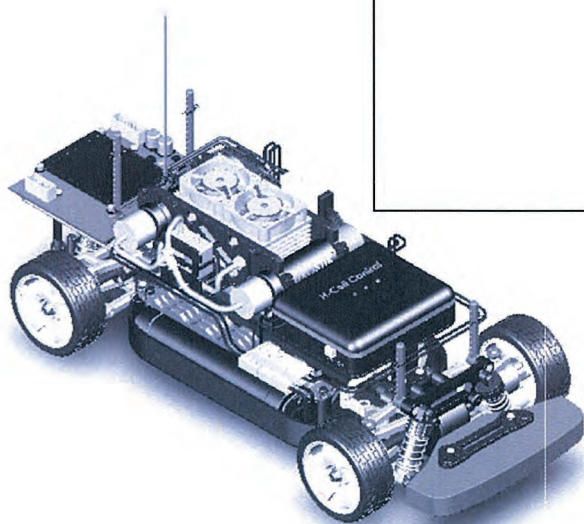


DT 6 : voiture hybride télécommandée

La voiture **TAMIYA TT01**, voiture au 1/10^e propulsée par un moteur électrique, est équipée de 2 sources d'énergie, une pile à hydrogène de 30W, et une batterie Ni-Mh, gérées par une unité de contrôle. La carte d'acquisition embarquée, présente sur la voiture, permet des mesures en temps réel de relevés de performance, consommation, vitesse ainsi qu'une exploitation ultérieure des données sur le tableur de l'ordinateur.



Vue du châssis de la voiture

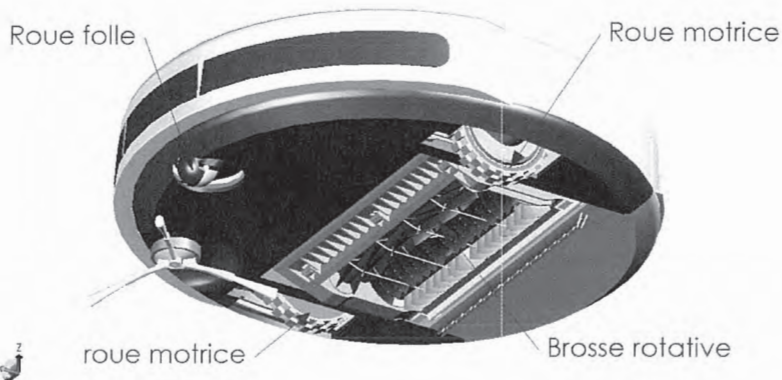
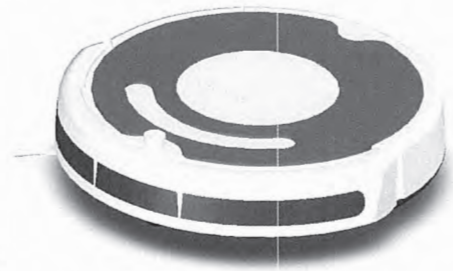


Vue en coupe
permettant de
visualiser les éléments
de transmission

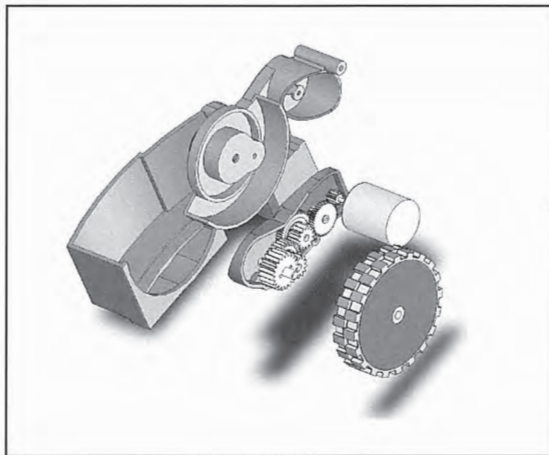
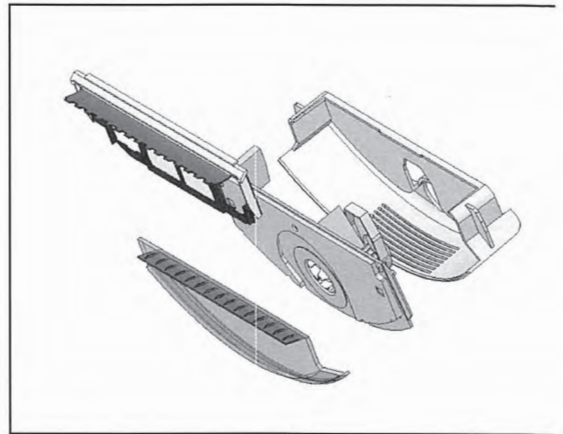
DT 7 : robot aspirateur

Le robot aspirateur est muni de deux roues motrices arrières et d'une roue « folle » à l'avant tournant librement sur elle même.

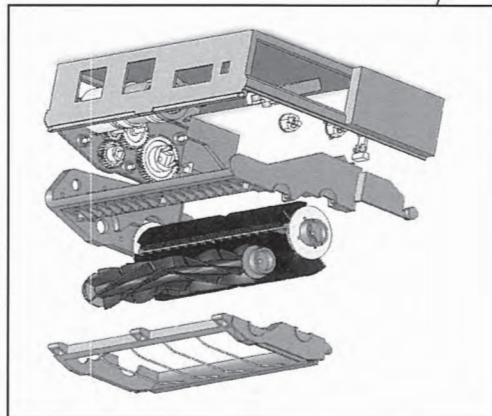
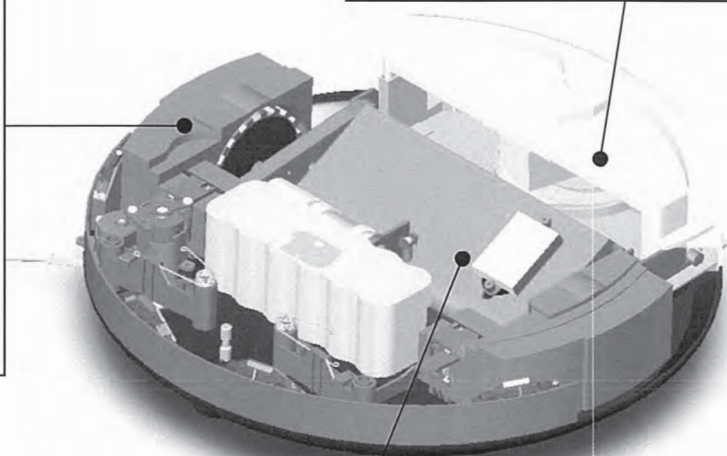
Les deux roues motrices arrières sont indépendantes ce qui permet de faire tourner le robot sur lui même en faisant tourner les deux moteurs dans un sens différent (système « char »). Le système de brosse rotative se charge de collecter les poussières et résidus répandus sur le sol.



Le bac de récupération intègre une turbine générant l'aspiration d'air.



Les groupes de propulsion comportent une roue motrice avec motoréducteur à quatre étages de réduction. Chaque roue est équipée d'un codeur simple (un seul signal carré) générant 247 impulsions par tour de roue.



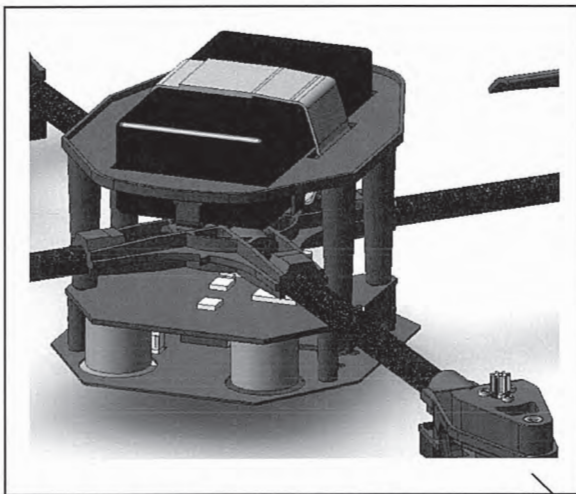
Le système de ramassage est composé de deux brosses à mouvement de rotation inverse.

DT 8 : Drone

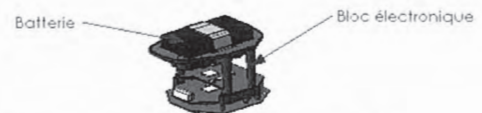
L'AR. Drone de la société Parrot, est le premier quadricoptère piloté par un i Phone/i Pod-Touch/i Pad ainsi que par la plupart des appareils mobiles Wifi basé sur Android.



Il est conçu pour une utilisation en extérieur et en intérieur grâce à une carène prévue pour le protéger des chocs et pour éviter le contact avec les hélices en rotation.



Implantation du bloc électronique autour de la croix centrale



Vue de détail d'un groupe de propulsion

