

PROPOSITION DE PROJET DE CLASSE DE PREMIERE

- ✓ **Mettre en place une démarche scientifique, une démarche d'ingénierie collaborative et mobiliser une approche design avec expérience utilisateur.**
- ✓ **Imaginer et matérialiser une solution originale.**
- ✓ **Relever un défi en équipe en 12h.**

PROPOSITION DE PROJET DE CLASSE DE PREMIERE

THEMATIQUE :

➤ L'HOMME REPARE

➤ L'AIDE ET LA COMPENSATION DU HANDICAP

BESOIN :

RENDRE DE L'AUTONOMIE A UNE PERSONNE AMPUTEE D'UNE MAIN ET DU POIGNET,
EN LUI FOURNISSANT A MOINDRE COUT, UN SYSTEME PERMETTANT LA SAISIE ET
L'ORIENTATION D'UN OBJET.

PROJET :

SYSTEME PINCE, PROTHESE DE MAIN ET DE POIGNET AMPUTES, PILOTEE PAR GESTES DE LA MAIN VALIDE ET COMMANDES VOCALES ACQUIS PAR SMARTPHONE.



DEFI :

PAR DEMARCHES SCIENTIFIQUE ET D'INGENIERIE COLLABORATIVE, IMAGINER ET MATERIALISER UNE SOLUTION PERMETTANT LA SAISIE D'UN GOBELET ET LE TRANSFERT DE SON CONTENU.

COMPETENCES VISEES :

✓ INNOVER

- IMAGINER UNE SOLUTION ORIGINALE, APPROPRIÉE, ESTHÉTIQUE.
(scénarios d'usage et expériences utilisateurs)

✓ ANALYSER

- ANALYSER LE BESOIN , L'ORGANISATION MATÉRIELLE ET FONCTIONNELLE D'UN PRODUIT PAR UNE DÉMARCHÉ D'INGÉNIERIE SYSTÈME.
- ANALYSER LES RESULTATS DE SIMULATIONS ET D'EXPERIMENTATIONS.

✓ MODELISER

- TRADUIRE LE COMPORTEMENT ATTENDU D'UN OBJET.
- TRADUIRE UN ALGORITHME EN PROGRAMME EXECUTABLE.
- MODELISER SOUS FORME GRAPHIQUE UNE STRUCTURE UN MECANISME.

COMPETENCES VISEES (suite):

✓ **EXPERIMENTER, SIMULER**

- VALIDER UN MODELE NUMERIQUE DE L'OBJET SIMULE.

✓ **COMMUNIQUER**

- TRAVAILLER DE MANIERE COLLABORATIVE.
- COLLABORER SUR UNE PLATEFORME VIA UN ESPACE DE FICHIERS PARTAGES.
- PRESENTER UNE DEMARCHE UNE SOLUTION EN REPONSE A UN BESOIN.
- PRESENTER UNE IDEE RENDRE COMPTE DE RESULTATS.

Niveaux taxonomiques utilisés:

1 – Niveau d'INFORMATION

2 - Niveau d'EXPRESSION

3 – Niveau de la MAITRISE D'OUTILS

4 – Niveau de la MAITRISE METHODOLOGIQUE

PRE-REQUIS POUR CE PROJET:

INNOVER

- ✓ Méthodes de brainstorming, cartes heuristiques. **(3)**
- ✓ Représenter une solution originale par modèleur volumique (création d'esquisses et volumes simples). **(3)**
- ✓ Mise en œuvre d'outils de prototypage rapide. **(2)**

ANALYSER

- ✓ diagrammes fonctionnels, définition des exigences et des critères associés, cas d'utilisations, analyse structurelle. **(3)**
- ✓ Grandeurs physiques mobilisées par le fonctionnement d'un produit (mouvements, déplacements, tension électrique, caractéristiques d'un signal électrique). **(3)**
- ✓ Algorithme, programme. **(3)**
- ✓ Description qualitative et quantitative des grandeurs physiques caractéristiques du fonctionnement d'un produit. **(3)**

MODELISER

- ✓ Liaisons, Schémas cinématiques (lecture). **(3)**
- ✓ Nature et caractéristiques des signaux, des données pour les échanges d'informations. **(3)**
- ✓ Structures algorithmiques (variables, fonctions, structures itératives, répétitives, conditionnelles). **(3)**

PRE-REQUIS POUR CE PROJET:

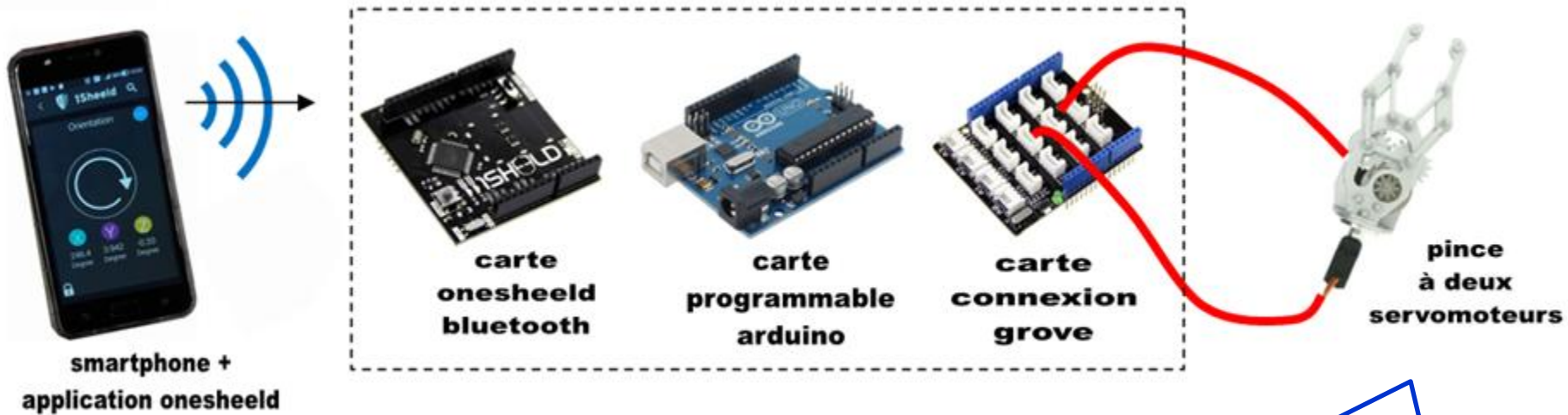
EXPERIMENTER, SIMULER

- ✓ Paramètres de simulation : durée, incrément temporel, choix des grandeurs affichées. (2)
- ✓ Règles de raccordement des appareils de mesure (grandeurs, signaux électriques). (3)

COMMUNIQUER

- ✓ Diagrammes fonctionnels, schéma, croquis. (2)
- ✓ Tableaux, graphiques, cartes mentales. (4)
- ✓ Espaces partagés et de stockage. (4)

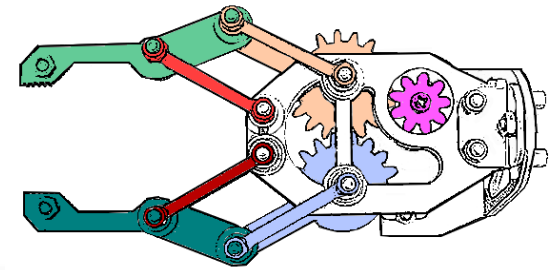
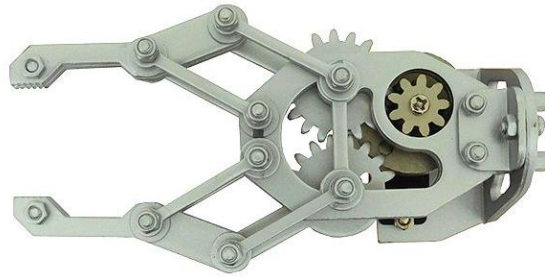
STRUCTURE DU SYSTEME



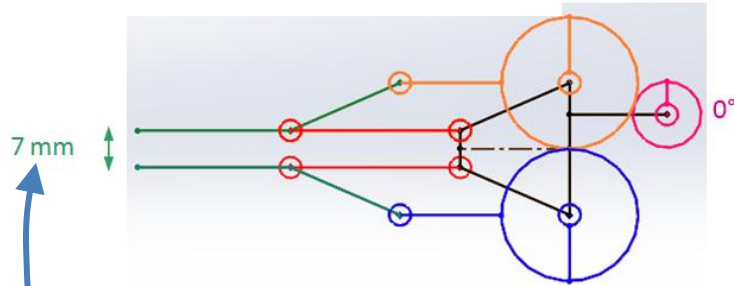
Applications ONESHEILD utilisées :

- ➔ Acquisition Orientation gyroscopique 3 axes et affichage simultané
- ➔ Acquisition vocale

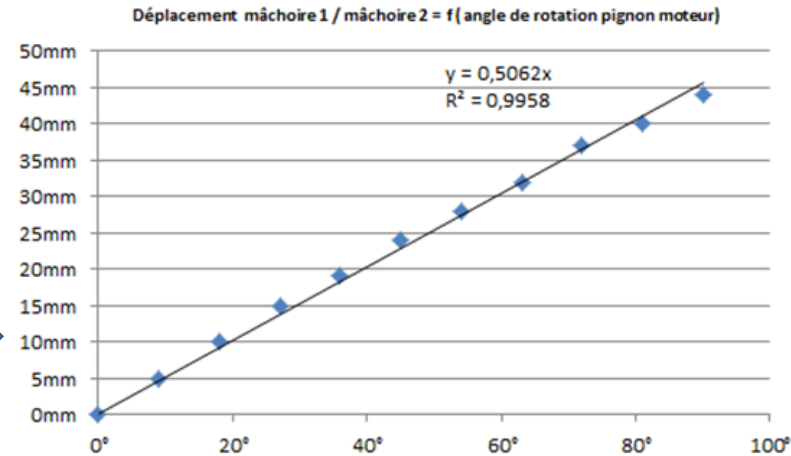
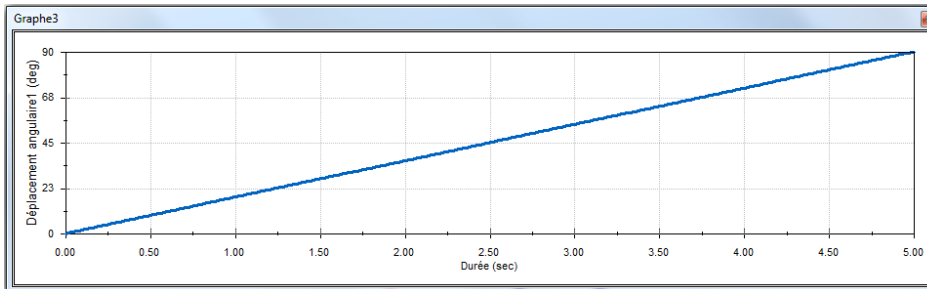
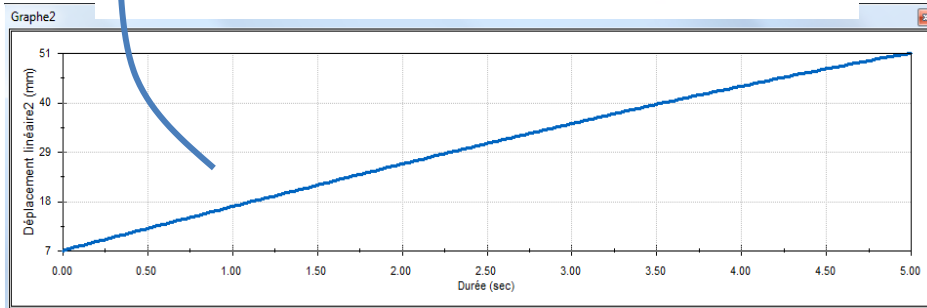
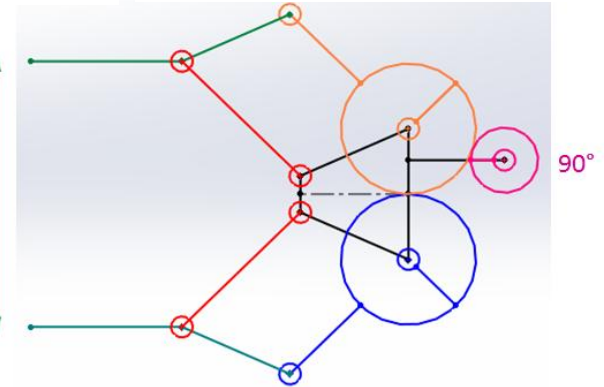
- ➔ Servomoteur d'ouverture/fermeture
- ➔ Servomoteur de poignet



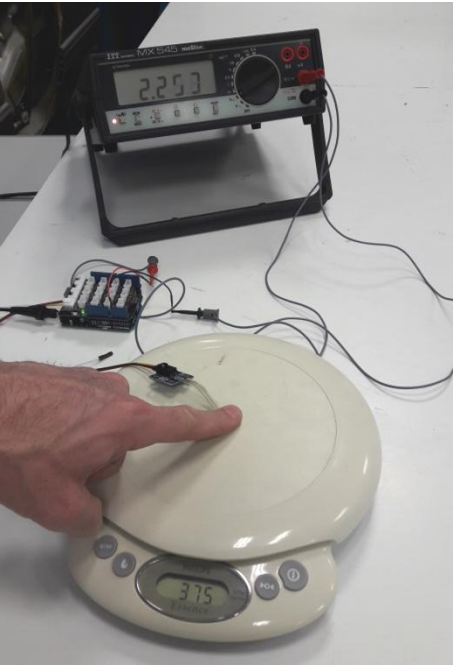
SIMULATION D'UN MODELE DE LA PINCE



51 mm



EXPERIMENTATION DU COMPORTEMENT DU CAPTEUR DE FORCE



programme_mesure_effort

```
// capteur d'effort connecté sur la broche A0

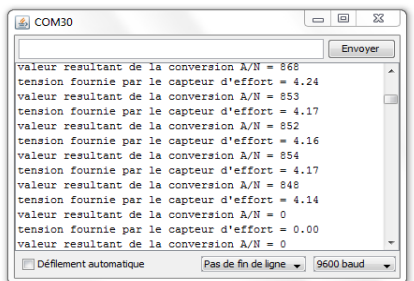
// declaration des variables
int Vcapteffort; // variable contenant la valeur numérique convertie de la tension du capteur d'effort
float voltageEffort; // variable contenant la valeur de la tension recalculée de Vcapteffort

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // configuration pour l'affichage sur le moniteur série (écran de l'ordinateur)
}

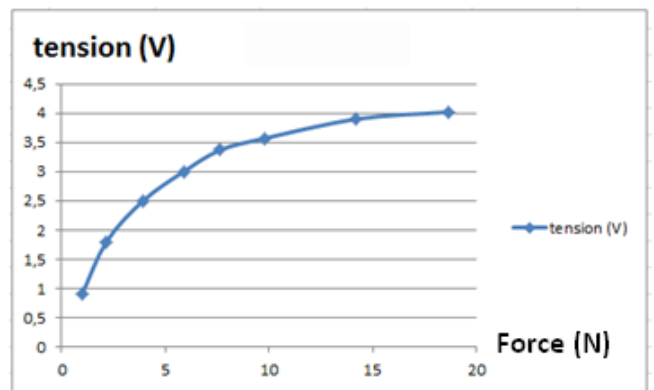
void loop()
{
  Vcapteffort = analogRead(A0); // acquisition et conversion numérique de la tension présente sur la broche A0
  Serial.print("valeur resultat de la conversion A/N = ");
  Serial.println(Vcapteffort); // affichage de la valeur numérique obtenue sur le moniteur série (écran du PC)

  float voltageEffort = Vcapteffort*(5.0/1023.0); // calcul de la tension recalculée de Vcapteffort
  Serial.print("tension fournie par le capteur d'effort = ");
  Serial.println(voltageEffort); // Affichage sur le moniteur série (écran du PC)

  delay(1000); // temporisation entre 2 acquisitions
}
```

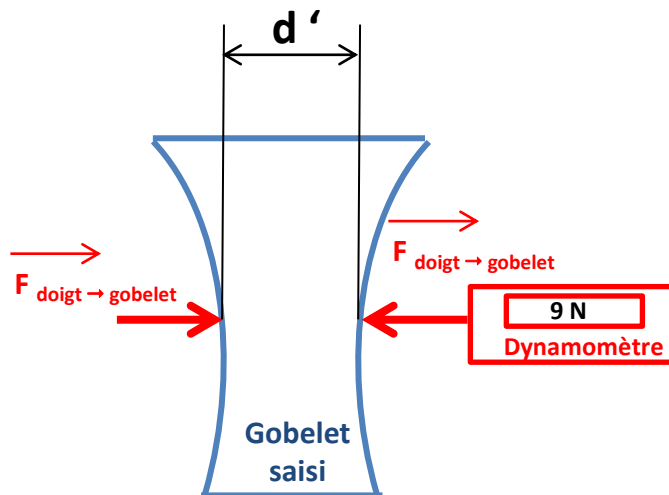
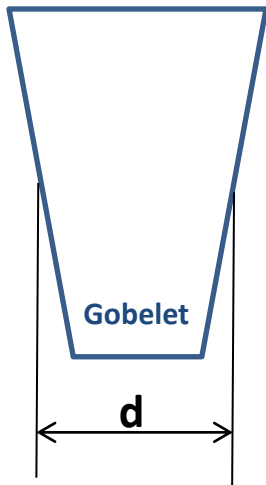


masse (g)	effort (N)	tension (V)
100	0,981	0,9
220	2,1582	1,8
400	3,924	2,5
600	5,886	3
780	7,6518	3,37
1000	9,81	3,57
1450	14,2245	3,9
1900	18,639	4,02



EXPERIMENTATION DE LA SAISIE ET DE LA DEFORMATION DE GOBELETS

- ➔ Recherche de l'effort de saisie pour maintenir le gobelet entre ses doigts.
- ➔ Recherche de l'écrasement du gobelet associé à l'effort de saisie (en fonction du type de gobelet).



Gobelets	Ø initial (mm)	Écrasement max (mm)	F(N)
plastique	55	5,5	1,45
carton	68,5	6,85	9
carton café	52	5,2	3,5

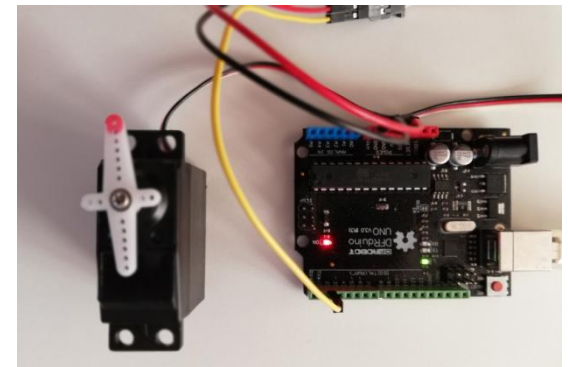
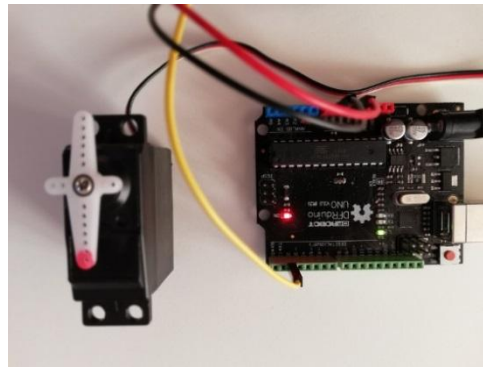
EXPERIMENTATION DU COMPORTEMENT DU SERVOMOTEUR

- ➔ Recherche du lien entre position angulaire et information de pilotage, à partir d'un programme donné.
- ➔ Création du programme de traitement pour obtenir un angle de rotation.
- ➔ Expérimentations

COM5 (Arduino/Genuino Uno)

```

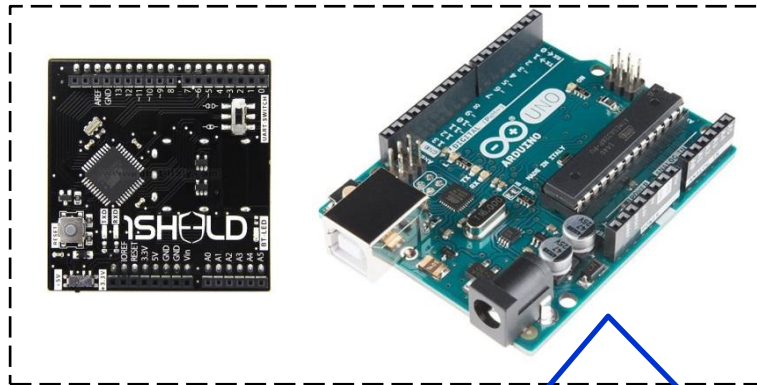
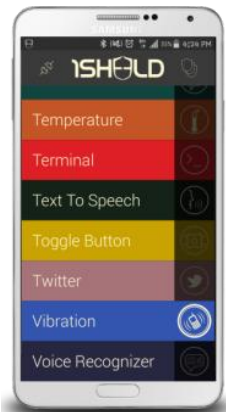
Impulsion commande servomoteur = 590 microsecondes
Essai de commande= 560
Impulsion commande servomoteur = 560 microsecondes
Essai de commande= 580
Impulsion commande servomoteur = 580 microsecondes
Essai de commande= 570
Impulsion commande servomoteur = 570 microsecondes
Essai de commande= 560
Impulsion commande servomoteur = 560 microsecondes
Essai de commande= 555
    
```



EXPERIMENTATION DE L'ACQUISITION D'INFORMATIONS VIA SMARTPHONE ET LA SOLUTION ONESHEELD

➔ orientation gyroskopique 3 axes

➔ Acquisition vocale

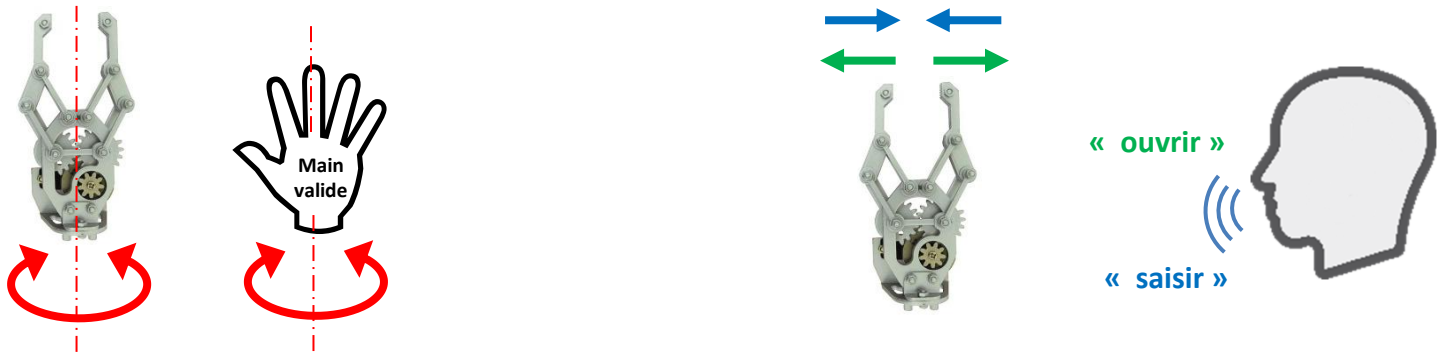


➔ Création de programmes réalisant une tâche simple (affichage d'un message) en fonction de la commande vocale acquise ou de l'orientation.

➔ afficheur numérique

PROPOSITION DE COMPORTEMENT DU SYSTEME:

- ➔ Le smartphone est rattaché à la main valide (de manière ergonomique et de façon à garder les doigts libres).
- ➔ Une rotation de la main valide autour de l'axe du bras doit provoquer une rotation symétrique du servomoteur de poignet de pince.
- ➔ Une commande vocale avec des mots prédéfinis, doit provoquer la rotation du servomoteur des doigts de la pince.

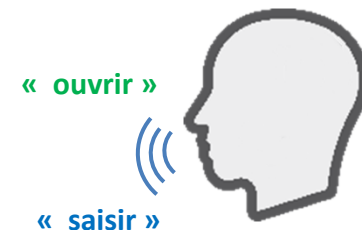
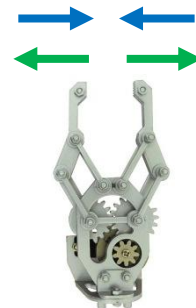
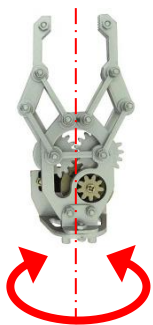


- ➔ Les paramètres de l'objet monotype à saisir (on impose gobelet carton par exemple) sont paramétrés dans le programme de traitement mais une programmation de commandes vocales spécifiques supplémentaires pourrait éventuellement permettre à l'utilisateur de spécifier au départ le type d'objet à saisir (souple, déformable, rigide), afin d'adapter la loi de serrage utilisée.

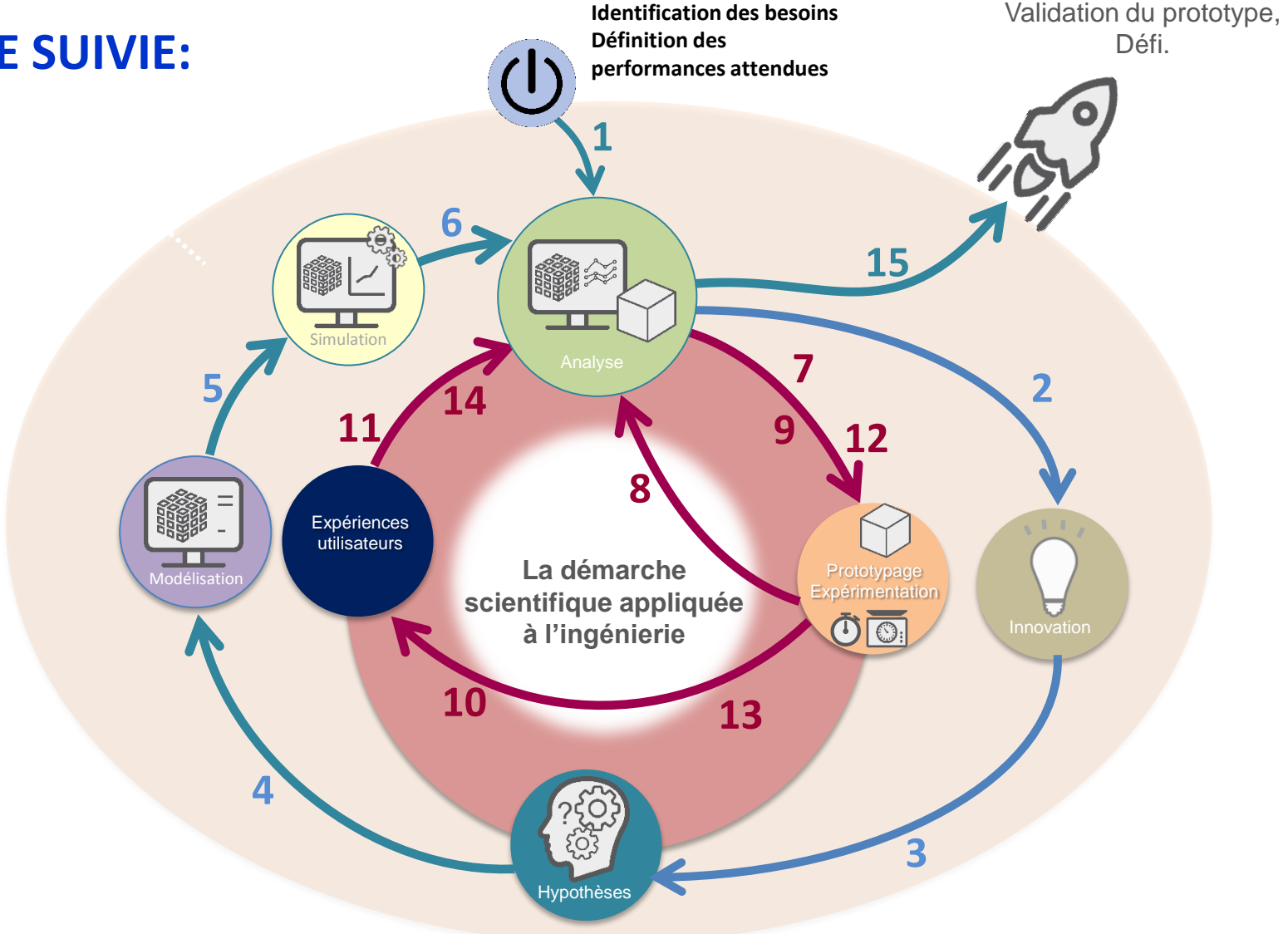
PROPOSITION DE COMPORTEMENT DU SYSTEME:

Pour saisir un gobelet carton avec la pince artificielle:

- ➔ L'utilisateur avance son bras et la pince vers le gobelet.
- ➔ A l'aide de la main valide et du smartphone, l'utilisateur oriente la pince (rotation du poignet).
- ➔ Pour saisir le gobelet, l'utilisateur appelle la commande vocale « saisir » pour fermer la pince. L'orientation du poignet est alors momentanément figée et la pince se ferme jusqu'à ce que le capteur d'effort fixé sur un doigt détecte le contact. Dès qu'un seuil d'effort est détecté (début de saisie du gobelet) , la pince termine de serrer le gobelet pour obtenir l'écrasement juste nécessaire à une saisie efficace. Cet écrasement est programmé et piloté par la loi physique obtenue par simulation et en fonction de l'écrasement du gobelet mesuré par expérimentation.
- ➔ Une fois le gobelet serré par la pince, l'orientation du poignet se réactive et l'utilisateur peut le déplacer en bougeant son bras amputé et peut le renverser en pivotant sa main valide.
- ➔ Pour relâcher le gobelet, l'utilisateur demande l'ouverture de la pince par la commande vocale « ouvrir ».



DEMARCHE SUIVIE:



**DEROULEMENT DU PROJET,
REPARTITION DES TACHES ELEVES,
ORGANISATION DES 12 HEURES :**

Voir tableau suivant

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H1	ANALYSER et INNOVER			
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Découverte du thème, du besoin et de la structure fonctionnelle du système. ➔ Réflexion en groupe sur les exigences à atteindre et sur le comportement que l'on pourrait attendre du système . ➔ Synthèse des réflexions et mise en place des exigences à atteindre et du comportement souhaité. ➔ Présentation du défi 			
H2- H3	EXPERIMENTER et SIMULER			
	<p style="text-align: center;">La pince</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Simulation d'un modèle numérique de la pince utilisée. ➔ Recueil, traitement et analyse des résultats (tableau, graphe, linéarisation, équation) ➔ Détermination de la loi liant le déplacement des doigts de la pince en fonction de la rotation du servomoteur. 	<p style="text-align: center;">Le capteur de force et la déformation du gobelet</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Expérimentation et mesures sur la chaîne d'acquisition. ➔ Recueil, traitement et analyse des résultats (tableau, graphe, équation) -Détermination de la loi $V_{\text{capteur}} = f(\text{Force})$ ➔ Analyse de l'écrasement du gobelet en fonction de sa matière, sa géométrie, et de l'effort pour le maintenir. 	<p style="text-align: center;">Le servomoteur</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Comment commander une position ? ➔ utilisation d'un programme et expérimentation et analyse de l'information permettant d'obtenir une rotation souhaitée du servomoteur 	<p style="text-align: center;">Commande à distance par smartphone + carte bluetooth + carte à microcontrôleur</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Programmation et expérimentation de la commande vocale ➔ Programmation et expérimentation de l'acquisition de l'orientation du smartphone par gyroscope
	ANALYSER, INNOVER, MODELISER			
H4	Réflexion et conception en groupe de l'algorithme de comportement souhaité du système			
H5 -H6	Conception de la partie du programme pour: <ul style="list-style-type: none"> ➔ Acquérir et traiter l'information sur l'orientation de la main. ➔ Piloter le servomoteur pour la fermeture/ouverture de la pince. ➔ Acquérir et traiter l'information du capteur d'effort. 		Conception de la partie du programme pour: <ul style="list-style-type: none"> ➔ Acquérir et traiter l'information sur l'orientation du poignet. ➔ Piloter le servomoteur pour l'orientation du poignet. ➔ Acquérir et traiter l'information de commande vocale. 	
	Intégration des programmes pour obtenir le traitement complet			
H7-H8	EXPERIMENTER, ANALYSE DESIGN AVEC EXPERIENCE UTILISATEUR			
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Implantation du programme et expérimentation du comportement du système ➔ Analyse de l'expérience utilisateur pour : <ul style="list-style-type: none"> - améliorer le comportement du système par rapport aux exigences attendues. - imaginer une interface matérielle fonctionnelle et ergonomique entre le bras amputé et pince. - imaginer une interface matérielle fonctionnelle et ergonomique entre main valide et smartphone. 			
H9 -H10	INNOVER			
	Représenter par modelleur volumique 3D, une solution matérielle pour interfacer le bras amputé et la pince		Représenter par modelleur volumique 3D, une solution matérielle pour interfacer la main valide et le smartphone	
	Impression 3D en temps masqué			
H11 - H12	EXPERIMENTER			
	Expérimentations des solutions et du système. Amélioration du comportement du prototype par analyses d'expériences utilisateurs. Validation du prototype. Réalisation du défi avec la manipulation du gobelet.			

CONTENU DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H1	ANALYSER et INNOVER			
	<ul style="list-style-type: none"> ➔ Découverte du thème, du besoin et de la structure fonctionnelle du système. ➔ Réflexion en groupe sur les exigences à atteindre et sur le comportement que l'on pourrait attendre du système . ➔ Synthèse des réflexions et mise en place des exigences à atteindre et du comportement souhaité. ➔ Présentation du défi 			

DEROULEMENT DE LA SEANCE D'UNE HEURE	MODALITES
Lancement du projet, présentation du besoin.	Présentation enseignant en Classe entière.
Invitation des élèves à la réflexion en petits groupes sur les exigences et sur le comportement qui pourraient être attendus.	Travail de réflexion et de créativité des élèves en petits groupes . Mise en action rapide des élèves et vérification de la compréhension des consignes.
Recueil des réflexions, discussions, confrontations des points de vues.	Discussions entre élèves en classe entière. Enseignant modérateur, recueillant et diagnostiquant les idées proposées.
Définition des exigences et du comportement fixés et présentation du défi.	Bilan en classe entière par l'enseignant des exigences et du comportement attendus.

CONTENU DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H2- H3	EXPERIMENTER et SIMULER			
	<p>La pince</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Simulation d'un modèle numérique de la pince utilisée. ➔ Recueil, traitement et analyse des résultats (tableau, graphe, linéarisation, équation) ➔ Détermination de la loi liant le déplacement des doigts de la pince en fonction de la rotation du servomoteur. 	<p>Le capteur de force et la déformation du gobelet</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Expérimentation et mesures sur la chaîne d'acquisition. ➔ Recueil, traitement et analyse des résultats (tableau, graphe, équation) -Détermination de la loi $V_{\text{capteur}} = f(\text{Force})$ ➔ Analyse de l'écrasement du gobelet en fonction de sa matière, sa géométrie, et de l'effort pour le maintenir. 	<p>Le servomoteur</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Comment commander une position ? ➔ utilisation d'un programme et expérimentation et analyse de l'information permettant d'obtenir une rotation souhaitée du servomoteur 	<p>Commande à distance par smartphone + carte bluetooth + carte à microcontrôleur</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Programmation et expérimentation de la commande vocale ➔ Programmation et expérimentation de l'acquisition de l'orientation du smartphone par gyroscope

DEROULEMENT DES SEANCES SUR DEUX HEURES	MODALITES
<p>Travail en autonomie des différents élèves du groupe avec guidance éventuelle pour les protocoles d'études et l'utilisation des différents outils de simulation et d'expérimentation.</p>	<p>Chaque élève travaille sur une tâche différente et contribue à l'avancée globale du projet du groupe.</p> <p>Professeur accompagnateur et facilitateur</p>

DEROULEMENT DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
	ANALYSER, INNOVER, MODELISER			
H4	Réflexion et conception en groupe de l'algorithme de comportement souhaité du système			
H5 –H6	Conception de la partie du programme pour: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Acquérir et traiter l'information sur l'orientation de la main. ➤ Piloter le servomoteur pour la fermeture/ouverture de la pince. ➤ Acquérir et traiter l'information du capteur d'effort. 		Conception de la partie du programme pour: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Acquérir et traiter l'information sur l'orientation du poignet. ➤ Piloter le servomoteur pour l'orientation du poignet. ➤ Acquérir et traiter l'information de commande vocale. 	
	Intégration des programmes pour obtenir le traitement complet			

DEROULEMENT DES SEANCES SUR TROIS HEURES	MODALITES
<p>1ere phase d'une heure: Tous les élèves du groupe réfléchissent ensemble à l'algorithme de comportement souhaité du système complet.</p> <p>2eme phase de deux heures: Par deux, les élèves conçoivent une partie du programme de traitement permettant d'obtenir le comportement attendu en tenant compte des résultats des simulations et expérimentations précédentes. Puis tous ensemble reconstituent le programme de traitement complet.</p>	<p>Travail en autonomie sur poste informatique.</p> <p>Professeur accompagnateur et facilitateur.</p>

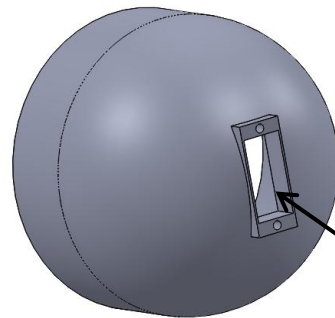
DEROULEMENT DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H7-H8	EXPERIMENTER, ANALYSE DESIGN AVEC EXPERIENCE UTILISATEUR			
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Implantation du programme et expérimentation du comportement du prototype (carte programmable, capteurs, actionneurs). ➤ Expérimentations successives pour : <ul style="list-style-type: none"> - améliorer le comportement du système par rapport aux exigences attendues. - imaginer une interface matérielle fonctionnelle et ergonomique entre le bras amputé et pince. - imaginer une interface matérielle fonctionnelle et ergonomique entre main valide et smartphone. 			

DEROULEMENT DES SEANCES SUR DEUX HEURES	MODALITES
<p>Travail collaboratif de l'ensemble du groupe pour mettre au point le comportement.</p> <p>Travail collaboratif de l'ensemble puis en binômes pour imaginer des solutions matérielles permettant d'interfacer le système avec le corps.</p>	<p>Travail en autonomie.</p> <p>Professeur accompagnateur et facilitateur.</p>

DEROULEMENT DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

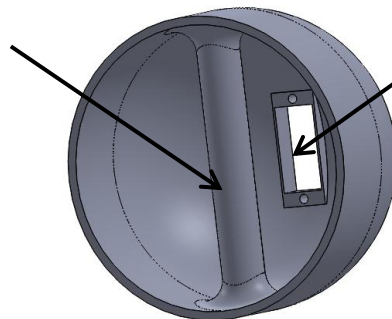
	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H9 –H10	INNOVER			
	Représenter par modèleur volumique 3D, une solution matérielle pour interfacer le bras amputé et la pince		Représenter par modèleur volumique 3D, une solution matérielle pour interfacer la main valide et le smartphone	
	Impression 3D en temps masqué			



Exemple d'interface entre le bras amputé et le servomoteur de poignet de pince (interface avec une main valide dans le cadre du projet !)

Interface de fixation
du servomoteur de poignet de pince

Interface avec la main
(simulation d'une
main amputée)



DEROULEMENT DES SEANCES ET MODALITES D'ENSEIGNEMENT:

	ELEVE 1	ELEVE 2	ELEVE 3	ELEVE 4
H11 - H12	EXPERIMENTER			
	Expérimentations des solutions et du système. Amélioration du comportement du prototype par analyses d'expériences utilisateurs. Validation du prototype. Réalisation du défi avec la manipulation du gobelet.			

DEROULEMENT DES SEANCES SUR DEUX HEURES	MODALITES
Travail collaboratif de l'ensemble du groupe pour valider le comportement et les solutions imaginées. Réalisation du défi et confrontation des différents projets des différents groupes.	Professeur accompagnateur, facilitateur et évaluateur.