**CAPET externe de sciences industrielles de l’ingénieur**

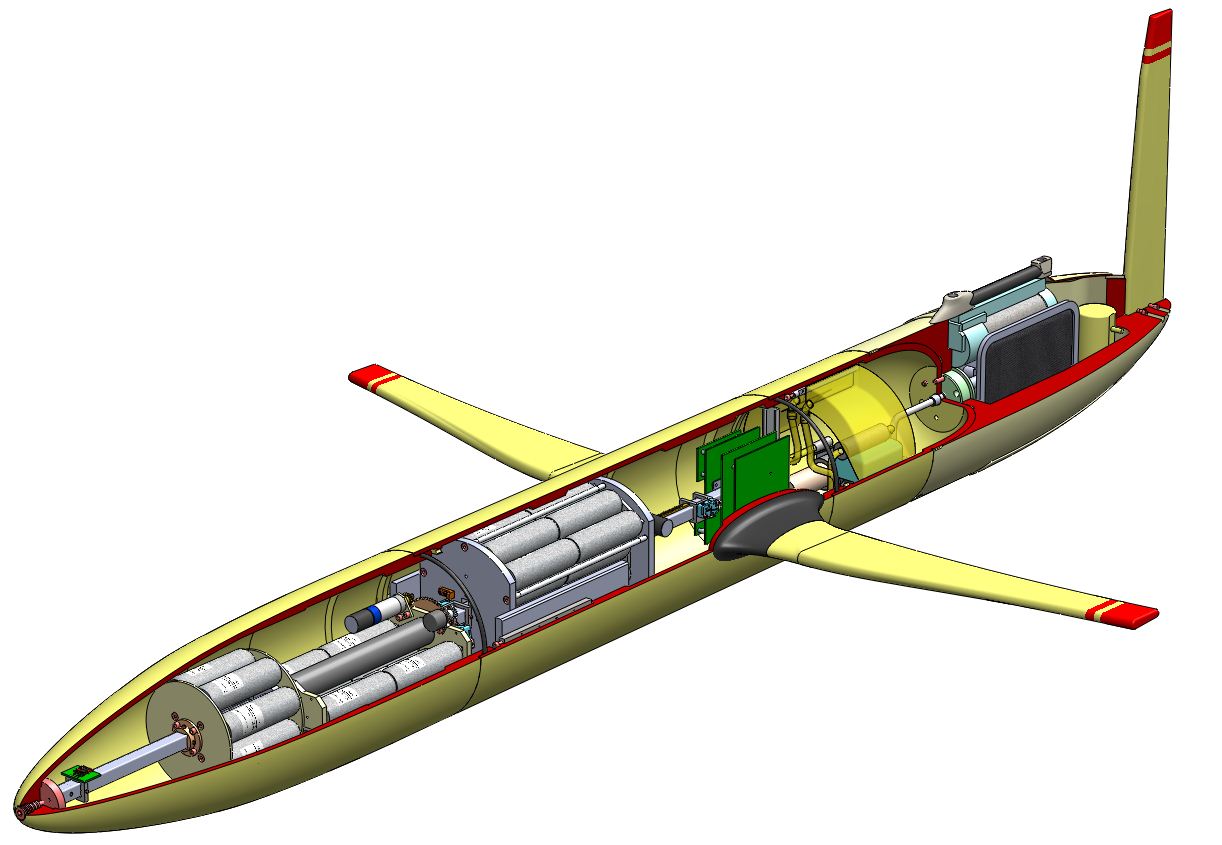
**Option ingénierie mécanique**

**Épreuve d’exploitation d’un dossier technique**

Coefficient 4 – Durée 4 heures

Aucun document autorisé

**Constitution du sujet**

****

**Sujet : pages 1 à 6**

**Dossier pédagogique : pages 8 à 17**

**Dossier technique : pages 19 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 séquencement 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 séquencement 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 séquencement 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**

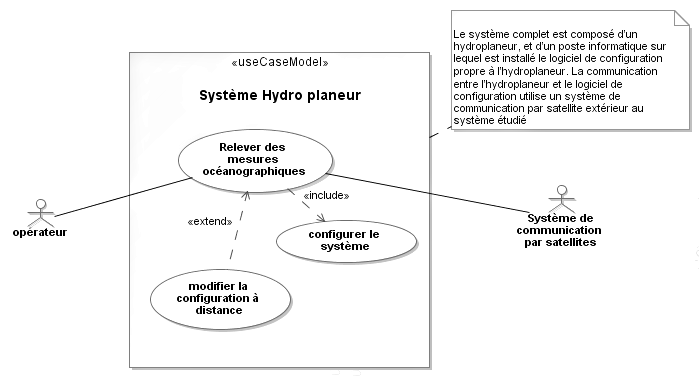
**La première donnée** est le programme STI2D, celui de l’enseignement technologique transversal est résumé dans la matrice du document **DP 2,** celui de l’enseignement spécifique de spécialité est donné document **DP 1**.

**La deuxième entrée** dans le séquencement 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**

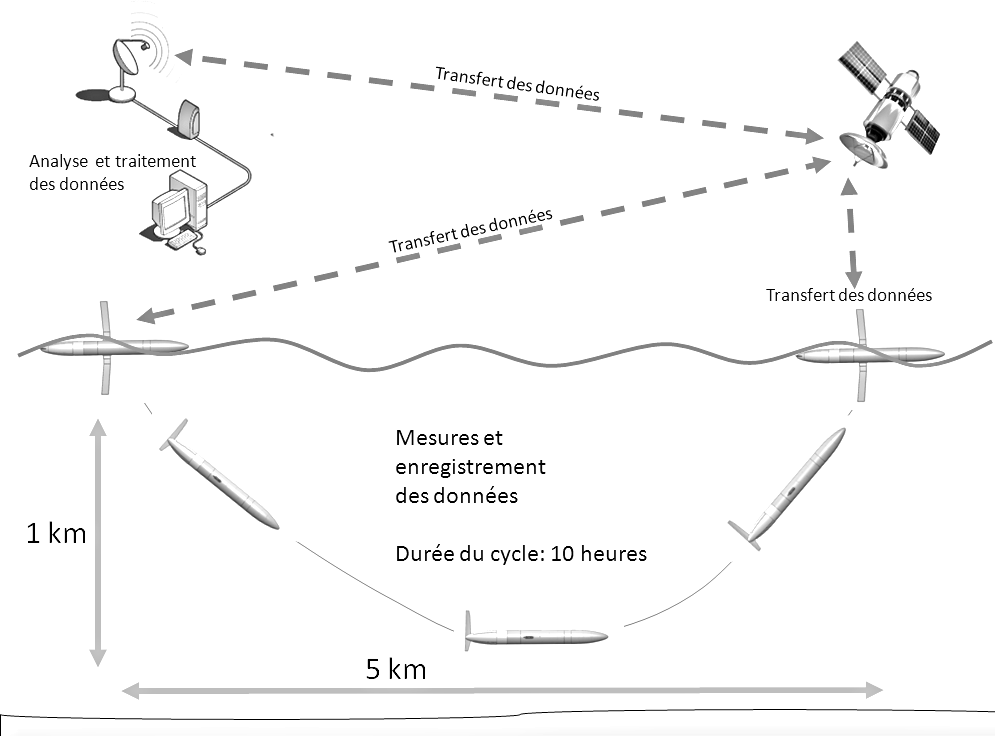
Les hydroplaneurs sont développés et utilisés par des équipes de scientifiques, comme celles de l’IFREMER *Institut Français Recherche pour l’Exploitation de la Mer -* pour mesurer, en surface et en profondeur, certaines caractéristiques physico-chimiques de l’eau de mer. Pour capter et enregistrer ces 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.

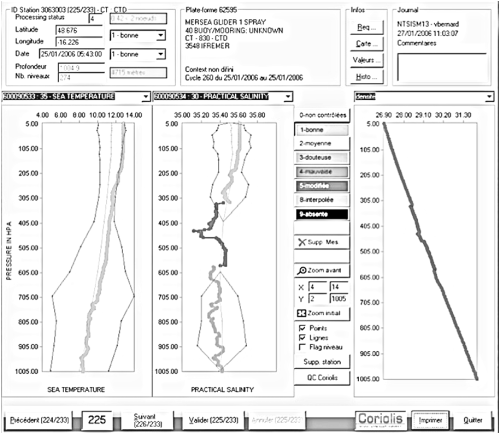
Pour transmettre l’ensemble des informations collectées durant la phase de plongée, il remonte régulièrement à la surface pour communiquer avec des bases terrestres spécialisées dans l’acquisition et le traitement de ces données.

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**



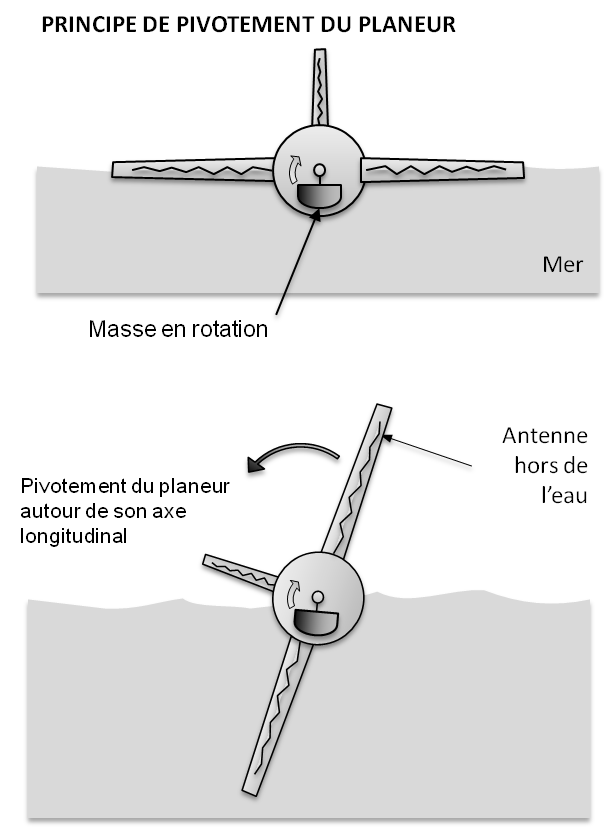
**Acquisition des données océanographiques**

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.

**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.

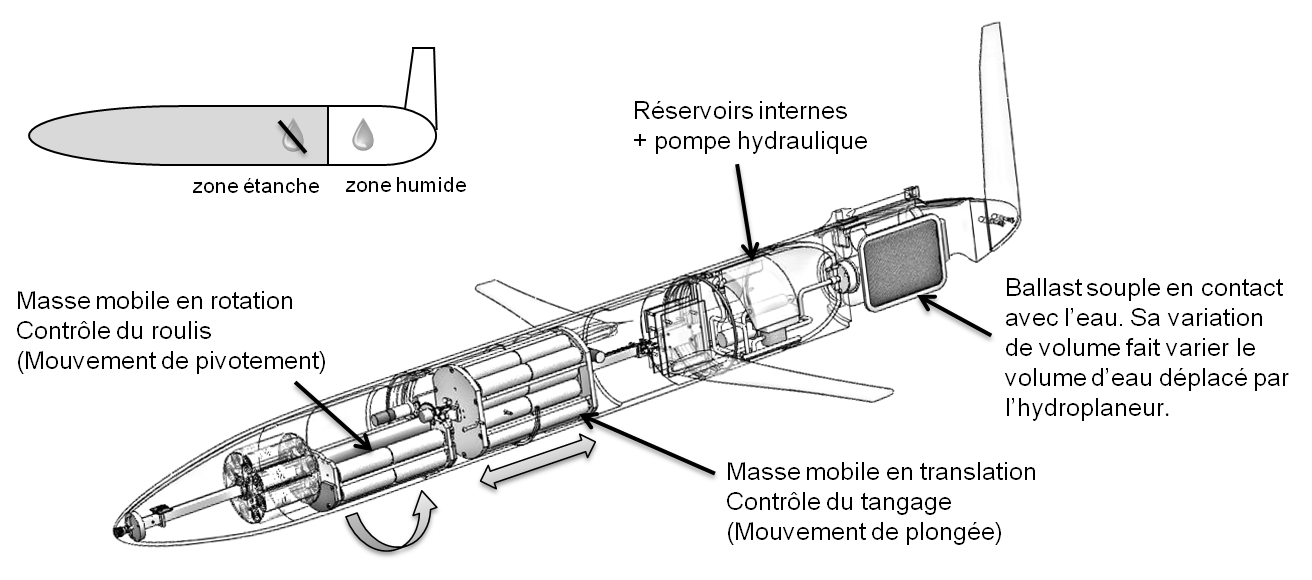
**Déplacement sous-marin**

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

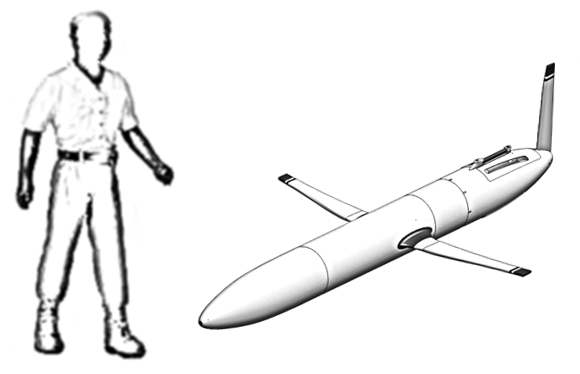
Cette poussée varie en fonction du volume de liquide déplacé, elle s'applique au centre de poussée, centre de gravité du volume de liquide déplacé, et elle est dirigée du bas vers le haut.

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**

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** | 1. Identifier et justifier un problème technique à partir de l’analyse globale d’un système (approche Matière - Énergie - Information) 2. Proposer des solutions à un problème technique identifié en participant à des démarches de créativité, choisir et justifier la solution retenue 3. Définir, à l’aide d’un modeleur 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 4. Définir, à l’aide d’un modeleur numérique, les modifications d'un mécanisme à partir des contraintes fonctionnelles |
| **O8 – Valider des solutions techniques** | 1. Paramétrer un logiciel de simulation mécanique pour obtenir les caractéristiques d'une loi d'entrée/sortie d'un mécanisme simple 2. Interpréter les résultats d'une simulation mécanique pour valider une solution ou modifier une pièce ou un mécanisme 3. Mettre en œuvre un protocole d’essais et de mesures, interpréter les résultats 4. Comparer et interpréter le résultat d'une simulation d'un comportement mécanique avec un comportement réel |
| **O9 – Gérer la vie du produit** | 1. Expérimenter des procédés pour caractériser les paramètres de transformation de la matière et leurs conséquences sur la définition et l’obtention de pièces 2. Réaliser et valider un prototype obtenu par rapport à tout ou partie du cahier des charges initial 3. 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 fonctions élémentaires ou en phases) Gestion, suivi et finalisation d’un projet (coût, budget, bilan d'expérience) |  | **P** | **2** |
| 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** | 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. |
| 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 règlementation, 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** | 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. |
| Intégration des fonctions et optimalisation du fonctionnement : approche pluritechnologique et transferts de technologie | \* | **P/T** | **2** | 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. |
| 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** | 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. |
| Représentation d’une idée, d’une solution : croquis, schémas de principe à main levée | \* | **P/T** | **3** | 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. |
| 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** | On se limite à la modification de maquettes volumiques existantes en privilégiant les modes de conception dans l’assemblage. |
| Définition volumique et numérique (CAO 3D) des formes et dimensions d'une pièce, prise en compte des contraintes fonctionnelles |  | **P/T** | **3** | 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. |
| Influences du principe de réalisation et du matériau choisis sur les formes et dimensions d’une pièce simple |  | **T** | **3** | 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 proscrit les progiciels professionnels d’utilisation trop complexes à ce niveau. |
| 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** | Enseignement permettant de faire le lien entre le système pluritechnique retenu comme support de projet et la pertinence des solutions proposées. |
| 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** | 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). |
| 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** | 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 formulaires). |
| 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** | Utilisation possible de progiciels volumiques intégrant un module d’éléments finis simple et accessible ou d’un progiciel traitant des problèmes plans et axisymétriques. |
| Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d’un problème de statique plane | \*  M[[1]](#footnote-1) | **P/T** | **3** | Prolongement de l’enseignement correspondant des enseignements technologiques communs. Utilisation du modèle de présentation « torseur des 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 :*** d*écouvrir 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.Les activités expérimentales proposées s’intéressent aux principes physiques et chimiques employés et aux contraintes techniques associées. |
| Expérimentation de procédés, protocole de mise en œuvre, réalisation de pièces prototypes. |  | **P/T** | **3** |
| 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 d’aluminium ou cuivreux (machine semi automatique de coulée sous vide). |
| Coulage de pièces prototypées en résine et/ou en alliage métallique (coulée sous vide) |  | **P/T** | **3** |
| 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** | On se limite à la vérification des spécifications nécessaires à l’intégration d’une pièce prototype dans un mécanisme. |
| Essais mécaniques sur les matériaux (traction, compression, flexion simple, dureté) | \* | **T** | **2** | Approfondissement, dans le cadre des projets, des compétences et connaissances visées dans le tronc commun. |
| Intégration d’une ou plusieurs pièces dans un système (graphe de montage, assemblages, réglages, essais) |  | **P** | **3** | Activité à privilégier lors de l’intégration d’une ou plusieurs pièces prototypées dans un système fonctionnel. |
| 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** | 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. |

**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 mvt, 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 chaines 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 chaines 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 | 1. Justifier les choix des matériaux, des structures d’un système et les énergies mises en œuvre dans une approche de développement durable 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 | 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 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 | 1. Décoder le cahier des charges fonctionnel d’un système 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 | 1. Identifier et caractériser les fonctions et les constituants d’un système ainsi que ses entrées/sorties 2. Identifier et caractériser l’agencement matériel et/ou logiciel d’un système 3. Identifier et caractériser le fonctionnement temporel d’un système 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 | 1. Expliquer des éléments d’une modélisation proposée relative au comportement de tout ou partie d’un système 2. Identifier des variables internes et externes utiles à une modélisation, simuler et valider le comportement du modèle 3. Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés |
| **Communica.** | O6 - Communiquer une idée, un principe ou une solution technique, un projet, y compris en langue étrangère | 1. Décrire une idée, un principe, une solution, un projet en utilisant des outils de représentation adaptés 2. Décrire le fonctionnement et/ou l’exploitation d’un système en utilisant l'outil de description le plus pertinent 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 chaine d'énergie | 25 | Typologie des solutions constructives de l'énergie | 16 |  |  |  |  | 10 |  | 4 |  | 20 | 7 |  |  |  |  |  |
| Organisation fonct. d'une chaine d'info. | 15 | Traitement de l'information | 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 | 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 | 12 |  |  |  |  |  | 6 |  |  |  |  | 6 |  |  |  |
| 2- Design et architecture des produits | | | CO1.2 / CO2.2 / CO6.1 / | 24 |  | 24 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3- Structure et matériaux dans les ouvrages | | | C04.1 / CO4.4 / CO6.2 / | 16 |  |  | 10 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4- Énergie dans les ouvrages | | | C04.1 / C04.2 / CO4.4 / CO6.2 | 16 |  |  |  |  |  |  |  | 6 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 5- Information dans les ouvrages | | | C04.1 / C04.2 / CO4.3 / CO4.4 / CO6.2 | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 | 12 |  |
| 6- Efficacité énergétique et matériaux | | | C01.1 / CO2.1 / C02.2 / / CO5.1 / CO6.2 / | 32 | 6 |  |  |  | 12 | 14 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7- Efficacité énergétique et SI | | | C01.1 / CO2.1 / C02.2 / / CO5.1 / CO6.2 / | 32 | 6 |  |  |  |  |  |  |  |  | 18 | 8 |  |  |  |  |
| 8- Structure et matériaux des systèmes mécatroniques | | | CO2.2 / C05.1 / CO5.2 / CO6.2 / | 16 |  |  | 12 | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9- Énergie dans les systèmes mécatroniques | | | CO2.2 / C05.1 / CO5.2 / CO6.2 / | 16 |  |  |  |  |  |  |  | 6 | 10 |  |  |  |  |  |  |
| 10-Information dans les systèmes mécatroniques | | | CO2.2 / C05.1 / CO5.2 / CO6.2 / | 16 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 4 | 12 |  |
| 11- Comportement des systèmes | | | CO3.1 / CO3.2 / CO5.3 | 32 |  |  |  | 12 |  | 4 |  |  |  |  | 12 |  |  | 4 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 chaine d'énergie | 25 | Typologie des solutions constructives de l'énergie | 16 |  |  |  |  | 10 |  | 4 |  | 20 | 7 |  |  |  |  |  |
| Organisation fonctionnelle. d'une chaine d'information | 15 | Traitement de l'information | 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 | Choix des matériaux | 12 | 2 |  | 4 | 8 |  | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
| Comportement mécanique des systèmes | 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 | Acquis. 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 terminales** | | | **Compétences** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1- Traitement de l'information | | |  | 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 18 |  |
| 2- Dimensionnement des structures | | |  | 12 |  |  |  | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3- Solutions et comportement des structures dans l'habitat | | |  | 12 |  |  | 2 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4-Solutions et comportement de l'énergie dans l'habitat | | |  | 12 |  |  |  |  |  | 4 |  |  | 8 |  |  |  |  |  |  |
| 5-Gestion de l'information dans l'habitat | | |  | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5 | 3 |  | 2 | 2 |  |
| 6- Eco conception, éco construction et choix des matériaux | | |  | 18 | 12 |  |  |  |  | 4 |  |  | 2 |  |  |  |  |  |  |
| 7- Performances et pilotage des systèmes multisources | | |  | 24 |  |  |  |  | 6 |  |  | 6 |  |  |  |  |  | 12 |  |
| 8- Solutions constructives et comportement des structures dans les systèmes mécatroniques | | |  | 12 |  |  | 2 | 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9-Solutions constructives et comportement de l'énergie dans les systèmes mécatroniques | | |  | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  | 12 |  |  |  |  |  |  |
| 10- Commande temporelle des systèmes mécatroniques | | |  | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 |  | 2 |  |  |
| 11- Modélisation et comportement des systèmes | | |  | 36 |  |  |  |  |  | 10 |  |  |  |  | 14 |  |  |  | 12 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SÉQUENCE 8** | | | Solutions constructives et comportement des structures dans les systèmes mécatroniques | | | | | | | |
|  | | |  | | | | | | | |
| **ORGANISATION** | **Centres d'intérêt abordés dans la séquence** (pas plus de 3) | | | | | | **Classe de 32 élèves ITEC / effectif du groupe** | | | **16 élèves** |
| 1 | CI 3 | | Caractérisation des matériaux et structures | | | | | | 2 h |
| 2 | CI 4 | | Dimensionnement et choix des matériaux et structures | | | | | | 10 h |
| 3 |  | |  | | | | | |  |
| Nombre de semaines | | | 2 semaines  + 1 d’évaluation |  | Choix de l'utilisation de la DGH dans l'établissement | | **2** | 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 | | | 2h | Heures élèves | 3h | | | |
| 3.2.2 Stockage d’énergie | | | 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. | | | |
| 1.2.3 Utilisation raisonnée des ressources (optimisation des masses et des assemblages) | | |
| 2.3.5 Comportement énergétique des systèmes | | |
|  | | | Nb élèves | 4 | 4 | 4 | 4 |
|  | | | Nb d’îlots | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **Sem 2** | 2.3.2 Comportement des matériaux | | | 2h | 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 | 4 |
| 3.1.2 Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides | | | Nb d’îlots | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2.2 Représentation du réel et représentations symboliques | | |  |  |  |  |  |
| **Sem 3** | Évaluation en classe entière | | | | 2h | | | | |
| Rotations | Répartition des élèves | | | | | Semaines | Rotation des activités en groupes allégés | | | |
| *Classe de 32 élèves divisée en 2 groupes allégés de 16 élèves, rotation gérée sur 4 groupes de 4 élèves.* | | | | | S1 | G1 | G2 | G3 | G4 |
| S2 | G2 | G1 | G4 | G3 |

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

Situation de problème

Semaine 1

Démarche d’investigation

Restitution du travail des élèves en classe entière

Phase d’appropriation

Mesure ou estimation de la consommation d’énergie après un temps d’utilisation du système

G1 : hydroplaneur

G2 : robot aspirateur

G3 : drone

G4 : voiture hybride télécommandée

Semaine 2 Semaine 3

Problème technique à résoudre

Activités pratiques de découverte

Évaluation

Quelles structures et matériaux choisir pour optimiser la masse d’un système ?

G3 : voiture hybride télécommandée

G2 : drone

G1 : robot aspirateur

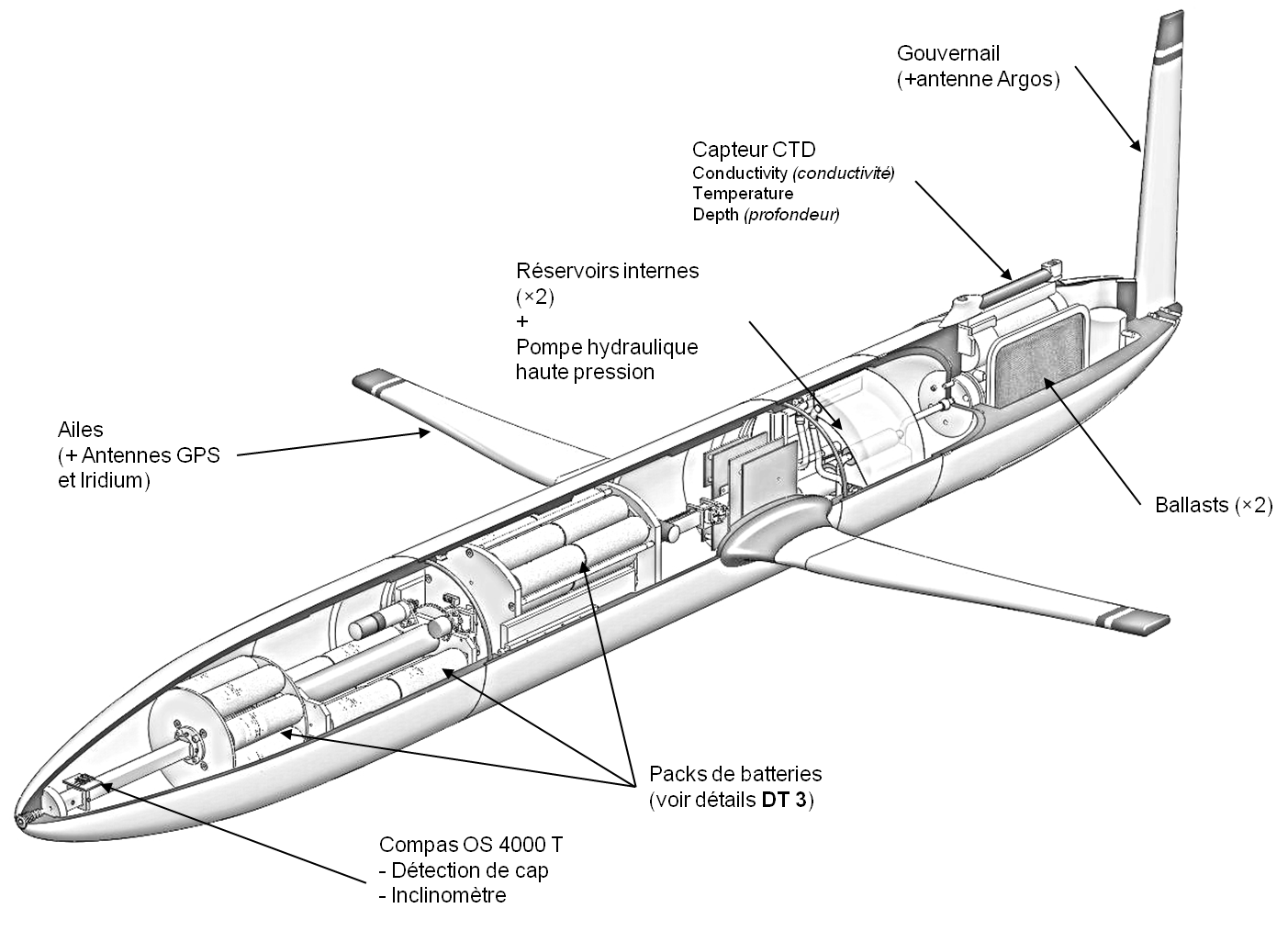
G4 : hydroplaneur

Restitution du travail des élèves en classe entière

**DOSSIER TECHNIQUE**

**DT 1** - l’hydroplaneur

**Architecture générale**

***Architecture générale - Données techniques***

*Matériaux :*

*- coque étanche dry section en Aluminium 6061 T6 ;*

*- partie arrière wet section en polypropylène - solid propylen ;*

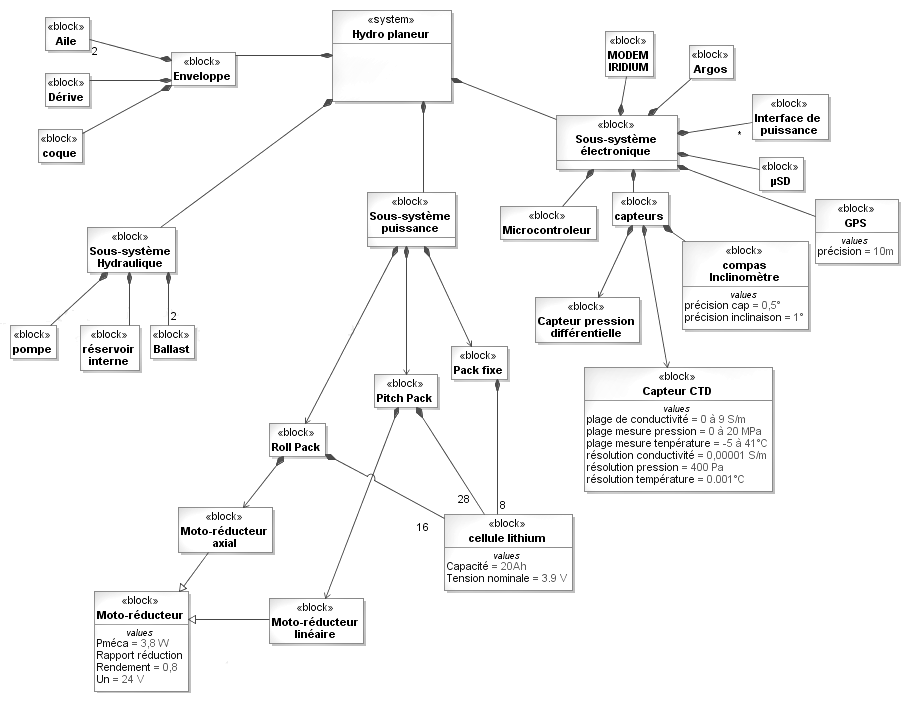
*- ailes et gouvernail en uréthane moulé.*

*Dimensions et performances :*

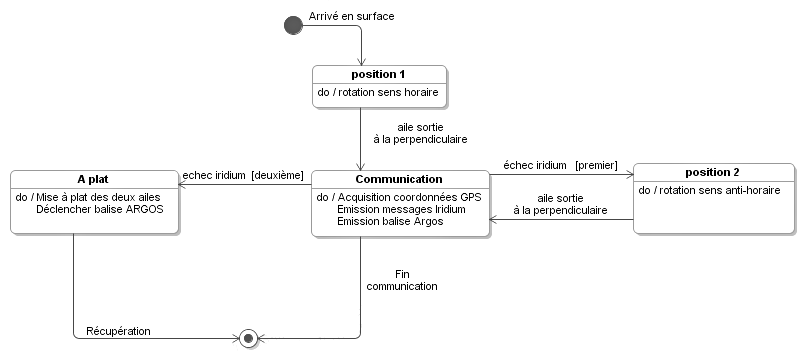
* *longueur - 2000 mm ;*
* *diamètre - 200 mm ;*
* *envergure - 1200 mm ;*
* *masse (config. actuelle) de 52,2 kg ;*
* *charge utile maxi de 3 kg ;*
* *profondeur de plongée de 1000 m.*

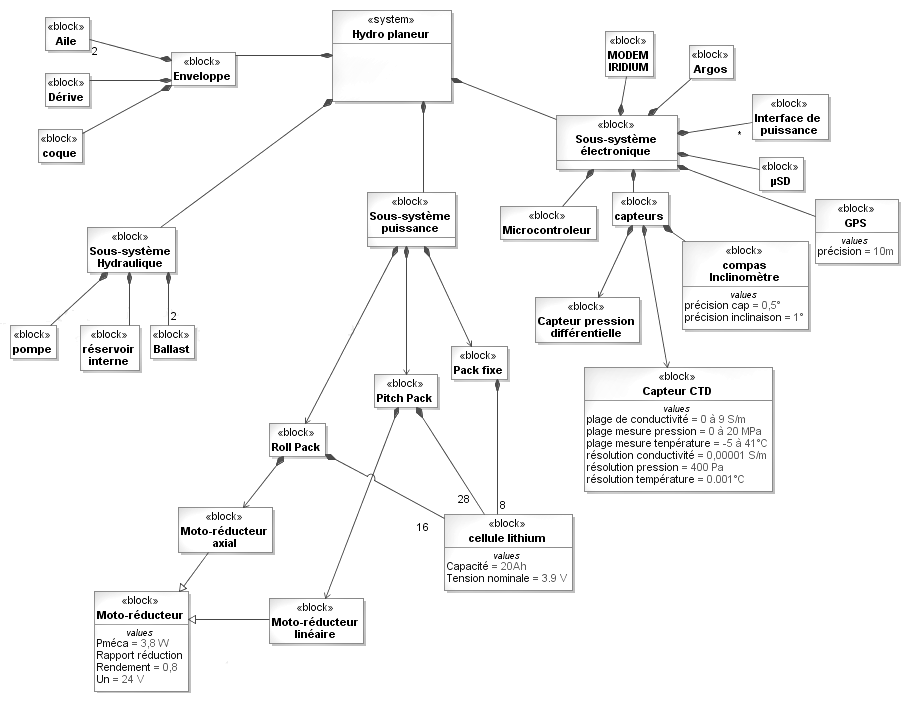
**Endurance**

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

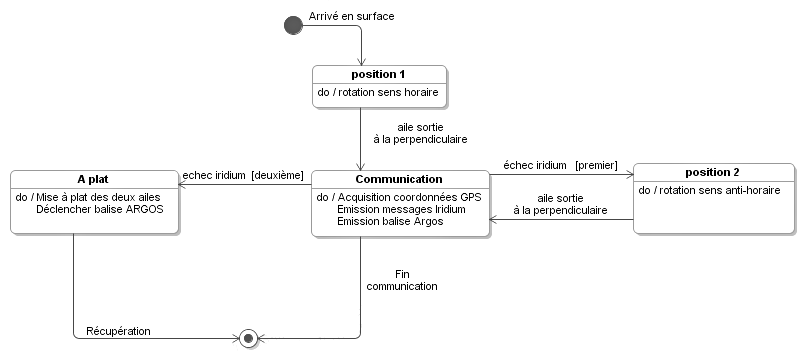
**Diagramme de définition de blocs *(bdd)***

**Procédure d’alerte en cas de panne**

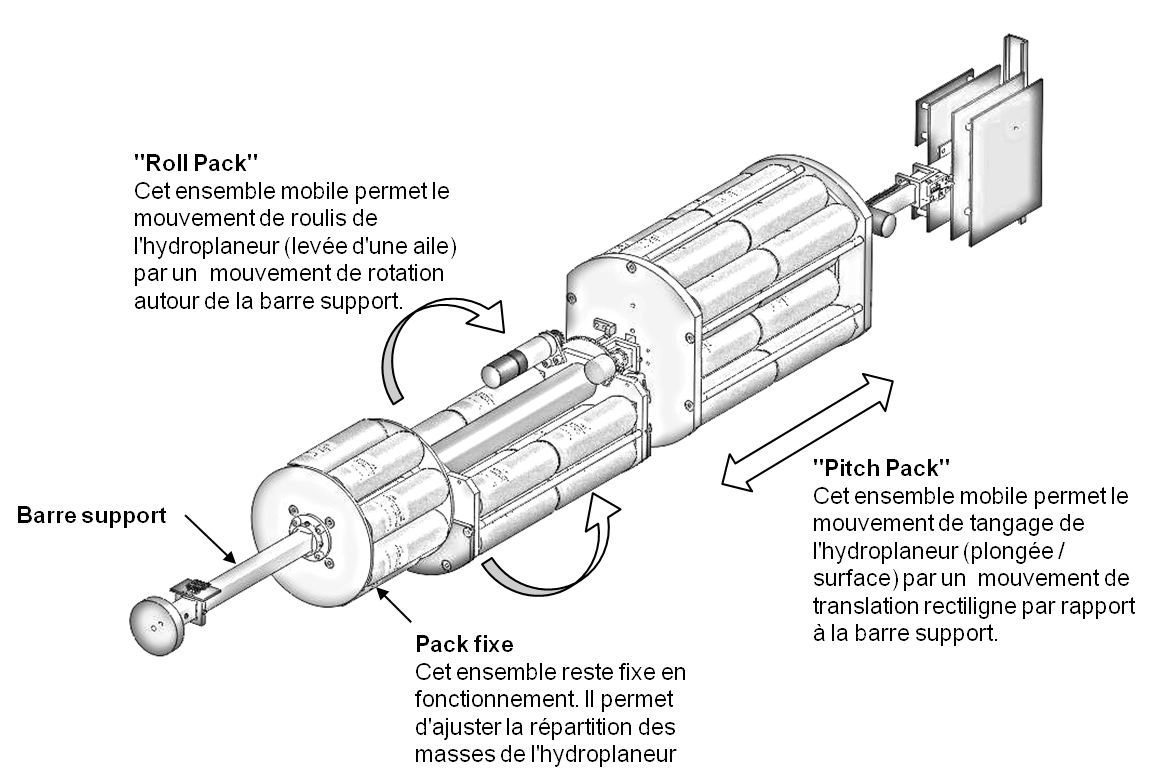
En cas de dysfonctionnement de la communication avec le réseau de satellites ***Iridium***, l'hydroplaneur adopte le comportement **Architecture générale**

**Diagramme de définition de blocs *(bdd)***

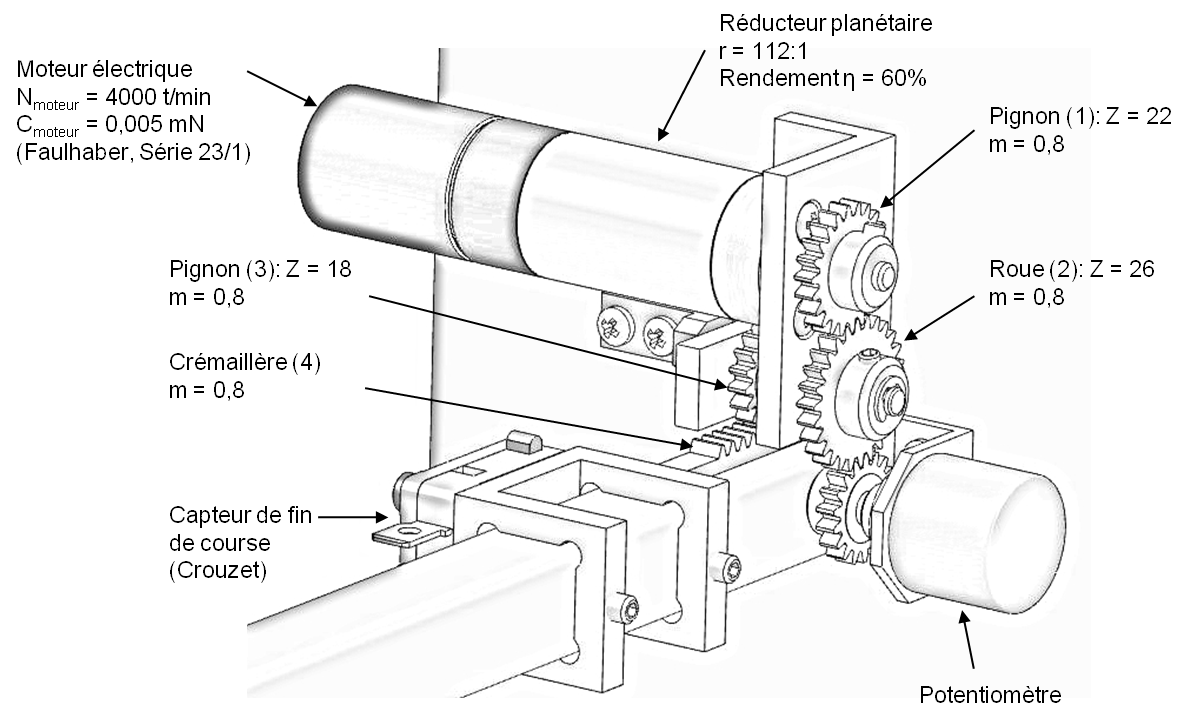
**Procédure d’alerte en cas de panne**

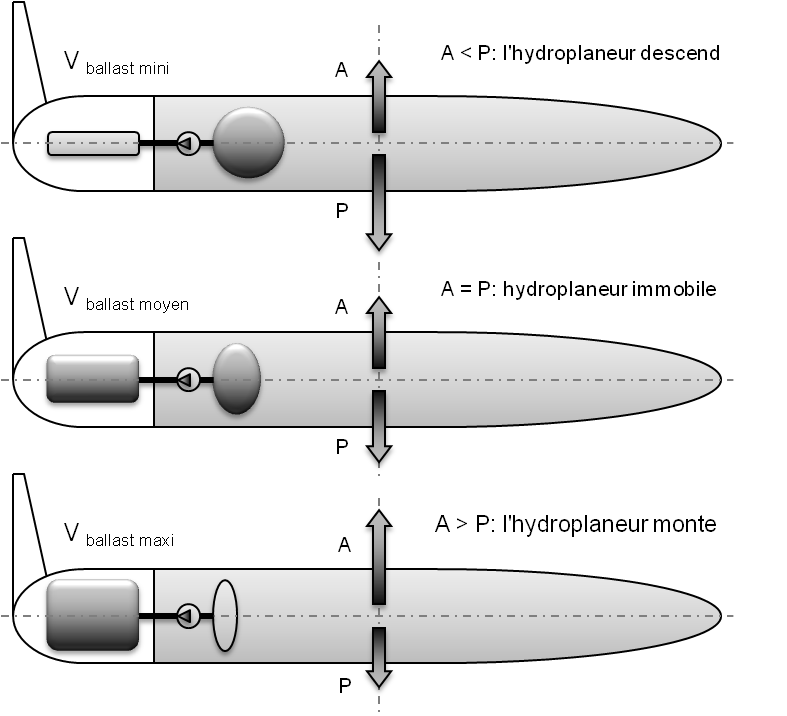
En cas de dysfonctionnement de la communication avec le réseau de satellites ***Iridium***, l'hydroplaneur adopte le comportement décrit par le diagramme d'état ci-dessous.

**Système de masses mobiles**



**Ensemble du système d'entraînement du « Pitch Pack »**



**Flotabilité de l’hydroplaneur**

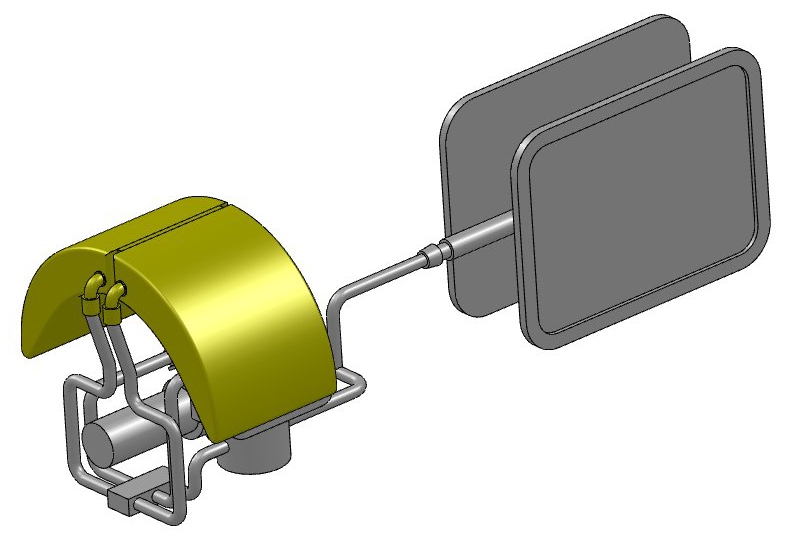
La poussée d'Archimède s'applique au centre de « poussée » CdP (centre de gravité du volume de liquide déplacé).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Phase de « plongée » | Phase de « surface » |
| Volume d'eau déplacée | 0,05053 m3 | 0,05123 m3 |
| 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).*

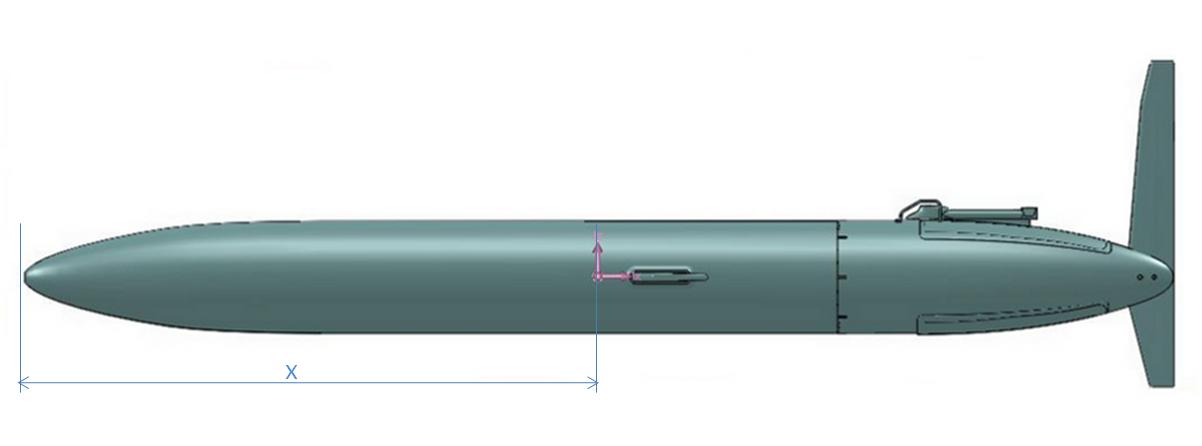
*Phase de plongée* : **Farch < P**



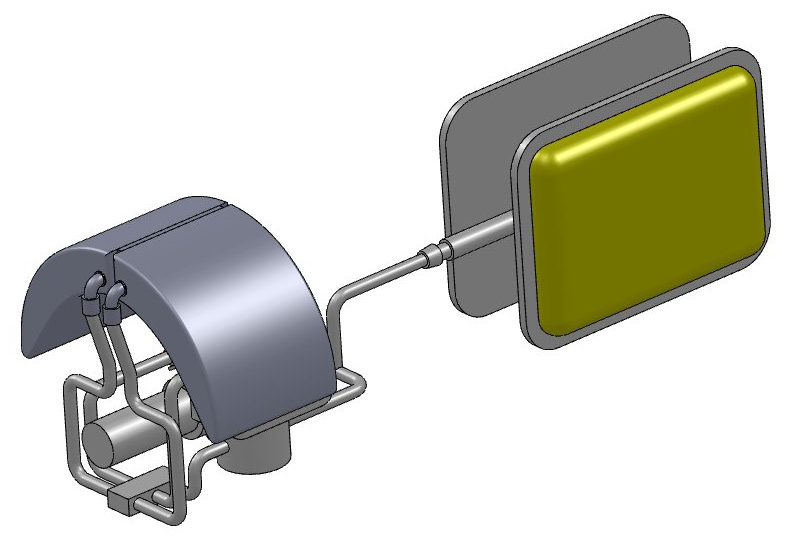
Lorsque les ballasts sont vides, l’huile est stockée dans les réservoirs internes de l’hydro-planeur.

Dans cette configuration :

* le volume d’eau total déplacé est de 50530 cm3 ;
* le centre de poussée se trouve à x = 973 mm .



*Phase de remontée* : **Farch > P**



La pompe haute pression envoie l’huile dans les 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 cm3 ;
* 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**

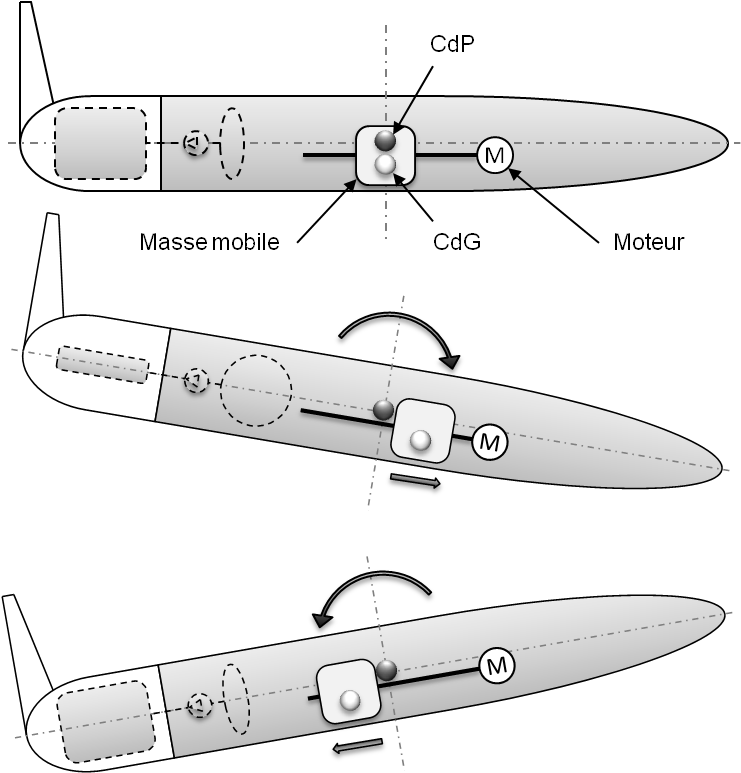
D’après la configuration retenue, l’hydroplaneur doit avoir :

* 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 **Farch=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).

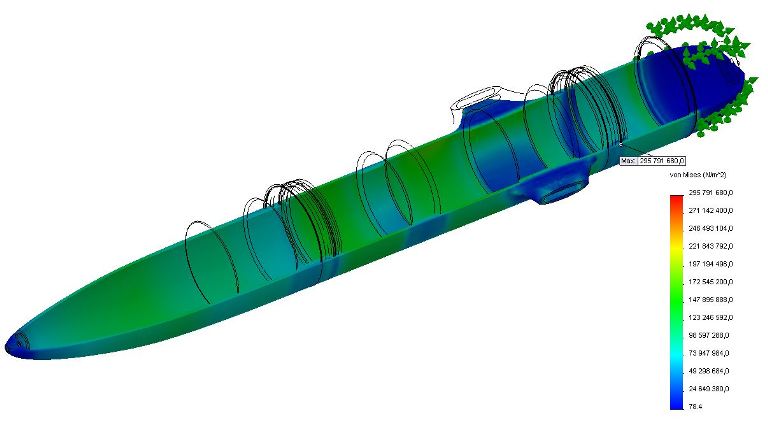
Un couple de basculement se crée entraînant l'inclinaison de l'appareil vers le haut ou vers le bas.

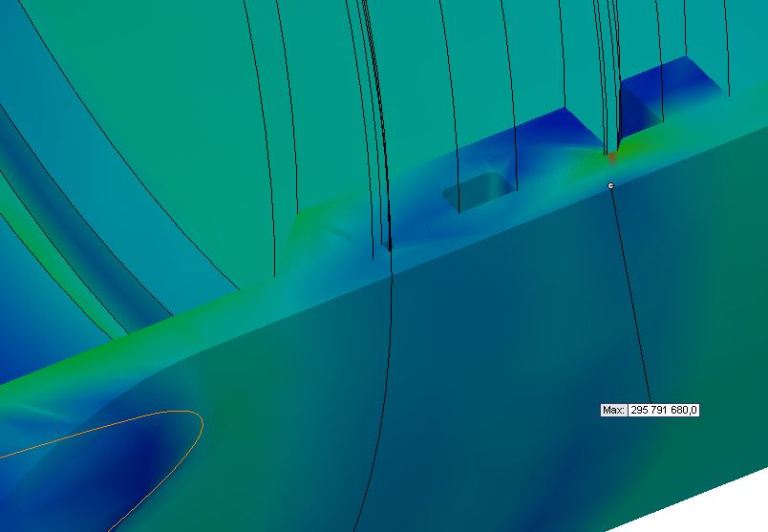
Une position d'équilibre est à nouveau obtenue quand les centres de gravité et de poussée sont à la verticale l'un de l'autre

.

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/dm3.

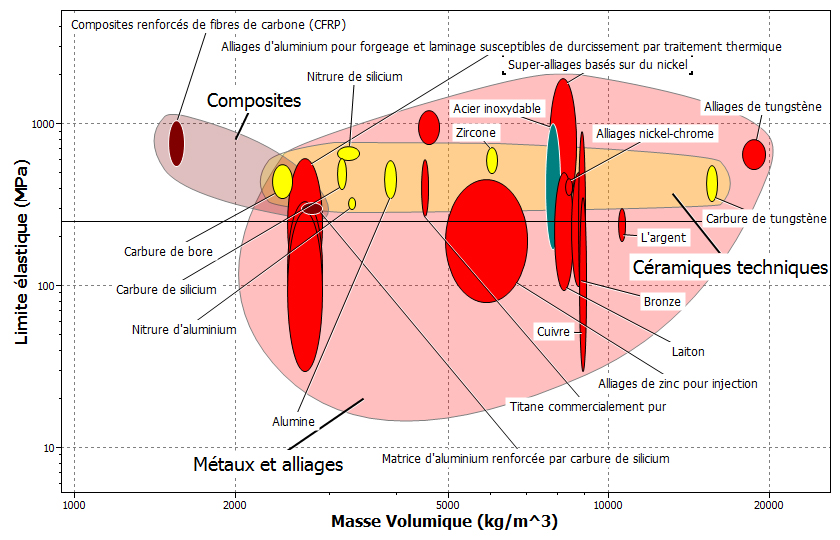
3 - La résistance à l'eau de mer : bien qu'il soit revêtu d'une couche de peinture adaptée au milieu marin, le matériau doit avoir une bonne résistance à l'eau de mer et aux ambiances marines.

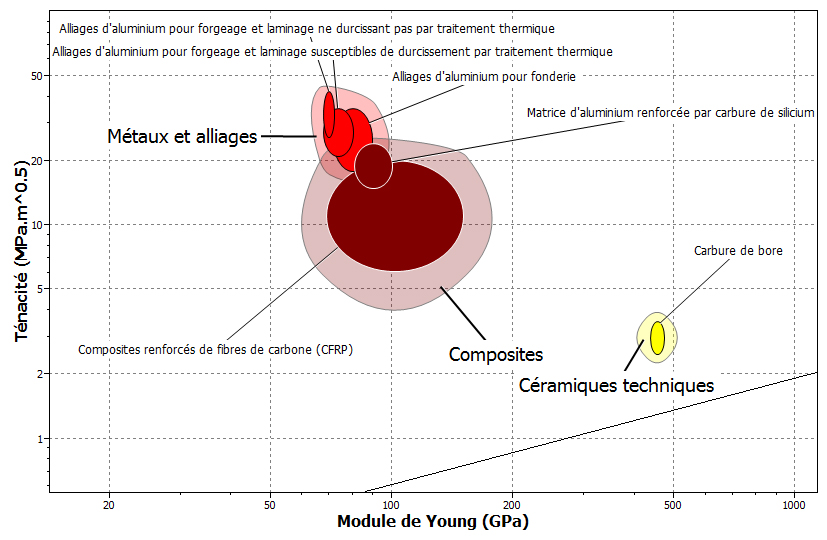
4 – Éviter la propagation des fissures présentes sur le corps de l’hydroplaneur.

5 – Éviter le flambage du corps de l’hydroplaneur.

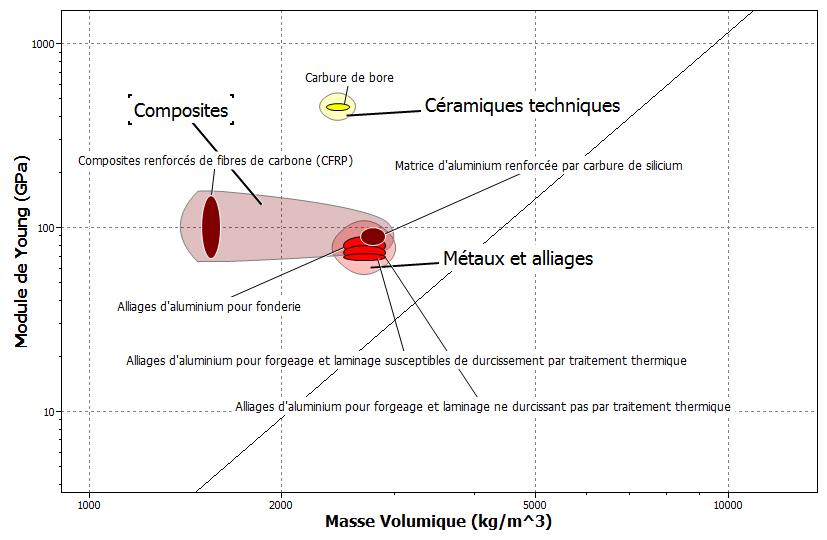
**Objectif**

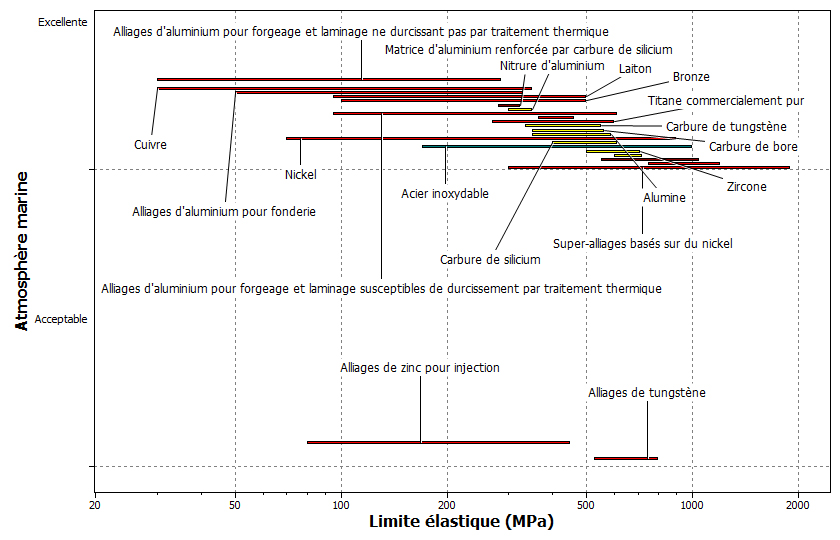
Les concepteurs cherchent à contrôler la masse embarquée.



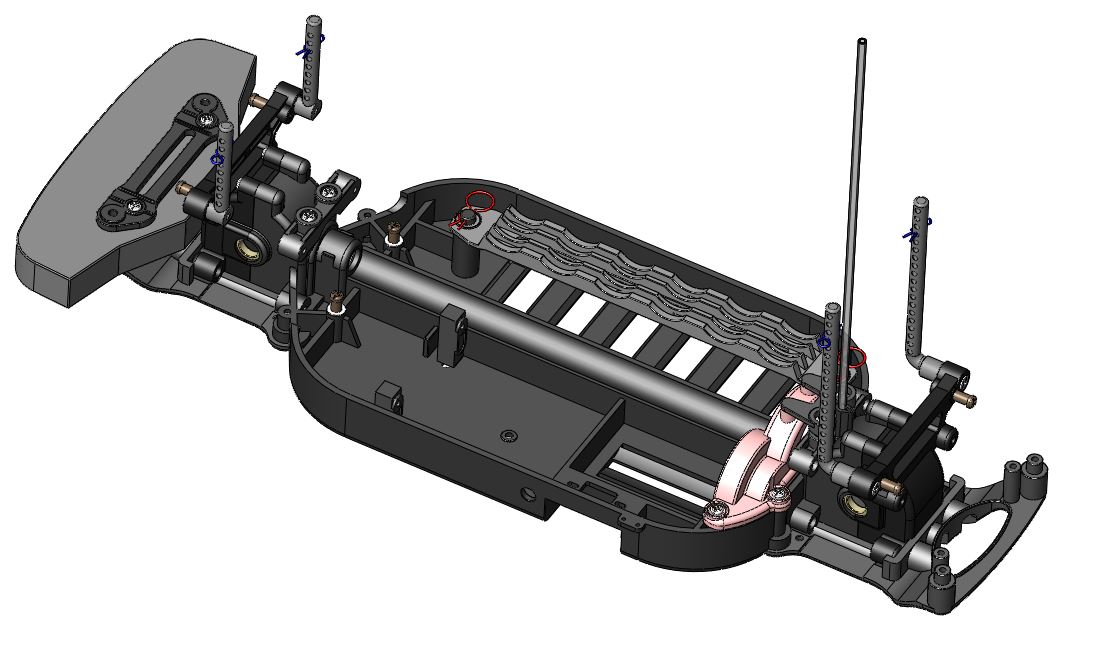


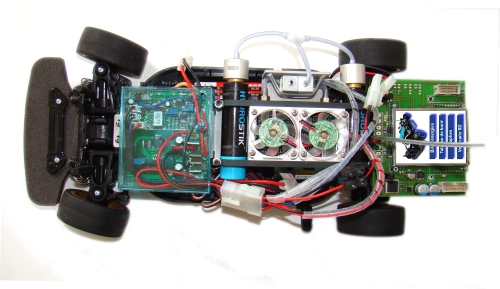
La propagation des fissures au sein du matériau soumis à un champ de pression externe est le risque majeur à éviter dans la conception des coques d’engins submersibles.

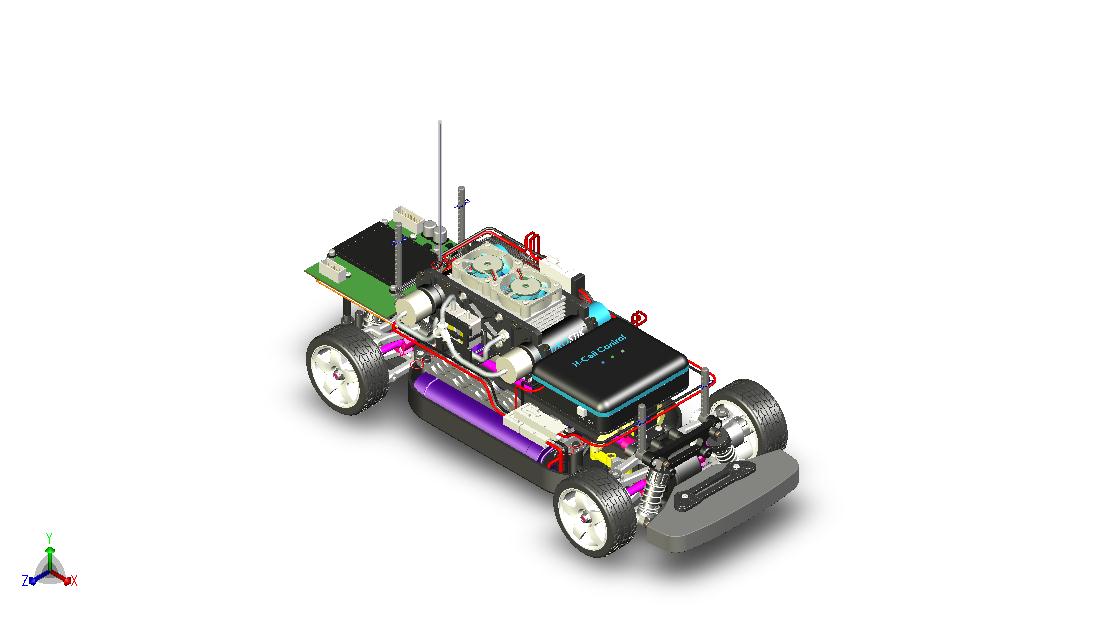




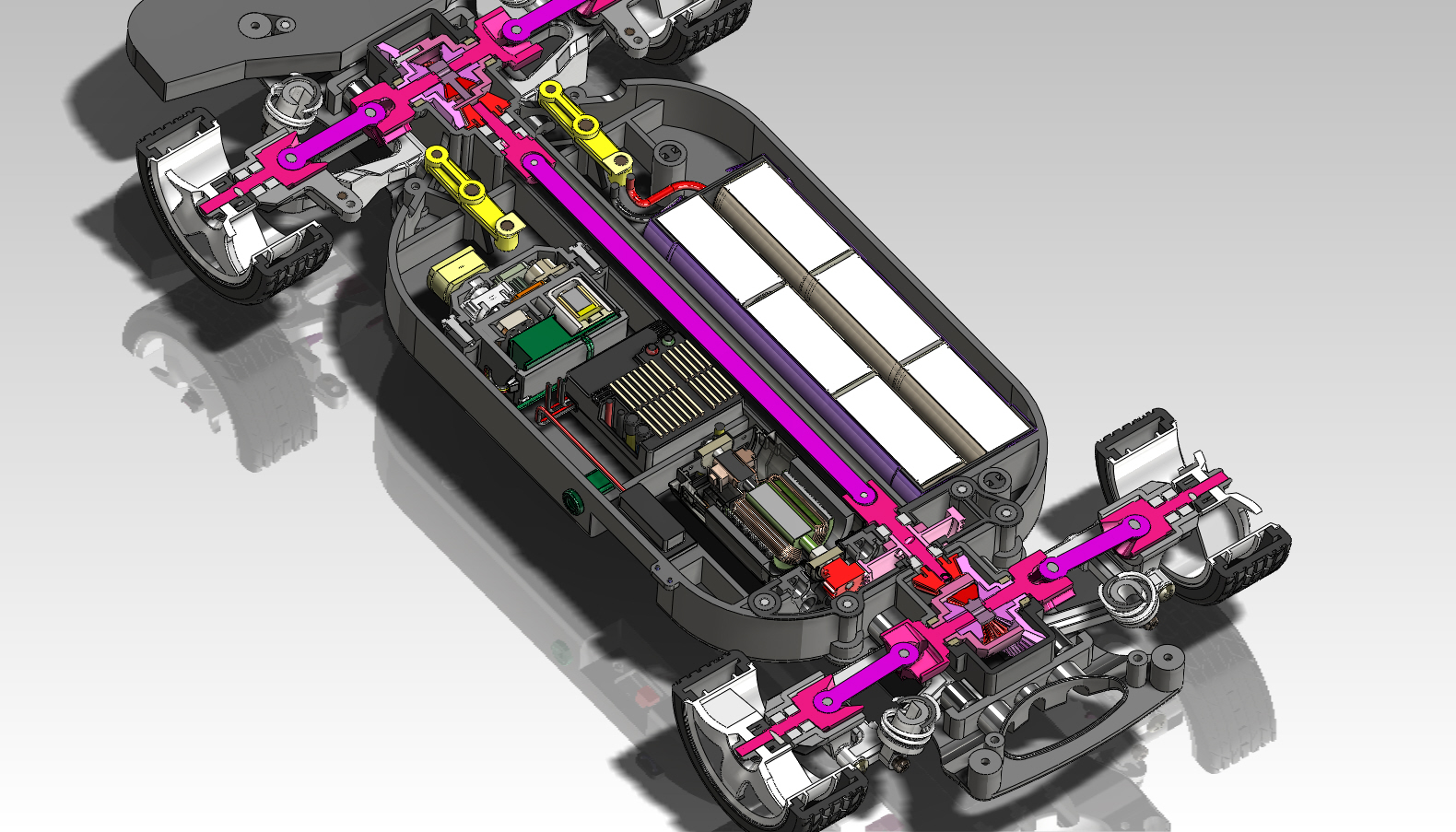
La voiture **TAMIYA TT01**, voiture au 1/10e propulsée par un moteur électrique, est équipée de 2 sources d'énergie, une pile à hydrogène de 30W, et une batterie Ni-Mh, gérées par une unité de contrôle.  
La carte d’acquisition embarquée, présente sur la voiture, permet des mesures en temps réel de relevés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



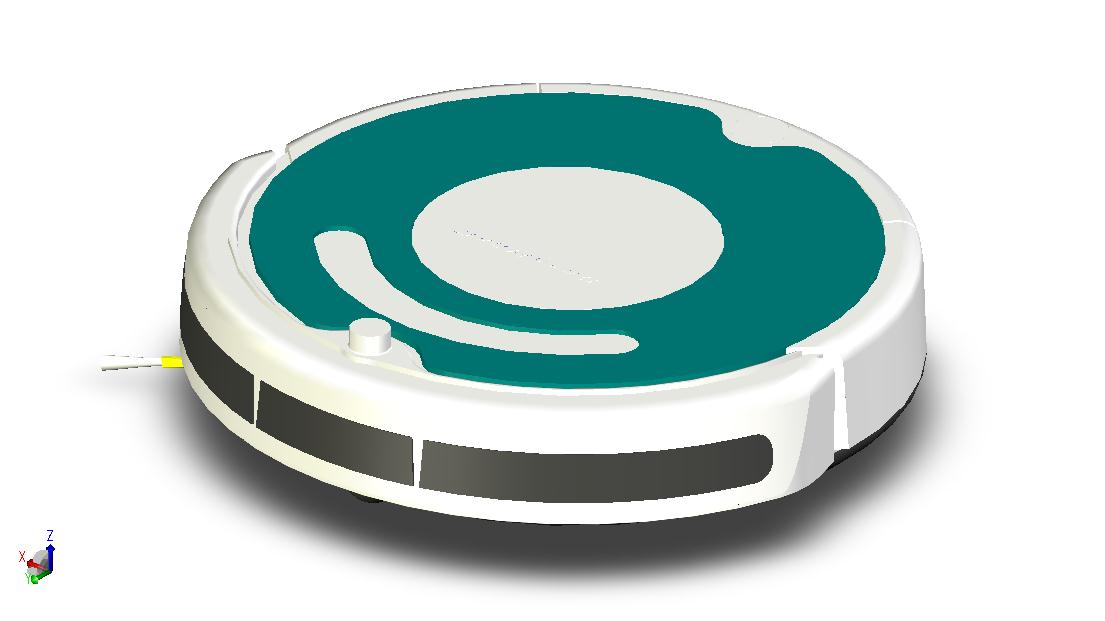




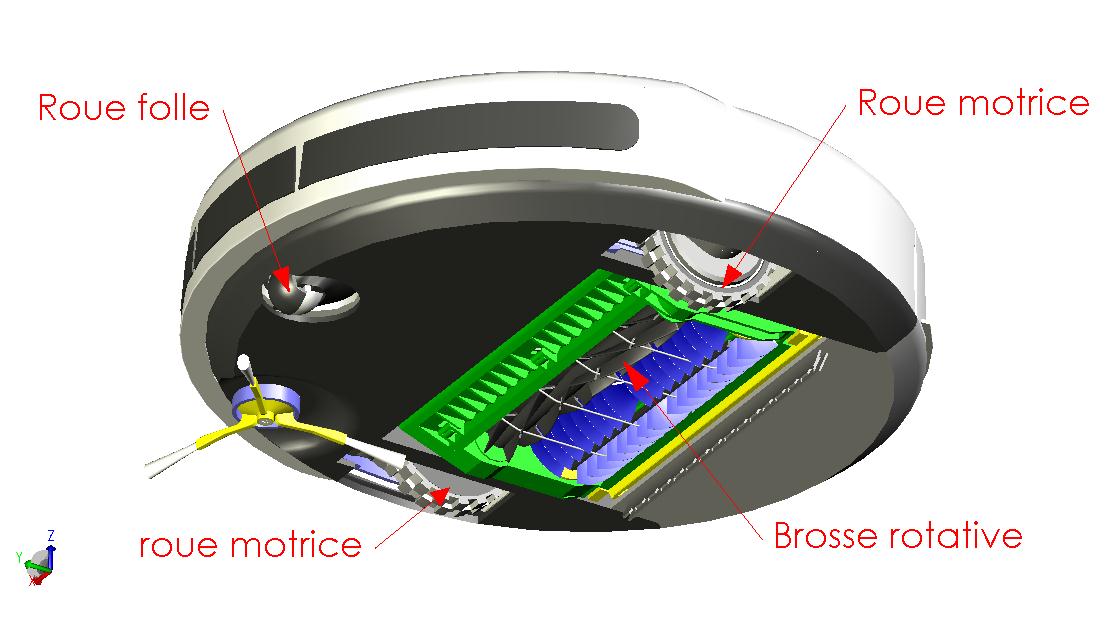
Vue du châssis de la voiture



Vue en coupe permettant de visualiser les éléments de transmission

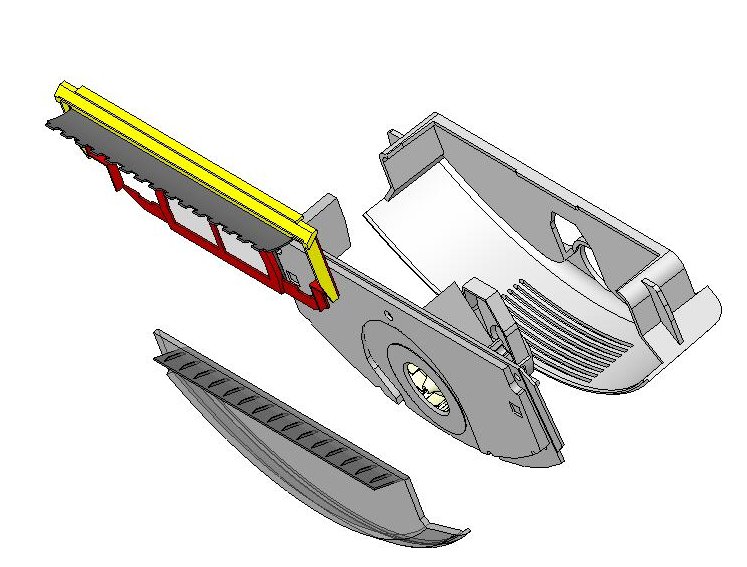
Le robot aspirateur est muni de deux roues motrices arrières et d’une roue « folle » à l’avant tournant librement sur elle même.

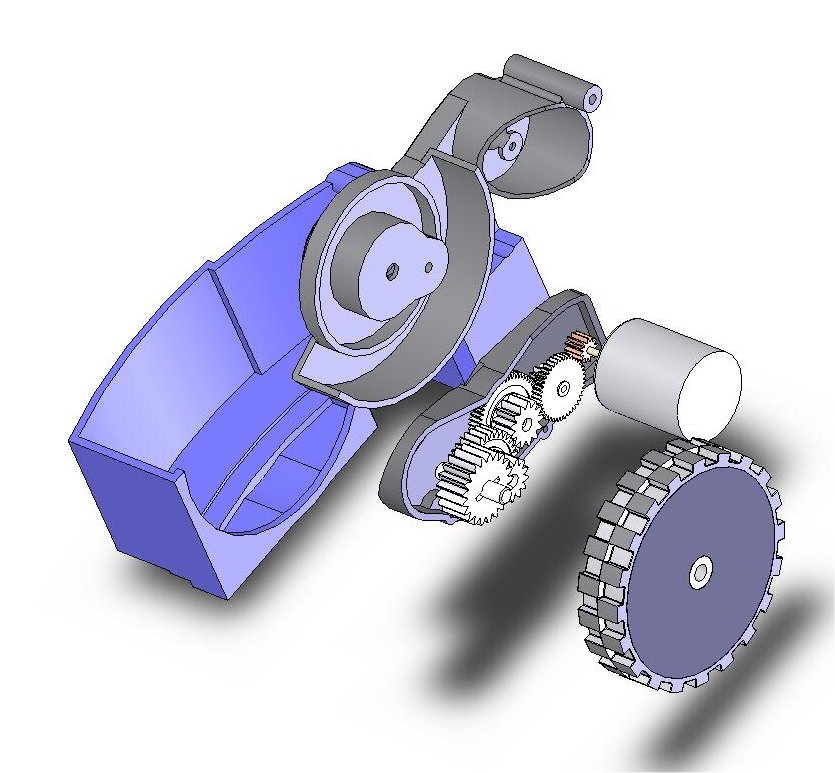
Les deux roues motrices arrières sont indépendantes ce qui permet de faire tourner le robot sur lui même en faisant tourner les deux moteurs dans un sens différent (système « char »)...Le système de brosse rotative se charge de collecter les poussières et résidus répandus sur le sol.

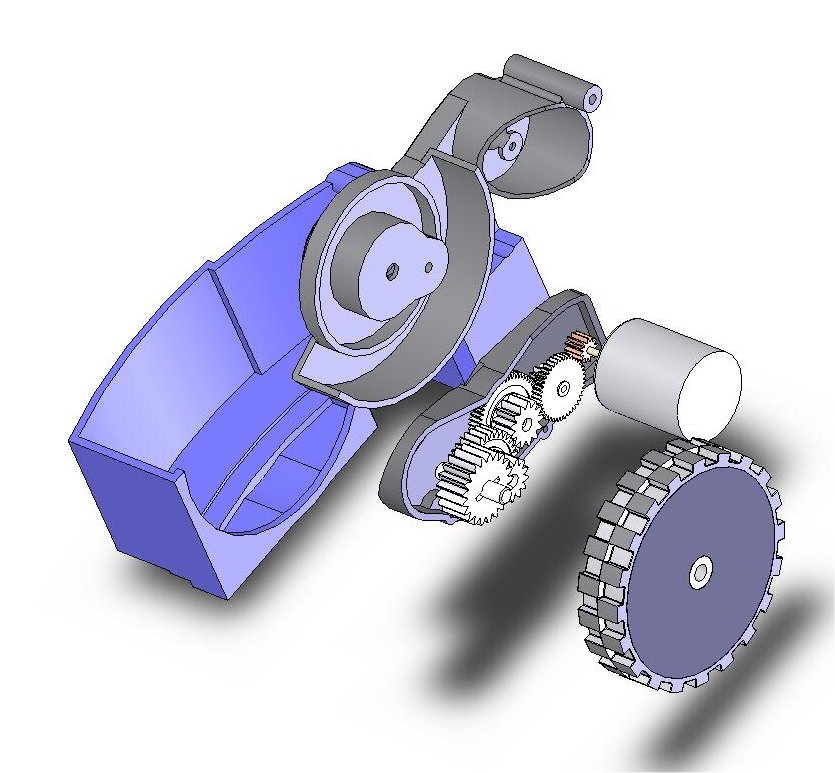


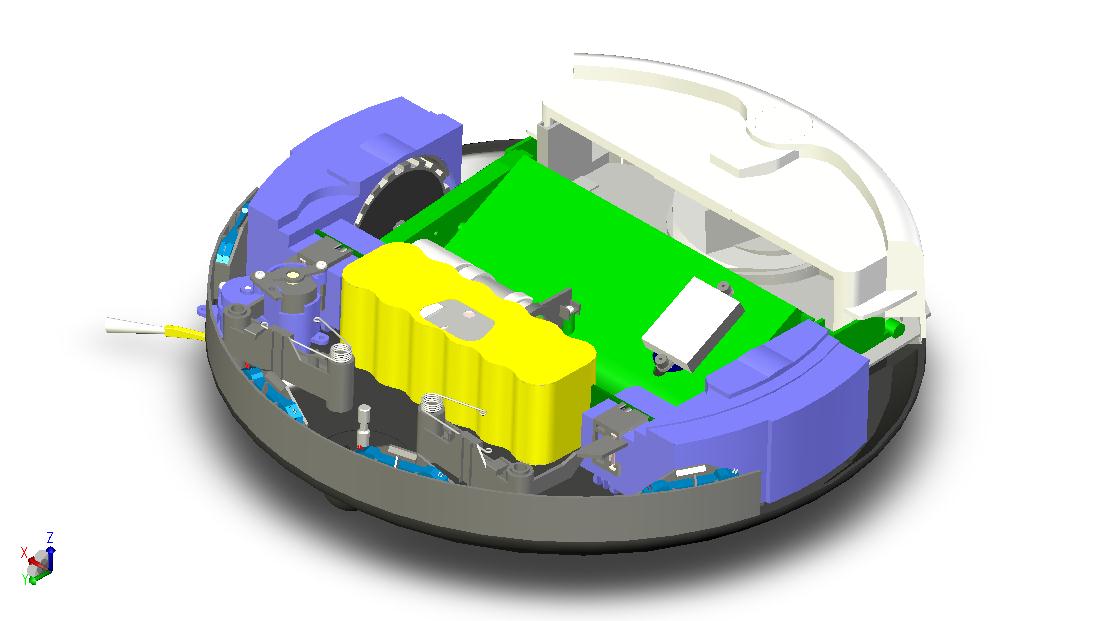
Le bac de récupération intègre une turbine générant l’aspiration d’air.

système de brosse rotative .........................



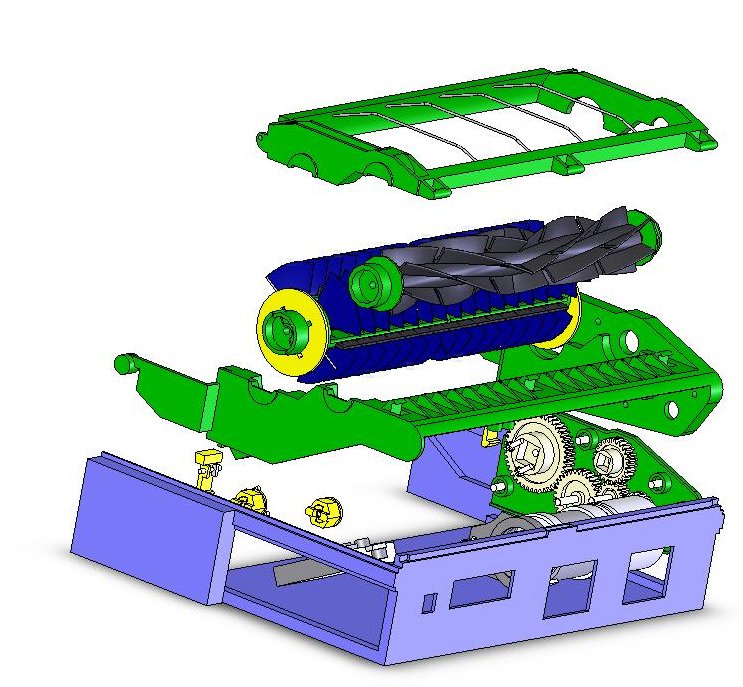






Les groupes de propulsion comportent une roue motrice avec motoréducteur à quatre étages de réduction. Chaque roue est équipée d'un codeur simple (un seul signal carré) générant 247 impulsions par tour de roue.

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

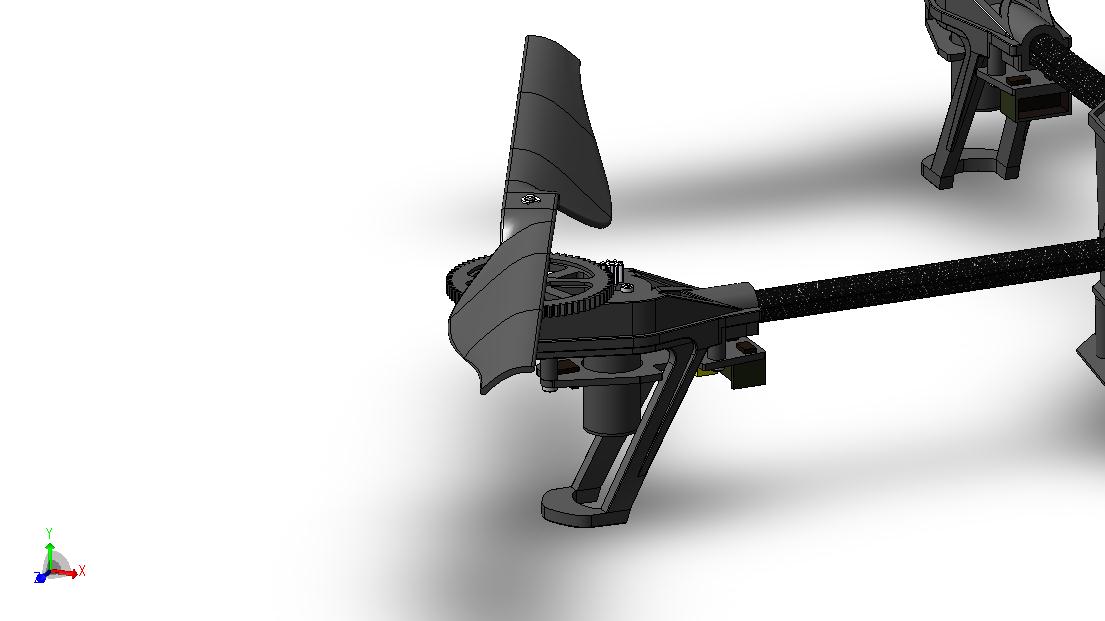


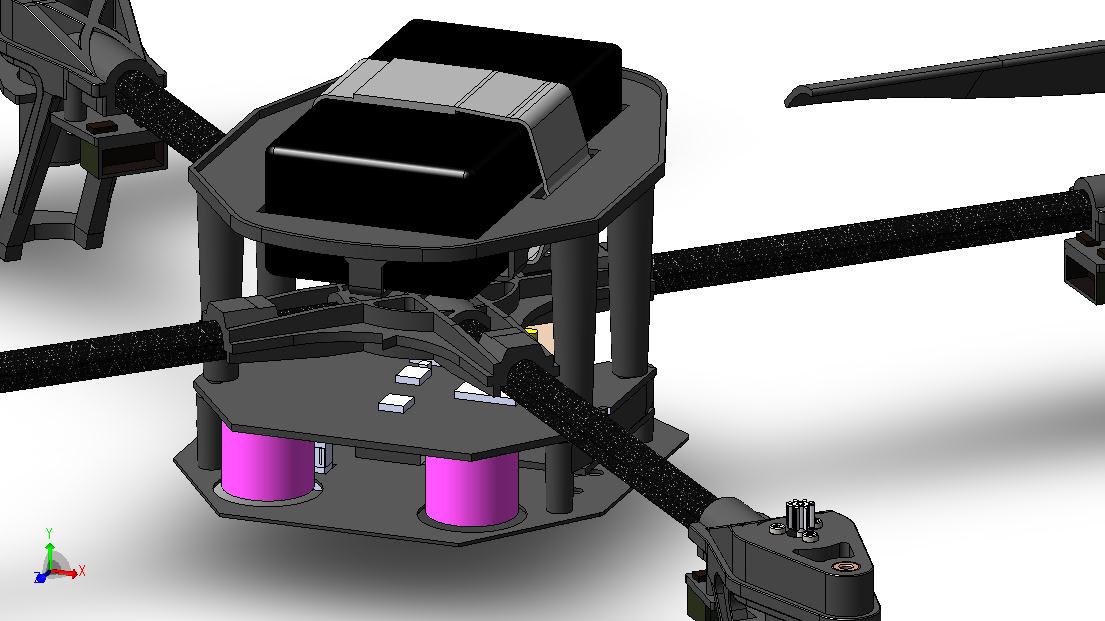


L'AR. Drone de la société Parrot, est le premier quadricoptère piloté par un i Phone/i Pod-Touch/i Pad ainsi que par la plupart des appareils mobiles Wifi basé sur Android.

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.









Vue de détail d’un groupe de propulsion

Implantation du bloc électronique autour de la croix centrale

1. Somme de vecteurs [↑](#footnote-ref-1)