

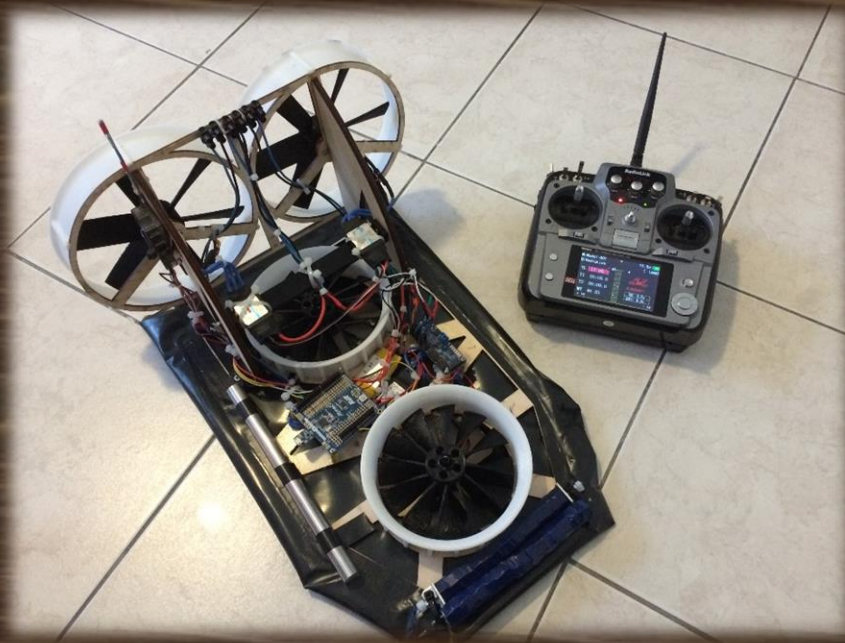
Thomas Di Grande – Julien Whitfield

## Rapport final Arduino

### Projet Peip 2

# Arduinoglisseur

Avec l'aide de M. Masson



Projet sponsorisé par :



**MICROCHIP**



**POLYTECH**  
NICE-SOPHIA



**TelecomValley**  
Animateur Azuréen du Numérique



Université  
Nice  
Sophia Antipolis

## **Préambule :**

Le rapport suivant a été réalisé afin de résumer l'ensemble du travail effectué pour réaliser le projet Arduinoglisseur. Ce projet a été mené à son terme et le prototype final répond aux principales exigences du cahier des charges initialement rédigé en octobre 2019. L'ensemble des options envisagées n'ont cependant pas pu être concrétisées. Le sommaire ci-dessus résume les différentes parties qui composent ce rapport, c'est-à-dire le cahier des charges et le comparatif avec le prototype fini, le planning initial et final du projet, l'ensemble des informations techniques et le bilan final du projet.

## **Sommaire :**

### **1. Les objectifs initiaux du projet [P.2-3]**

- 1.1 Le cahier des charges
- 1.2 Motivation et but du projet

### **2. Réalisation pratique du prototype [P.4-5]**

- 2.1 Construction de la structure
- 2.2 Comparatif entre le cahier des charges et le prototype

### **3. Planning prévisionnel et réelle du projet [P.5-6]**

- 3.1 Diagramme de Gantt
- 3.2 Répartition des tâches dans le groupe

### **4. Information technique sur le prototype [P.7]**

### **5. Bilan global sur ce projet [P.7-8]**

- 5.1 Bilan sur la réalisation du projet
- 5.2 Conclusion

### **Bibliographie et source [P.8]**

# **1.Les objectifs initiaux du projet**

## **1.1 Le cahier des charges :**

Informations générales :

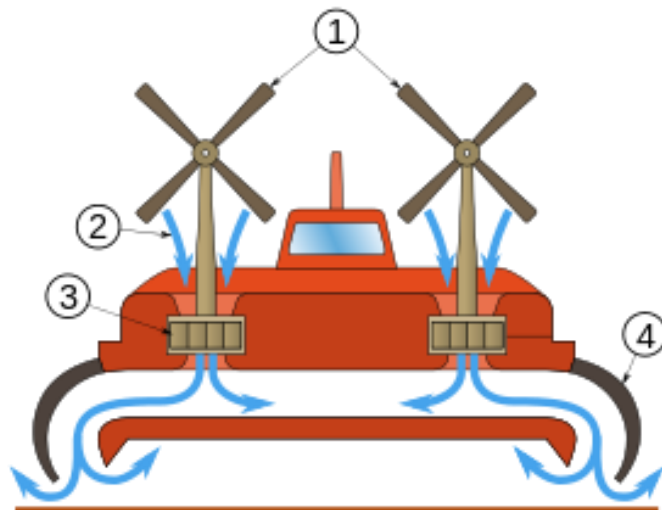
Noms : Arduino Aéroglisser ; Arduinoglisser ;  
Entreprise : Aero Tech Industrie ;  
Type : Véhicule terrestre ;  
Nom responsable projet : P. Masson ;  
Noms participants projet : Thomas Di Grande -- Julien Whitfield ;

Contraintes : (A -> Prioritaire ; B -> option) :

- A-1 : Le prototype doit pouvoir se soulever au-dessus du sol ;
  - A-2 : Le prototype doit être autonome en énergie pour une durée supérieures à 10 minutes ;
  - A-3 : Le prototype doit avoir une solidité suffisante pour résister à des chocs légers voire modérer ;
  - A-4 : Le prototype doit être stable peu importe la surface ;
  - A-5 : Le prototype doit être soulevé au-dessus du sol par deux moteurs type brushless ;
  - A-6 : Le prototype doit être auto propulsée par deux moteurs arrière ;
  - A-7 : Le prototype doit rester stable lors de ses déplacements ;
  - A-8 : Le prototype doit être radio guidé par l'utilisateur ;
  - 8- : La conception inclut la réalisation de la télécommande RF ;
  - A-9 : Le prototype doit être facilement réparable ;
  - 9- : Accès simplifié au câble et cartes électroniques ;
  - B-1 : Le prototype doit pouvoir renvoyer une vidéo en direct à l'utilisateur ;
  - 1- : Retour vidéo sur ordinateur ou smartphone par liaison WIFI ;
  - B-2 : Le prototype doit être esthétique ;
  - 2- : Ajout d'une maquette de cabine + autocollant + peinture ;
  - B-3 : Le prototype doit détecter les obstacles, gestion arrêt d'urgence ;
- Contrainte supplémentaire : Le prototype ne doit pas exploser ou s'enflammer spontanément.

## 1.2 Motivation et but du projet :

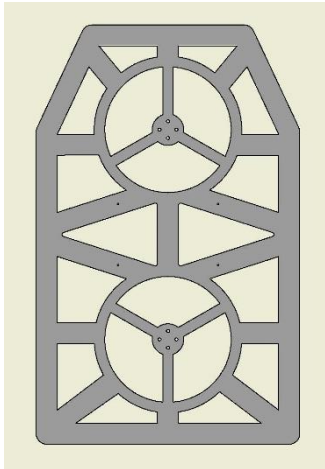
Le projet Arduino aéroglisseur ou Arduinoglisser a été choisi comme projet de groupe après une longue réflexion. En effet, dans un premier temps, la construction d'un avion vtol (Vertical Take-off and Landing aircraft) avait été envisagé mais rapidement abandonné aux vues de la complexité de réaliser un tel prototype. Dans un second temps, la construction d'un bras robotique articulé, contrôlable à l'aide d'un gant et de capteurs fut également considéré mais c'est en regardant les projets des années précédente que l'aéroglisseur fut finalement choisi. Un des projets précédents a en effet retenu notre attention, il s'agit de l'hydroglisseur qui peut se déplacer grâce à une hélice. Le but était dans ce cas de contrôler la direction du flux d'air à distance avec une télécommande. Dans le cas de notre projet Arduinoglisser, nous avons repris le concept de déplacement par hélices, mais ajouté une contrainte majeure, le prototype doit être auto-porté, c'est-à-dire qu'il ne disposera d'aucune roue pour le supporter et lui permettre de se déplacer. Le but est de remplacer les roues par un coussin d'air sous la structure. Le schéma suivant illustre le concept de l'aéroglisseur : en (1) les hélices de propulsions, en (2) et (3) les turbines qui gonfle le ballon (4) qui supporte la structure et que l'on nomme jupe, et les flèches bleu représente le parcours de l'air qui en s'échappent forme le coussin d'air qui réduit les frottements entre la structure et le sol.



L'objectif final de ce projet est donc de parvenir, avec l'aide du matériel disponible en classe et à l'école, ainsi que de l'électronique et les possibilités d'Arduino, à réaliser un aéroglisseur fonctionnel, contrôlable à distance et respectant les différentes contraintes supplémentaires, détailler dans le cahier des charges ci-dessus. Les différentes parties du prototype en bois seront réalisées avec la découpeuse laser et des planches de contre-plaquer de 3mm, les différentes pièces en plastique seront imprimées en 3D et nous utiliserons la carte Atmel XPLAINED mini fournis en classe comme contrôleur du prototype. Les moteurs choisis pour ce projet sont des moteurs brushless, utilisés normalement pour des drones. Ils ne possèdent pas un couple élevé mais leurs grandes vitesses de rotation leurs permettent de générer un flux d'air important (qui varie selon le type d'hélice). Voici maintenant le détail de la réalisation du prototype.

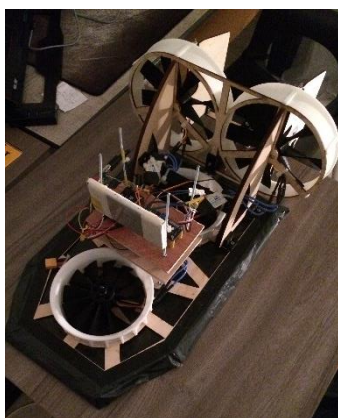
## 2. Réalisation pratique du prototype

### 2.1 Construction de la structure



La première grande étape de ce projet fut la réalisation de la jupe de l'aéroglisseur. A ce stade nous ne savions même pas si techniquement, les moteurs étaient capables ou non de soulever un poids important avec le cousin d'air. La réalisation du châssis fut faite en conséquence et de large espace vide dans la structure fut placé pour l'alléger au maximum. La figure ci jointe montre le schéma du châssis, ce dernier sera ensuite découpé au laser. Deux problèmes se poseront tout de même, le premier étant que les vis de fixation des moteurs ne sont pas à des emplacements symétriques, c'est-à-dire que seul deux vis sur quatre sont correctement alignés avec les trous prévus, et le deuxième étant que les moteurs possèdent un axe qui dépasse à l'arrière, rendant obligatoire le perçage d'un trou central pour éviter les frottements de l'axe sur le châssis. Après modification de la pièce en classe, les espaces vides furent bouchés par une toile en sac poubelle, et cette même toile fut installée comme première version de la jupe, pour réaliser les premiers tests.

Les premiers tests de la jupe furent menés avec un banc d'essais, constitué d'une carte Atmel Arduino reliée à un ordinateur, dans laquelle un programme de contrôle des moteurs brushless est installé. Ces moteurs utilisent un port PWM pour la communication avec la carte, et nous avons utilisé un potentiomètre pour simuler la télécommande. Résultat des premiers tests, les deux moteurs qui actionnent les turbines, créent suffisamment d'air pour soulever plusieurs kilogrammes de matériel. A ce stade le poids ne semble donc pas être un problème.



L'étape suivante fut la réalisation de la structure arrière de support des moteurs de propulsion, ainsi que la réalisation du code et de l'électronique de la télécommande. C'est deux éléments furent réalisés en parallèle car nécessaire pour les futurs tests du prototype. La première version de la structure de support des moteurs fut un échec. Bien que très réussie en termes de construction, elle avait le défaut d'être bien trop lourde. L'ajout d'un servo pour contrôler les gouvernes et le contrôle indépendant de chaque moteur nous a obligé à utiliser une extension PWM, la carte Adafruit pwm, qui génère 16 nouveaux canaux PWM. Mais malgré nos efforts pour rééquilibrer le prototype, le poids à l'arrière est trop important. Il sera donc décidé de supprimer les gouvernes pour la direction, et de n'utiliser que les hélices, en faisant varier leurs vitesses indépendamment, pour tourner.



## 2.2 Comparatif entre le cahier des charges et le prototype fini

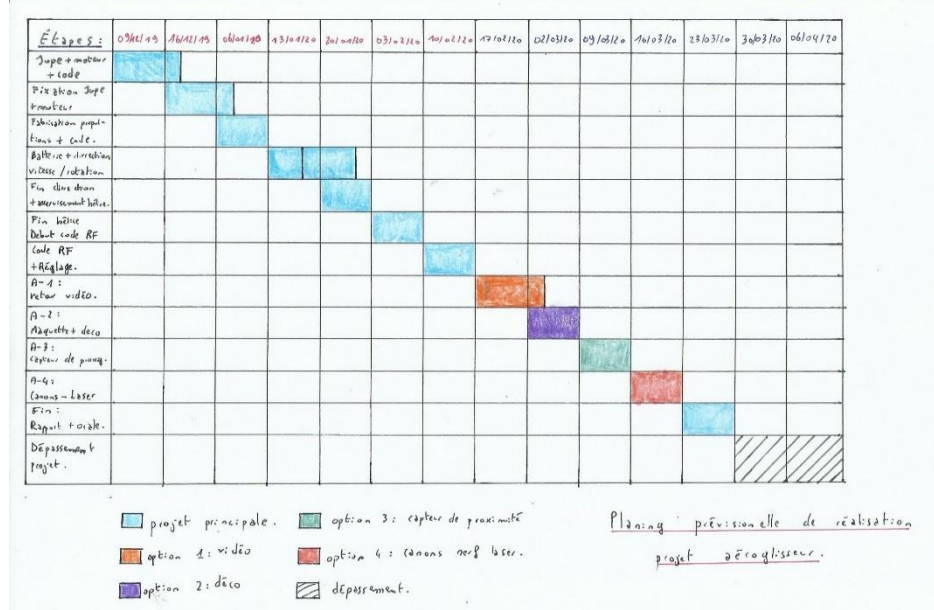
Le prototype final ne possèdera donc pas de gouverne, et la structure initialement construite pour supporter l'électronique, fut retirée et les composants placés sur le châssis. Ci-joint, le prototype final. Une nouvelle jupe fut réalisée en toile plastique plus résistante pour augmenter la solidité du cousin d'air. Maintenant reprenons le cahier des charges. Le point A-1 a été traité puisque la jupe fonctionne et que le prototype avance. Le point A-2 ne sera pas traité car les batteries nécessaires sont trop coûteuses. Le point A-3 est traité, la structure résiste aux chocs contre des obstacles, le point A-4 est traité, le prototype est suffisamment stable pour ne pas être déséquilibré, les points A-5 et A-6 sont respectés, puisque seuls des moteurs brushless ont été utilisés, le point A-7 est validé, il est similaire au point A-4, le point A-8 est traité, le prototype est télécommandé par liaison RF, l'annexe du point A-8, -8- n'est pas traité, la télécommande n'a pas été construite par manque de temps. Le point A-9 est traité, les accès aux cartes électroniques sont simples et le diagnostic en cas de panne est facilité. En ce qui concerne les points B-\*, les options, elles n'ont pas été traitées par manque de temps. Ainsi, l'ajout d'un capteur de collision, d'une caméra, d'une maquette de décoration et d'un canon télécommandé n'a pas été possible. Concernant la contrainte spéciale, le prototype le respecte, puisqu'il ne risque pas de prendre feu, cependant ce n'est pas le cas de son alimentation. Bilan de la construction, la majorité des charges de départ ont été respectées.



### 3. Planning prévisionnel et réelle du projet

### 3.1 Diagramme de Gantt

Sur le diagramme ci présent, seules les différentes tâches sont représentées et non la répartition au sein du groupe. On remarque que le nombres de séance disponible fut sûr évaluer et ainsi la plupart des options du projet était dès le départ hors du temps disponible.



### Diagramme prévisionnel

Etapes	09/12	16/12	06/01	13/01	20/01	05/02	12/02	19/02	04/03	11/03
Etude du matériel disponible										
Modélisation de la structure de la jupe										
Création du premier code de contrôle des moteurs Brushless										
Mise en place de la liaison RF										
Fixation des moteurs de la jupe										
Fixation des batteries										
Finalisation du code pour la jupe										
Modélisation de la structure arrière Retrait des batteries										
Création de la structure arrière										
Réalisation du code de contrôle des hélices arrière										
Premier test de déplacement										
Finalisation du projet										

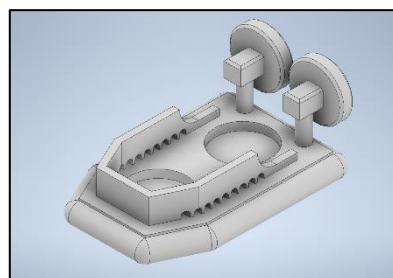
Diagramme réelle

Le diagramme ci-dessus est représentatif de ce qui a réellement été fait, avec l'ensemble des étapes qui ont permis de réaliser le prototype présenté durant notre oral. Il est similaire au diagramme de départ initialement prévue mais ne comporte aucune des options. En conséquence, au regard de ce qui avait été initialement étudié, le diagramme prévisionnel a été respecté durant la réalisation du prototype.

### 3.2 Répartition des tâches dans le groupe



En ce qui concerne la répartition des tâches dans le groupe, Julien Whitfield était chargé de la réalisation du code de contrôle de l'aéroglesseur, c'est-à-dire, la programmation de la carte et la gestion de la télécommande RF. Thomas Di Grande était chargé de concevoir et réaliser l'ensemble des pièces constituant la structure. Cependant, au regard de la complexité de l'assemblage qui avait été sous évaluer, l'ensemble du groupe a en partie participé à l'assemblage du prototype. Le code a ensuite été modifié en fonction des contraintes réelles de la structure tel que, une désynchronisation des moteurs arrière, qui a nécessité une modification de la vitesse d'un des moteurs trop rapide (gauche) et un ajustement de la vitesse des moteurs de la jupe. Les séances en classe ont été mises à profit afin de réaliser les tâches de groupe.

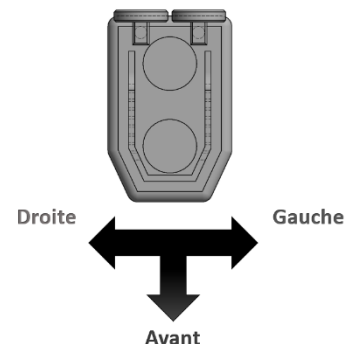


## 4. Information technique sur le prototype

Concernant les différentes possibilités du prototype, la plus importante est le contrôle indépendant de chaque moteur, grâce à la carte Adafruit pwm. Ce contrôle indépendant c'est avéré indispensable, pour résoudre les problèmes de désynchronisation moteur. Concernant les moteurs eux même, ils sont contrôlés grâce au signal de la télécommande, traduis en signal pwm par la carte. Le principe est le même que pour le potentiomètre. Cependant les moteurs ont une plage de fonctionnement comprise entre 58 et 160 unités pwm. La carte a donc été programmée pour que la télécommande face varier le signal pwm dans cet intervalle. Nous avons également étudié la possibilité d'installer une marche arrière sur le prototype, mais cela n'est pas possible en l'état. En effet, pour inverser un moteur brushless, il est nécessaire d'inverser la polarité de l'alimentation moteurs en provenance des contrôleurs. Le plus et le moins du contrôleur ne peuvent pas être inverser. C'est donc aux bornes plus et moins du moteur d'être inverser comme décrit sur le schéma ci-dessous :



Afin de permettre cette inversion, l'usage de relais aurait été indispensable, mais en raison du temps disponible, cette option n'a pas été réalisée. Concernant la direction du prototype, le principe est le suivant, les deux hélices sont contrôlées indépendamment, et c'est en accélérant une hélice plus que l'autre que l'on peut diriger l'aéroglesseur. Cette option a été retenue par rapport à l'usage de gouverne avec un servo moteur, en raison du poids plus faible de ce type de direction. Grâce à cette modification et à l'ajout d'un contre poids à l'avant, le prototype est à nouveau équilibrer et capable de se déplacer sans l'aide d'une roue folle à l'arrière.



## 5. Bilan global sur ce projet

### 5.1 Bilan sur la réalisation du projet

La réalisation de ce projet fut pour mon groupe une expérience très intéressante et une découverte de la technologie à l'œuvre dans la conception des aéroglesseurs. Bien que le concept fût déjà connu, nous avons été surpris de constater la masse totale pouvant être supporté par le cousin d'air. Ce projet nous a permis de nous donner un premier aperçu du travail réel d'un ingénieur, et de nous faire expérimenter la gestion du temps et des délais, les imprévus et les problèmes liés au matériel. L'ensemble du prototype a été réalisé par nous-même, y compris les pièces en 3D. Nous avons pu utiliser une découpeuse laser afin de réaliser certaine pièces, grâce à cette machine, l'assemblage et la réalisation de la structure en bois

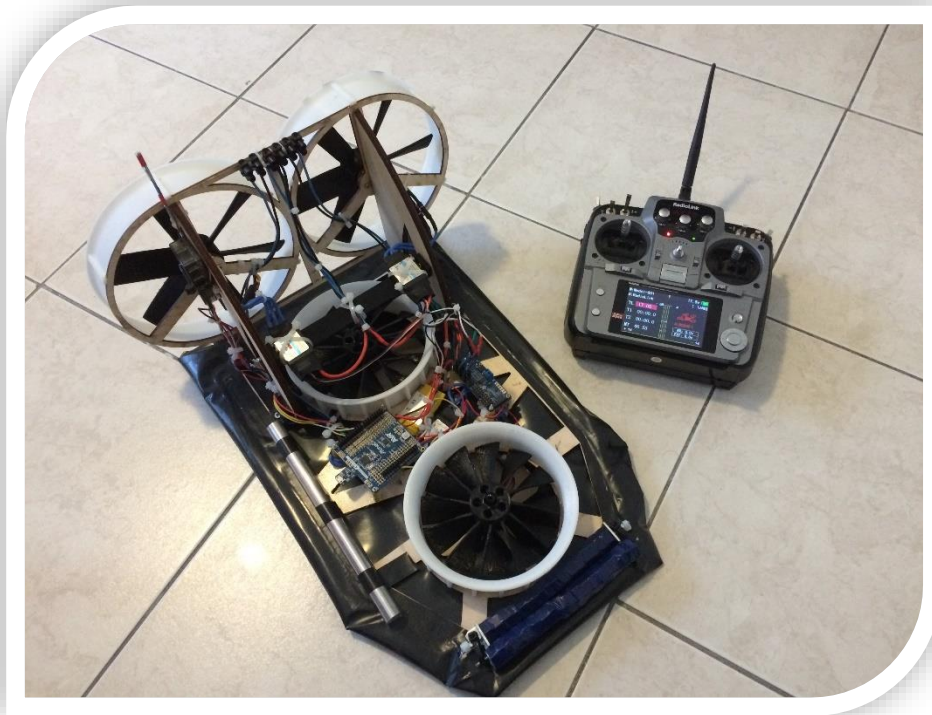




a été simplifier. Le bilan global de ce projet est très positif, et nous sommes satisfaits de l'allure général de notre prototype final. Ce dernier ne sera pas amélioré d'avantage conformément à ce que M. Masson nous a demandé.

## 5.2 Conclusion

Le prototype fonctionne ! C'est la principale condition de notre cahier des charges, car dès le début de notre projet, le but était de parvenir à construire un vrai aéroglisseur fonctionnel. Le but était de réaliser un prototype télécommandé en liaison RF, auto-porté et contrôlable, ce qui a été fait malgré les quelques difficultés rencontrées. Les options n'ont pas pu être traitées par manque de temps, cependant elles n'étaient pas nécessaires au bon fonctionnement de l'aéroglisseur. Pour terminer, nous remercions M. Masson de nous avoir fournis tout le matériel, et nous remercions également le Fablab de l'école pour nous avoir permis de réaliser certaines pièces du prototype.

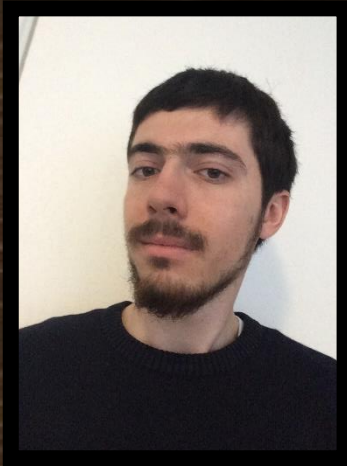


### Bibliographie et source :

Aéroglisseur Wikipédia : <https://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9roglisseur>

Crédit Photo : Thomas Di Grande ; Wikipédia (schéma 1.2)

Crédit Vidéo : DIY Arduino based RC Hovercraft ; [https://youtu.be/2XIG\\_DD4tt4](https://youtu.be/2XIG_DD4tt4) (Aide pour la réalisation de la jupe du prototype)



Par Thomas Di Grande et Julien Whitfield

FIN de rapport ;  
FIN de projet ;