

2017-2018	SEMAINE 2	LFSAB1501 Projet P1
V2	Enoncé du projet	Auteurs : CJ, BR et al.

ROBOT - A



1.

LFSAB1501 Projet 1

Premier quadrimestre

K. Ben Naoum, X. Bollen, C. Jacqmot, R., Ch. Pecheur, B. Raucent, M. Verleysen et V. Wertz

COORDINATION : B. RAUCENT

ENONCÉ

Le déplacement au tarmac des avions en mode autonome, c'est-à-dire en utilisant leurs propres réacteurs, est énergivore : on estime que le roulage au sol représente, pour l'ensemble des compagnies d'aviation Une consommation un rejet équivalent à 23 millions de tonnes de CO₂. De plus, la cadence des décollages et atterrissages augmente, il y a de plus en plus de déplacements sur le sol, ce qui conduit à d'inévitables problèmes de sécurité et de qualité de vie pour le personnel d'assistance aéroportuaire. Les directions des aéroports souhaitent développer un dispositif robotisé pour déplacer les avions sur le sol depuis le terminal jusqu'à la piste d'envol et vice-versa, moteurs éteints.

La famille De Bremaeher, très attentive à l'écologie et au problème de sécurité a entendu parler d'une initiative en ce sens¹. Elle souhaite faire avancer la réflexion en **la matière en sponsorisant un concours pour jeunes ingénieurs visant à concevoir un mécanisme automatisé (donc : non téléguidé) permettant de déplacer les avions au sol moteurs éteints**. Les participants au concours doivent présenter une solution qui fonctionne et qui pourra par la suite être réalisée et commercialisée à l'échelle industrielle.

Vous travaillez en tant qu'ingénieur-stagiaire à la SA CONCEPT-ROBOT, spécialisée dans la conception de robots. Cette société souhaite soumettre ses meilleures propositions au concours organisé par les sponsors. Pour être certaine d'y arriver, la SA CONCEPT-ROBOT met toutes ses équipes de jeunes ingénieurs au travail en parallèle dès cette semaine S2 : vous êtes l'une de ces équipes. Pour vous accompagner dans votre travail, la SA CONCEPT-ROBOT met des « coaches » et du matériel de prototypage à votre disposition.

La SA CONCEPT-ROBOT souhaite bien évidemment se présenter au concours sous son meilleur jour. Elle insiste autant sur **la qualité du prototype réalisé et expérimenté en S13** que sur **le professionnalisme dont l'équipe a fait preuve tout au long du projet** : si une de ses équipes remporte le concours, la SA CONCEPT-ROBOT sera amenée à réaliser le produit final. Il faut donc apporter, dans la proposition, un maximum de garanties que la réalisation du produit final par la SA CONCEPT-ROBOT pourra effectivement aboutir...

2. COMMENTAIRES AU SUJET DE L'ÉNONCÉ

EN QUOI CONSISTE LE PROJET ?

Votre projet vise à concevoir un robot, modéliser et valider la conception en réalisant un prototype ; il n'inclut pas la réalisation d'un produit prêt à être fabriqué et utilisé. Votre projet comporte les éléments suivants :

- établir le cahier des charges ;
- proposer une structure pour le robot ;
- faire à la main les plans d'ensemble du robot et les dessins de communication (en 2D et en perspective) ;
- modéliser et simuler le comportement physique de l'engin ;
- proposer une réalisation informatique du système de commande de l'engin ;
- montrer la faisabilité technique de la solution proposée sur un modèle réduit du robot utilisant le système LEGO Mindstorms™ (fourni par la SA CONCEPT-ROBOT).

¹ Voir par exemple <http://www.aernewstv.com/fr/industrie/recherche-innovation-aeronautiques/916-un-tracteur-revolutionnaire.html>, <http://www.4erevolution.com/air-france-taxibot/> ou <http://www.ouest-france.fr/monde/un-tracteur-davions-letude-pour-economiser-des-milliards-en-kerosene-252693>. Des recherches sur Internet vous donneront d'autres informations en utilisant judicieusement les mots-clés du domaine.

VOTRE OBJECTIF : 12 SEMAINES POUR VOUS PRÉPARER À CONVAINCRE.

L'objectif de votre équipe et de participer le mieux possible à cet important projet et d'être prêts aux moments-clés qui seront :

- en semaine **S6** (voir horaire), un pré-jury interne à l'entreprise SA CONCEPT-ROBOT est réuni pour évaluer le travail accompli ; il n'examinera pas seulement le résultat final de ce travail : la manière dont votre équipe fonctionne sera également prise en compte car, pour emporter le marché de la réalisation du produit final, il faut s'assurer d'avoir une approche et un fonctionnement d'équipe rigoureux et solide !
Vous documenterez votre solution dans un **avant-projet** et une **maquette d'étude**. Ce n'est que si votre production est convaincante que vous recevrez le feu vert pour continuer et ajuster votre travail et vos propositions
- 7 semaines plus tard (**S12**) : vous présentez un **dossier** et un **prototype fonctionnel** et vous participez à un concours interne entre toutes les équipes pour sélectionner les propositions à soumettre aux sponsors.
- Le mois de janvier sera le moment d'évaluer le fonctionnement de votre équipe, de ses membres et le travail réalisé.

POURQUOI CE PROJET ?

Le projet P1 est une situation-problème particulière par sa durée (12 semaines) et par la possibilité d'application et d'intégration des connaissances et des compétences qu'il apporte.

Le projet vise la contextualisation et l'intégration avec les matières enseignées durant le même quadrimestre, ce qui mène à des apprentissages supplémentaires dans ces matières. Il permet également l'application de connaissances et compétences acquises antérieurement.

Seront évalués en fin de projet : les productions réalisées, le travail en équipe et les apprentissages individuels réalisés par chaque étudiant.

L'annexe 2 présente les acquis d'apprentissage visés (objectifs d'apprentissage poursuivis) par le projet.
Une vidéo sur Moodle décrit le projet et ses étapes.

3. QUI FAIT QUOI, QUAND, POURQUOI, COMMENT ?

Tous les renseignements nécessaires à la bonne marche de votre projet sont disponibles sur le site web du cours sur la plate-forme Moodle (<https://moodleucl.uclouvain.be/>)

Chaque semaine, un dossier sera disponible sous Moodle reprenant les étapes et les consignes pour la semaine. Ces dossiers se composent de sections principales brèves et d'annexes, qui vous fourniront des informations complémentaires et utiles à exploiter pour ne pas vous égarer. Vous aurez également besoin de faire preuve d'initiative, d'effectuer des recherches personnelles et d'exploiter des matières et concepts travaillés dans votre formation d'étudiant ingénieur. En S2 et S3, le livret sera disponible en version papier et sous forme numérique. A partir de S4, seule la version numérique vous sera fournie.

Vous devrez déposer chaque semaine sous Moodle les productions de votre équipe, pour apporter la preuve de l'avancement des travaux de votre équipe. Ces documents vous seront d'une grande utilité dans la phase de réalisation du rapport final du projet.

Un coach, qui sera désigné par le terme « tuteur », et qui est membre de la SA CONCEPT-ROBOT sera là pour guider votre démarche et encadrer votre travail lors des séances d'équipe du mercredi. D'autres séances de travail d'équipe sont planifiées à votre agenda.

Certains lundi, des cours de restructuration seront organisés pour traiter d'un certain nombre de sujets en rapport avec le projet et les matières impliquées. Ils se baseront sur le travail réalisé par les équipes et il faut donc y venir préparés pour en tirer profit.

Annexes

- 1. Le dessin**
 - 2. Les acquis d'apprentissages**
 - 3. Les étapes**
 - 4. L'équipe et le tuteur**
 - 5. Les ressources**
 - 6. L'évaluation du projet et des acquis des étudiants**
 - 7. Le rapport**
-

Annexe 1

LE DESSIN DANS LE PROJET

L'objectif de cette partie du projet est d'acquérir les bases du dessin technique conventionnel, établies sur des normes de représentation et des perspectives simples. Pour cela, on vous demande de représenter un mécanisme de la vie courante, que vous vous procurerez.

Le mécanisme à représenter sera soit un moulinet de canne à pêche, soit un pédalier de vélo, soit une serrure de porte, soit une chignole (foreuse manuelle), soit un métronome mécanique, soit un batteur de cuisine mécanique, soit un taille-crayon à manivelle. Ce mécanisme devra comporter entre 7 et 18 pièces. Attention, une vis, une rondelle ou un écrou n'entrent pas en compte dans le calcul du nombre de pièces de votre mécanisme !

Présentez le mécanisme démonté à votre tuteur de dessin lors de la séance de S3, de S4 ou de S5 pour en vérifier sa validité.

A.1 LECTURE DE PLANS

L'objectif est de vous familiariser avec des plans techniques courants. Chaque groupe reçoit deux plans, l'un de génie civil et l'autre de mécanique. Sur chaque plan, vous devez établir la correspondance entre des lettres et des chiffres. L'important est de bien comprendre le plan et de pouvoir l'interpréter. Vous aurez l'occasion de poser des questions lors du cours de restructuration.

A.2 ÉVALUATION (PARTIE DESSIN)

Pour la session de janvier, la note de dessin contribue au projet P1 pour 1/4 des points. Elle est établie pour 1/3 sur base de vos deux APPs (Dessins 2D et 3D). Les 2/3 restants correspondent à la note de l'évaluation écrite en S11. Durant cette évaluation, vous aurez à réaliser un dessin 2D, un dessin en perspective et deux lectures de plan (un plan mécanique et un plan d'ouvrage d'art).

A.3 MATÉRIEL CONSEILLÉ EN DESSIN

Le matériel conseillé dans le cadre du cours de dessin comprend :

- un crayon noir (de préférence HB ou H) ou un porte-mine (diamètre 0.5mm HB) ;
- deux feutres calibrés à encre (type Rötring, Staedtler, etc.) :
 - o un fin de 0.2 mm de diamètre ;
 - o un gros de 0.5 mm de diamètre ;
- un compas, muni de l'accessoire permettant de fixer un feutre ;
- deux équerres :
 - o une avec des angles de 90°, 60°, 30° et de longueur du grand côté supérieure ou égale à 35 cm ;
 - o une avec des angles de 90°, 45°, 45° et de longueur du grand côté de 25 cm ;
- une latte de longueur supérieure ou égale à 40 cm.

Les équerres et la latte doivent avoir des bords qui ne touchent pas la feuille de papier afin de pouvoir réaliser des tracés à l'encre (i.e. instrument en plexiglass).

Ne lésinez sur la qualité de votre matériel, car le dessin technique exige une grande précision.

Annexe 2

ACQUIS D'APPRENTISSAGE VISÉS PAR LE PROJET (AAV DU PROJET)

À la fin du projet P1, les étudiants seront capables :

- d'utiliser le dessin technique (à la main) comme outil de conception et de communication : plans en 2D et perspectives simples (cavalière et axonométrique) ;
- de construire un modèle cinématique d'un robot mobile, de calculer des efforts internes d'un modèle simplifié de robot, de mesurer des couples et des frottements internes, de mesurer la puissance et le travail fourni par les moteurs du robot, d'établir un bilan d'énergie électrique et mécanique ;
- de développer et tester un programme JAVA qui permet au robot de réaliser, à l'échelle, des trajectoires et manœuvres quelconques ;
- de contribuer au fonctionnement de l'équipe dans le cadre de dispositifs d'apprentissage actifs coopératifs de type projet ;
- d'élaborer une démarche de conception de produit et de validation par la réalisation d'un prototype :
 - o comprendre un énoncé, extraire ce qui en fait l'essence et le reformuler afin de définir le résultat attendu ;
 - o établir le cahier des charges ;
 - o utiliser des modèles simples à la fois dans un but descriptif et dans un but prédictif ;
 - o concevoir, de planifier et de réaliser des expériences (en laboratoire) de manière efficace en fonction d'un objectif visé (valider la conception, contrôler les performances du prototype) ;
- dans un contexte de recherche d'informations techniques :
 - o de déterminer la nature et l'étendue de l'information dont il a besoin ;
 - o d'accéder avec efficacité et efficience à l'information dont il a besoin ;
 - o d'évaluer de façon critique tant l'information que ses sources ;
 - o d'utiliser efficacement l'information en vue d'atteindre un objectif spécifique ;
 - o de référencer les sources utilisées de manière valide ;
 - o de communiquer efficacement dans l'équipe et communiquer vers l'extérieur de l'équipe en vue de vulgariser ;
- de communiquer par écrit de manière efficace :
 - o rédiger un rapport de réunion (« minutes ») pour guider le travail en équipe et exploiter ces rapports dans un rapport de synthèse ;
 - o rédiger un rapport de projet cohérent, structuré, avec suffisamment de rigueur scientifique et en fonction d'un public cible connu ;
- de décrire la démarche de conception (modélisation) et de porter un regard critique sur leur propre produit/prototype ;
- d'identifier les qualités, les limites, les imperfections du processus suivi et de leur propre produit/prototype et de proposer des pistes d'amélioration ;
- de décrire une démarche de recherche d'information réalisée et de porter un regard critique sur la démarche menée.

Ces objectifs doivent tous être atteints pour que le projet soit un véritable succès. Par exemple, il ne servirait à rien d'arriver à un prototype fonctionnel sans pouvoir justifier les choix réalisés dans un document écrit de bonne qualité, ou inversement.

Annexe 3

ETAPES DU PROJET

Voir la vidéo sur Moodle.

Annexe 4

L'ÉQUIPE, LE TUTEUR, LE CLIENT

Durant toute la durée du projet, votre équipe sera invitée à suivre une méthodologie de travail avec, chaque semaine, des fonctions spécifiques pour chacun et chacune.

Vous serez en outre encadré par un tuteur de projet, dans un rôle de coach dont le rôle est de :

- suivre l'avancement de votre projet,
- guider le fonctionnement de l'équipe,
- encadrer l'équipe pour que vous soyez en mesure de résoudre vos problèmes,
- guider l'équipe pour les aspects méthodes de travail,
- donner une rétroaction (« feedback ») sur votre travail,
- superviser la tenue du dossier de séance de l'équipe.

Attention !

Le tuteur n'est pas « l'expert » de tous les domaines couverts par le projet. Pour des questions pointues dans une discipline (matière) particulière, vous devez vous adresser à votre tuteur disciplinaire. Des séances de consultance sont également organisées régulièrement en physique, informatique et dessin. Relevez votre courrier électronique UCL et consultez les valves pour les horaires.

Le tuteur n'est pas votre client. Il est seulement quelqu'un qui peut vous aider à avancer dans votre projet, à clarifier les questions que vous vous posez. Il a reçu la consigne de ne pas répondre à la place du client.

Toutes les demandes de clarification concernant le souhait du client (durant la phase de rédaction du CdC) et le concours (le projet) doivent être introduites à l'occasion des cours de restructuration du lundi ou via le forum.

Enfin, vous serez amenés à **prendre des décisions stratégiques avec votre tuteur**, par exemple : définir des critères d'évaluation de votre travail. Il est donc impératif de vous adresser à lui pour toutes les questions relatives au projet. Il se peut qu'une autre équipe, avec un autre tuteur, prenne d'autres décisions. Il est donc inutile et même nuisible de comparer votre travail avec celui d'équipes dans d'autres locaux.

Voici quelques consignes à suivre pour la bonne marche de vos rencontres avec votre tuteur :

- *Préparez chaque rencontre* et envoyez un **ordre du jour** de la réunion à votre tuteur (par e-mail), au plus tard la veille (qui est en responsable dans l'équipe?). Le tuteur pourra ainsi vous aider plus facilement à répondre à vos questions. Qui dans l'équipe s'assure de la bonne préparation de chaque réunion ?
- Commencez toujours la réunion par un **bilan du travail** accompli durant la semaine écoulée.
- Le rôle *d'animation* de la réunion est composé de plusieurs fonctions qui peuvent être confiées à plusieurs membres de l'équipe (pas au tuteur !):
 - o s'assurer que tout le monde participe et que chacun puisse prendre la parole
 - o s'assurer que l'on ne s'écarte pas de l'objectif et que l'on passe par tous les points de l'ordre du jour,
 - o veiller au respect des délais,
 - o etc
- Pour que la communication passe bien dans les réunions d'équipe, rien de tel que d'utiliser le tableau comme espace de travail commun et visible par tous. Qui est chargé de le tenir à jour en cours de réunion ?
- En fin de réunion, le dossier de séance de la semaine, les conclusions de la réunion, les actions à entreprendre ... doit être sauvegardé sur Moodle. Qui fait quoi? Qui tient à jour ce dossier ?
- **Tous les membres de l'équipe doivent être présents à chaque réunion de l'équipe. En cas d'absence, il faut prévenir le tuteur et les autres membres de l'équipe en donnant le motif.**

En cas de problème grave, contactez le coordonnateur du projet P1 (benoit.raucent@uclouvain.be).

Annexe 5

LES RESSOURCES

LE FORUM :

Le règlement du concours vous donne de nombreuses précisions sur votre travail. Si vous avez une question ou une demande, vous pouvez contacter le client ou le secrétaire du concours via le forum sous Moodle. Les questions et réponses seront en libre accès pour tous les étudiants. Il est donc recommandé de :

- lire les questions antérieures (et leurs réponses), le secrétaire du concours ne répondra qu'à une nouvelle question,
- prendre le temps de bien formuler vos questions (votre tuteur peut vous aider dans cette tâche).
- respecter les thématiques (mettre la bonne question dans la bonne thématique)
- poser une seule questions à la fois

LE DOSSIER DE SÉANCE :

Les dossiers, les annexes et les ressources sont disponibles sur l'espace Moodle du projet P1 :

- une partie brève donne le cœur des informations et des productions à fournir
- des annexes donnent les détails et des informations complémentaires.

Chaque semaine, un dossier de séance sera proposé à l'équipe ; durant les premières semaines, il sera disponible à la fois en version papier et en version électronique. A partir de la semaine 4, seule la version électronique sera disponible. Il s'agit de fichiers PDF éditables.

Le mode d'emploi est le suivant :

1. en début de semaine un membre de l'équipe (qui?) télécharge sur son ordinateur portable le dossier et les documents associés (1 seul ordinateur est accepté autour de la table durant les séances tutorées) ;
2. au moment spécifié, (avant la séance tutorée suivante ou avant le cours de restructuration), un membre de l'équipe (qui?) dépose dans l'espace documentaire les documents d'équipe complétée (dossiers ou annexes du dossier).

L'espace documentaire est donc un élément important pour archiver votre travail de l'équipe. Vous en aurez besoin pour rédiger votre rapport final en S12. Pensez à constituer progressivement les éléments du rapport final pour ne pas devoir tout faire au dernier moment !

DES VIDÉOS:

Plusieurs vidéographies didactiques ont été construite et sont disponibles sur Moodle. Il est impératif de les regarder car elles apportent des compléments par rapport au cours du lundi.

MOODLE

Toutes les ressources documentaires du projet sont disponibles sous Moodle.

REMISE DES TRAVAUX

Chaque équipe dépose sous Moodle les productions et livrables du projet.

LE TABLEAU :

Si l'espace documentaire est la mémoire à long terme, le tableau joue un rôle d'espace de travail et de mémoire à court terme. Travailler au tableau est très efficace pour expliquer, se mettre d'accord sur un concept ou un planning, s'assurer que tout le monde sait ce qu'il a à faire pour la séance suivante, ... C'est une fonction importante que de noter, de schématiser, de relier les idées et les concepts au tableau (qui dans l'équipe assume cette fonction ?).

Annexe 6

L'ÉVALUATION DU PROJET ET DES ACQUIS D'APPRENTISSAGE DES ÉTUDIANTS

Pré-jury : évaluation formative : elle sert à vous permettre de faire le point sur ce qui va bien et sur ce qui doit encore être amélioré : il n'y a donc pas de note.

Évaluation finale du projet : la note finale du projet comprend :

- une note d'équipe (1/2) : présentation du groupe devant le jury en session et évaluation continue par le tuteur ;
- une note individuelle de projet (1/4) : examen écrit individuel pendant la session d'examens ;
- une note individuelle de dessin (1/4).

Des **grilles d'évaluation** vous seront fournies pour vous permettre de vous préparer aux différentes composantes de l'évaluation : elles vous indiqueront sous quels aspects vos productions et vos prestations seront évaluées.

Durant les sessions de juin et septembre, chaque étudiant aura l'occasion de représenter uniquement l'évaluation de dessin et/ou l'évaluation individuelle du projet. L'étudiant devra préciser en début d'examen la(les) partie(s) qu'il souhaite représenter.

Les notes de dessin (APPs et évaluation de novembre) ainsi que la note d'équipe du projet sont automatiquement reportées aux sessions de juin et/ou de septembre lorsque cela est favorable à l'étudiant.

Annexe 7

LE RAPPORT FINAL : PREMIÈRES INDICATIONS

Le rapport devra être relié et dactylographié (un logiciel est disponible sur les postes de travail, mais vous pouvez en utiliser un autre). Un critère important pour choisir un logiciel de traitement de texte est qu'il soit maîtrisé par tous les membres de l'équipe. Les dessins, équations, figures, illustrations, etc. peuvent être réalisés à la main.

L'usage de photos peut s'avérer utile à différents endroits du rapport. Il faut veiller à bien mettre en évidence les détails importants (par exemple, à l'aide de flèches, de cadres, etc.). Ne pas hésiter à accompagner les photos d'un dessin.

La composition du rapport final doit vous inspirer pour la réalisation des productions tout au long du projet.

LA COUVERTURE, LA TABLE DES MATIÈRES ET L'INTRODUCTION

La couverture situe le sujet et comprend entre autres un titre et un dessin (réalisé à la main) présentant l'engin final et (facultatif) un logo d'équipe. Une table des matières donne une idée précise du contenu du rapport.

Une introduction – qui ne dépasse pas 2 faces A4 – aborde entre autres le contexte de votre projet, son enjeu, l'ampleur, les limites, le point de départ que vous avez pris, les choix principaux que vous avez dû faire, les techniques, méthodes et démarches mises en œuvre.

L'ENGIN FINAL

Vous aurez 6 faces A4 pour décrire votre solution et convaincre le jury que vous apportez la meilleure solution au problème. Vous exploiterez des productions de l'équipe réalisées durant le projet : cahier des charges, spécifications, solutions proposées : durant votre projet, vous allez travailler sur 3 engins différents, (1) l'avant-projet (avec la maquette d'étude), (2) le prototype pilote réalisé en LEGO®, qui ne permet pas de tout valider et impose des contraintes et (3) l'engin final (le robot réel à construire par la SA CONCEPT-ROBOT ultérieurement si votre projet est sélectionné).

L'enjeu de cette section sera de décrire votre solution finale qui répond le mieux au cahier des charges et qui tient compte de l'expérience acquise durant le projet, notamment via l'avant-projet et les expérimentations avec le prototype-pilote en Lego.

Dans cette section, vous devrez documenter un dimensionnement de votre engin final, faire un dessin en 2D, établir une fiche technique et dresser un comparatif des 3 engins.

SYNTHÈSE DES ASPECTS TECHNIQUES

Vous recevrez des consignes permettant de traiter les thèmes suivants : la motorisation du prototype-pilote en Lego, éléments relatifs au modèle de l'engin à propulsion mécanique, éléments relatifs à la cinématique de l'engin final et enfin éléments relatifs de la statique de l'engin final, le traitement informatique et la programmation.

RAPPORT FINAL DU TRAVAIL ET FONCTIONNEMENT DE L'ÉQUIPE

Dans cette section, vous réaliserez, entre autres sur base de bilans intermédiaires, une réflexion sur le travail en équipe et le fonctionnement de votre équipe durant le projet.

CONCLUSIONS, BIBLIOGRAPHIE ET ANNEXES

Vous recevrez en temps utile des consignes pour la rédaction de ces parties du rapport.