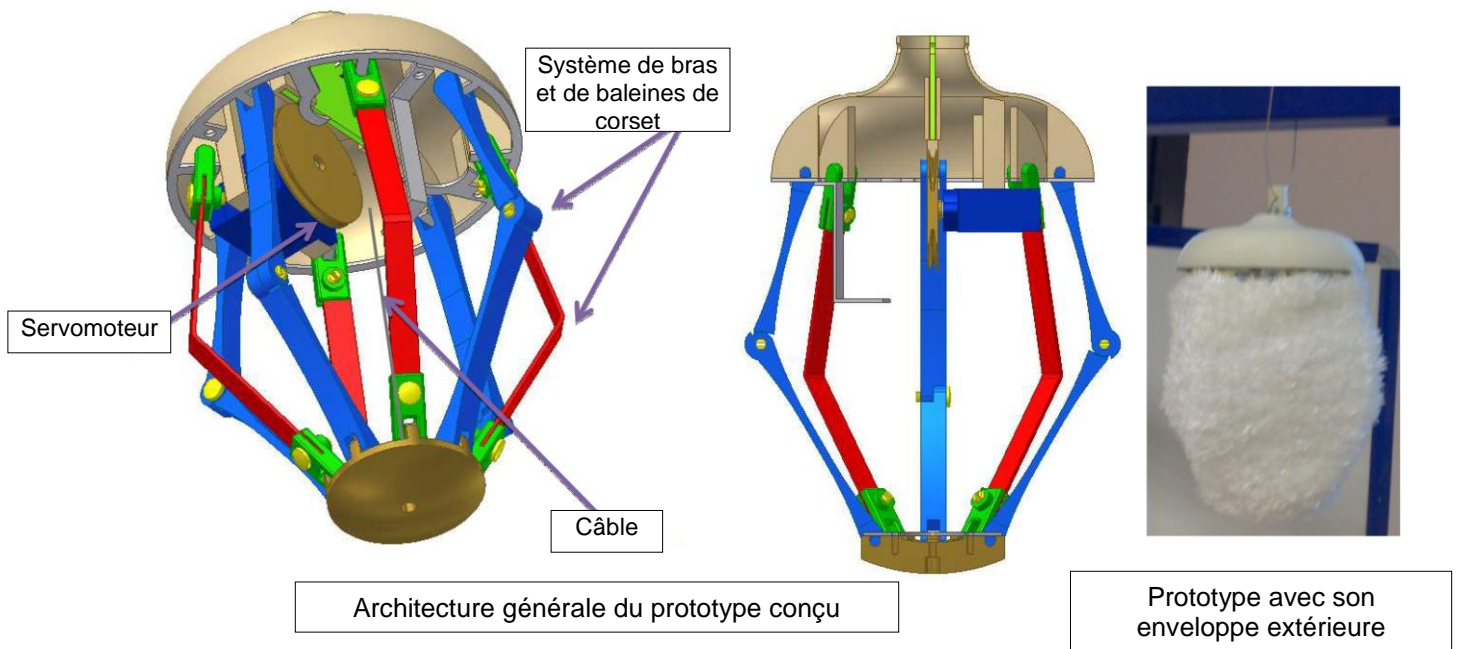


I – MISE EN SITUATION DE LA CHRYSALIDE :

La compagnie théâtrale nommée « TRICYCLIQUE DOL » présente chaque été un spectacle intitulé CONTRE NATURE. Durant cette animation, le promeneur est immergé seul dans un espace naturel et va relever durant le parcours fléché des anomalies contre nature dans le paysage.

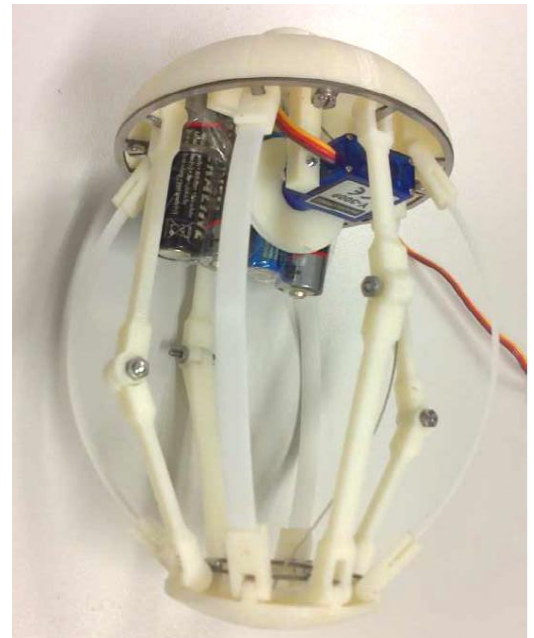
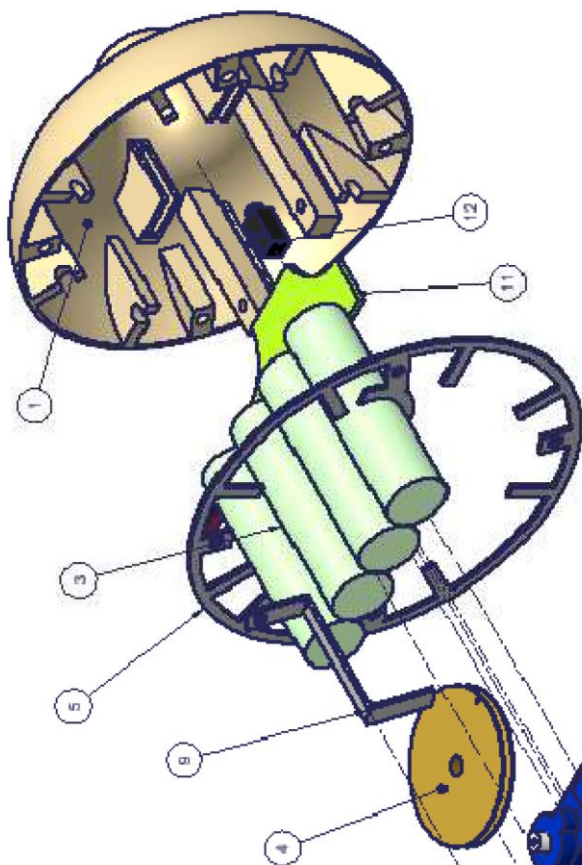
Le système étudié (objet d'un projet d'élèves) reproduit pour l'occasion une chrysalide suspendue à la branche d'un arbre semblant se déformer de l'intérieur.



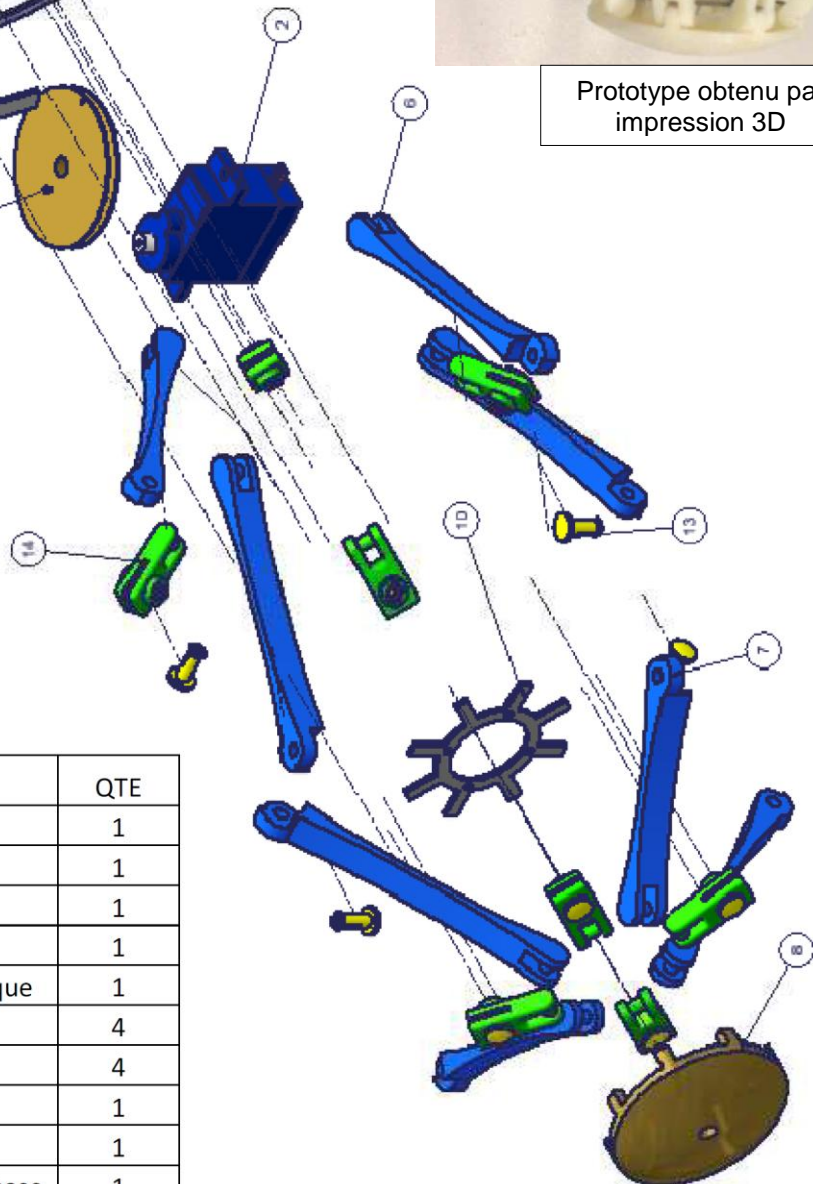
Cahier des charges fourni lors de la conception :

	Fonctions	Critères	Niveau de critères	Flexibilité
FP1	Déformer la chrysalide « aléatoirement »	En Hauteur (Longueur) Axe Z	30mm	F2
		En diamètre Axe Y et Y	30mm	F2
FC1	Se fixer sur une branche d'un arbre	Diamètre de la branche	De 25 à 40 mm	F2
FC2	Etre Alimenter en énergie	Accu rechargeable	Type LR3	F3
		Tension	3V à 4,5V	F2
		Connecteur pour recharge	Standard	F1
FC3	Résister à l'environnement extérieur	Etanchéité	IP33	F2
FC6	Répondre à des critères esthétiques et ergonomiques	Mécanisme à l'intérieur de la Chrysalide	/	F0

Signification des classes de flexibilité : F0  impératif - F1  peu négociable - F2  négociable - F3  très négociable



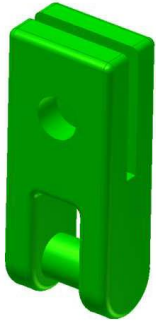
Prototype obtenu par impression 3D



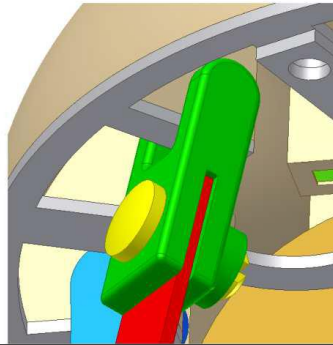
N° DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	coque ronde	1
2	servomoteur	1
3	Pack accu	1
4	poulie Ø34	1
5	plaque maintien coque	1
6	grand bras	4
7	petit bras	4
8	fut	1
9	coude piles	1
10	plaque maintien embase	1
11	carte électronique	1
12	prise jack	1
13	clips	12
14	support baleine	8

II – CHOIX DE MATERIAUX ET DE PROCEDES D'OBTENTION POUR DES COMPOSANTS DE LA CHRYSALIDE :

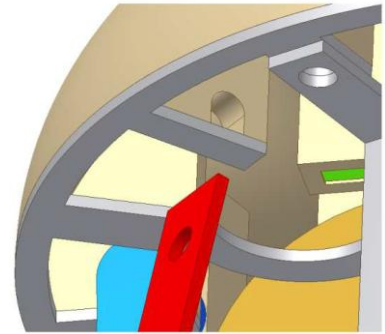
2-1) Support de baleine 12 :



Support de baleine 12



Implantation du support de baleine 12 dans la chrysalide



Zone d'implantation du support de baleine 12 dans la chrysalide

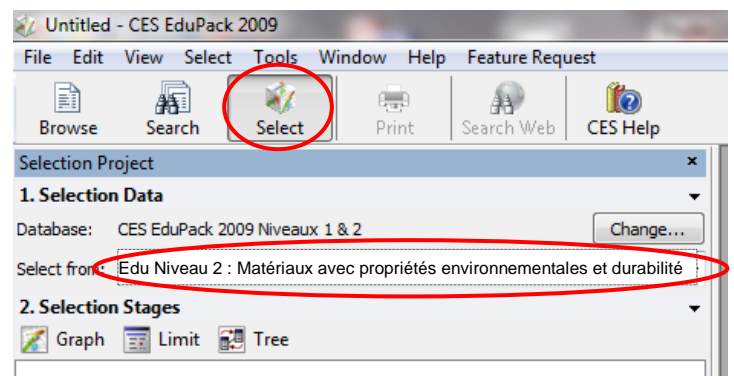
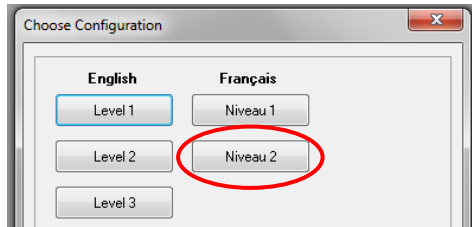
a) Choix d'un matériau pour le support de baleine 12 :

Les critères à prendre en compte sont les suivants :

- Le **prix** : faible, mais le **meilleur rapport qualité / prix** possible : **Prix maxi : 3 €/kg**.
- La résistance **limite élastique** : cette pièce doit pouvoir résister aux efforts de traction et doit donc avoir une résistance en traction suffisante : valeur **Remini : 70 MPa**.
- La **dureté** : suffisamment importante pour résister à l'usure par frottement (valeur **mini 20 HV**).
- La **température** d'utilisation doit être comprise entre : **Tmini = -10°C** et **TMaxi = 60°C**.
- Dans un souci de respect de l'environnement, l'**énergie utile à la production primaire** de ce matériau ainsi que les **émissions de CO2** qui en découlent doivent être **les plus faible possibles** et le matériau doit être **recyclable**.

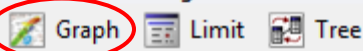
Démarche proposée :

a-1) Ouvrir le logiciel Ces EduPack :



a-2) Affichage d'un graphe :

2. Selection Stages



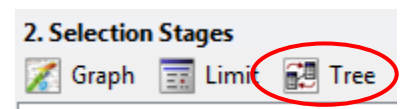
Sélectionner sur les axes X et Y les propriétés judicieuses sachant que l'empreinte "Gaz carbonique" lors de la production primaire du matériau et la recyclabilité sont importants dans le choix final du matériau.

On obtient un graphe avec tous les matériaux, il va falloir en éliminer.

a-3) Tri des matériaux :

L'entreprise qui conçoit le produit étudié a acquis une certaine expérience dans le choix du type de matériaux : **Polymères et élastomères**
Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que cette famille.

Combien reste-t-il de matériaux ? : **29 matériaux**

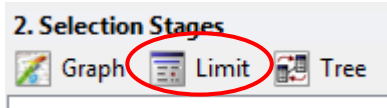


Citer deux matériaux proposés par le logiciel qui vous semblent incompatibles pour réaliser le support de baleine 12 (justifier l'élimination) :

Caoutchouc naturel	Résistance à la traction trop faible (matériau trop élastique)
Caoutchouc butyle (IIR)	Idem ci-dessus

a-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères :

	Prix	Maxi : 3 €/kg
	Limite élastique	Re mini = 70 MPa
	Dureté	Mini = 20 HV
	Température d'utilisation	Mini : -10°C – Maxi : +60°C

a-5) Résultats :

Combien reste-t-il de matériaux ? : **5 matériaux**

Lesquels : **Epoxys – Polyamides(Nylons, PA) – Polycarbonate (PC) – Polyméthacrylate de méthyle (Acrylique, PMMA) – Polyoxyméthylène (Polyacétal, POM)**

Quel matériau choisir ? **Polyméthacrylate de méthyle (Acrylique, PMMA)**

Pourquoi ? **Meilleur compromis recyclabilité/empreinte CO2 en phase de production**

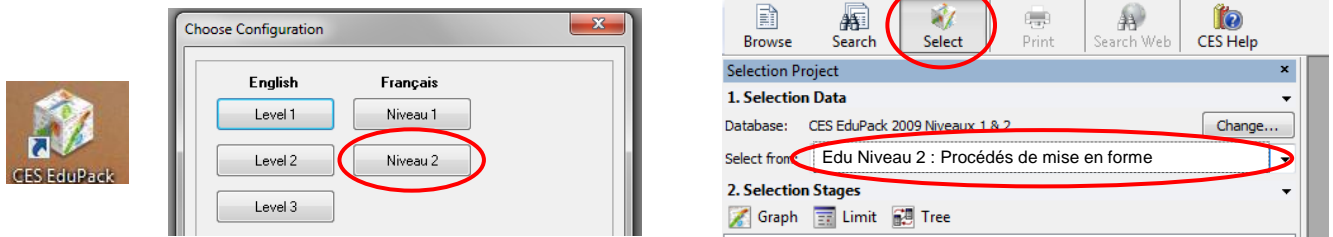
b) Choix d'un procédé d'obtention pour le support de baleine 12 :

L'objectif est de choisir un procédé d'obtention en relation avec le **matériau choisi auparavant**. Les critères à prendre en compte sont les suivants :

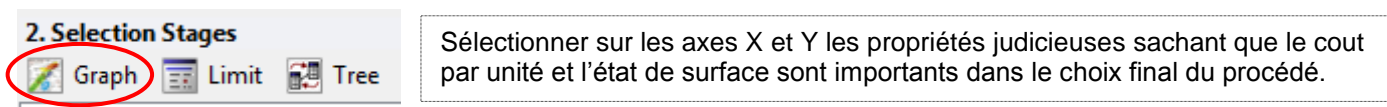
- Etat de surface **très lisse**
- Série : **1000 ensembles "Chrysalide" Maxi**
- Formes : Solide 3D
- Main d'œuvre **très peu importante**
- Indice de **cout par unité très faible**
- Epaisseurs faibles : de 2 à 8 mm

Démarche proposée :

b-1) Ouvrir le logiciel Ces Edupack :



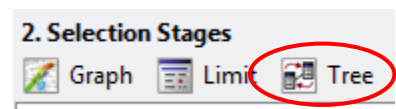
b-2) Affichage d'un graphe :



b-3) Tri des procédés :

Le choix du matériau du support de baleine est connu (voir ci-dessus). Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que celui à mettre en forme.

Combien reste-t-il de procédés ? : **7 Procédés**



Lesquels :

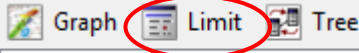
Coulée des polymères – Frittage par laser, polymères - Moulage par compression – Moulage par injection – prototypage basé sur le laser – soufflage - Thermoformage

b-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères, ajouter ceux manquant :

Nota important : pour définir l'importance de la série, il est nécessaire d'identifier le nombre total de supports de baleine dans une chrysalide

2. Selection Stages



Forme	Solid 3D
Epaisseur	Mini : 2 mm – Maxi : 8 mm
Main d'œuvre	Faible
Importance de la série	8000 Maxi

b-5) Résultat :

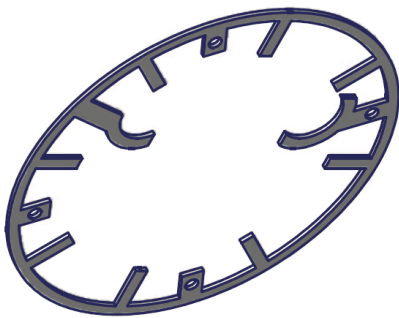
Combien reste-t-il de procédés ? : **1 seul**

Lequel- lesquels : **Moulage par compression**

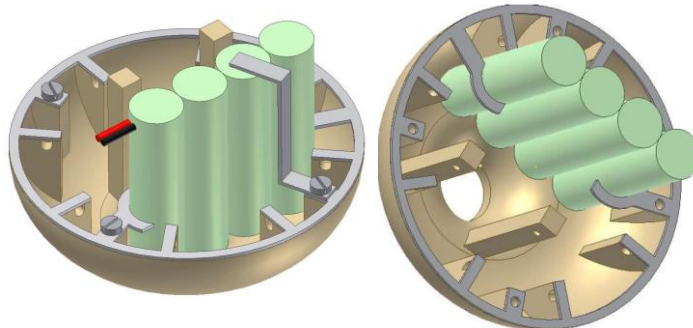
Effectuer un choix et Justifier :

Moulage par compression - Procédé de moulage adapté à des petites séries (à partir de 500 pièces) permettant une gamme d'épaisseur comprise entre 1,5 et 25 mm ...

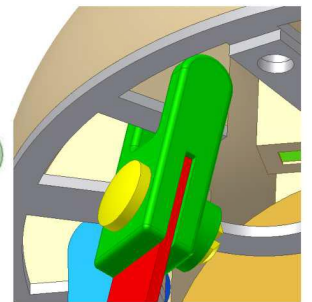
2-2) Plaque de maintien de coque 5 :



Plaque de maintien de coque 5



Implantation de la plaque de maintien de coque 5 dans la chrysalide



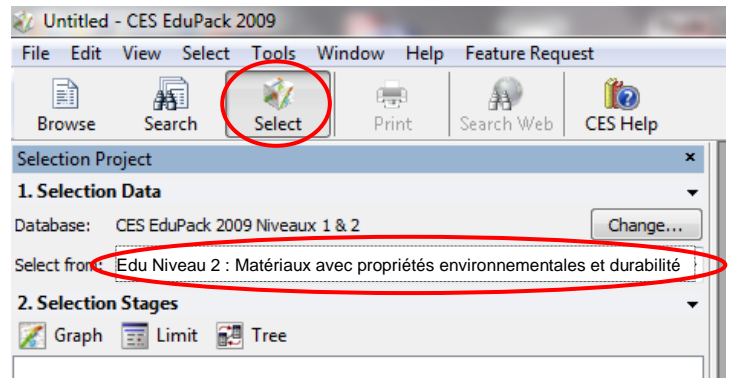
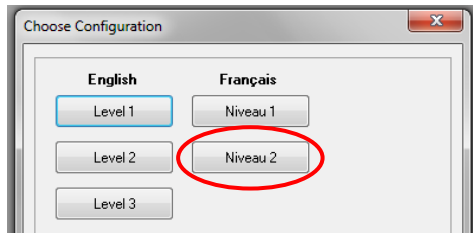
a) Choix d'un matériau pour la plaque de maintien de coque 5 :

Les critères à prendre en compte sont les suivants :

- Le **prix** : faible, mais le **meilleur rapport qualité / prix** possible : **Prix maxi : 2 €/kg**.
- La résistance **limite élastique** : cette pièce doit pouvoir résister aux sollicitations auxquelles elle est soumise et doit donc avoir une résistance en traction suffisante : valeur **Remini : 200 MPa**.
- La **dureté** : suffisamment importante pour résister à l'usure par frottement (valeur **mini 100 HV**).
- La **température** d'utilisation doit être comprise entre : **Tmini = -10°C** et **TMaxi = 60°C**.
- Le **module d'élasticité (module de Young)** : cette pièce ne doit pas pouvoir se déformer (module de Young important), donc posséder une bonne rigidité (valeur **mini E : 200 GPa**).
- Dans un souci de respect de l'environnement, l'**énergie utile à la production primaire** de ce matériau ainsi que les **émissions de CO2** qui en découlent doivent être **les plus faible possibles** et le matériau doit être **recyclable**.

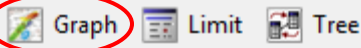
Démarche proposée :

a-1) Ouvrir le logiciel Ces EduPack :



a-2) Affichage d'un graphe :

2. Selection Stages



Sélectionner sur les axes X et Y les propriétés judicieuses sachant que l'empreinte "Gaz carbonique" lors de la production primaire du matériau et la recyclabilité sont importants dans le choix final du matériau.

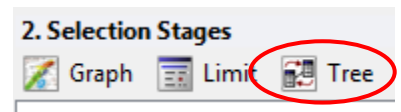
On obtient un graphe avec tous les matériaux, il va falloir en éliminer.

a-3) Tri des matériaux :

L'entreprise qui conçoit le produit étudié a acquis une certaine expérience dans le choix du type de matériaux : **Métaux et alliages**

Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que cette famille.

Combien reste-t-il de matériaux ? : **26 matériaux**

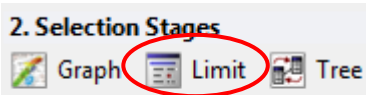


Citer un matériau proposé par le logiciel qui vous semble incompatible pour réaliser la plaque de maintien de coque 5 (justifier l'élimination) :

Plomb commercialement pur	Mauvaises propriétés mécaniques (résistance ...)
----------------------------------	---

a-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères :



Prix	Maxi : 2 €/kg
Limite élastique	Re mini = 200 MPa
Dureté	Mini = 100 HV
Température d'utilisation	Mini : -10°C – Maxi : +60°C
Module de Young (module d'élasticité)	E Mini : 200 GPa

a-5) Résultats :

Combien reste-t-il de matériaux ? : **4 matériaux**

Lesquels : **Acier faiblement allié – Acier à basse teneur en carbone – Acier à haute teneur en carbone – Acier à teneur moyenne en carbone**

Quel matériau choisir ? **Acier faiblement allié**

Pourquoi ? **Meilleur compromis recyclabilité/empreinte CO2 en production primaire**

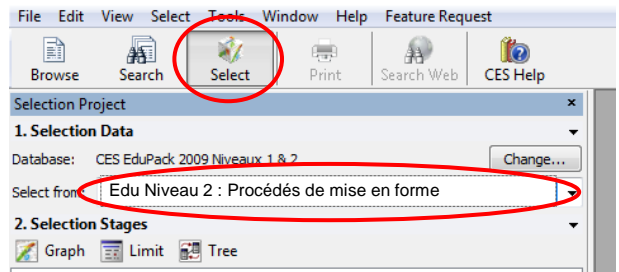
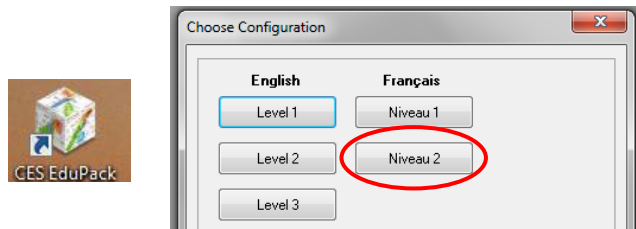
b) Choix d'un procédé d'obtention pour la plaque de maintien de coque 5 :

L'objectif est de choisir un procédé d'obtention en relation avec le **matériau choisi auparavant**. Les critères à prendre en compte sont les suivants :

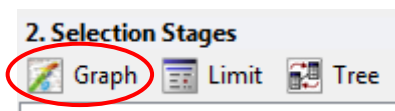
- Etat de surface **très lisse**
- Série : **1000 ensembles "Chrysalide" Maxi**
- Formes : **Feuille plane**
- Main d'œuvre **très peu importante**
- Indice de **cout par unité très faible**
- Epaisseurs faibles : de 1 à 2 mm

Démarche proposée :

b-1) Ouvrir le logiciel Ces EduPack :



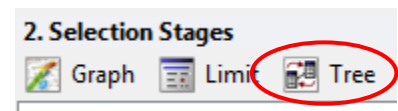
b-2) Affichage d'un graphe :



Sélectionner sur les axes X et Y les propriétés judicieuses sachant que le cout par unité et l'état de surface sont importants dans le choix final du procédé.

b-3) Tri des procédés :

Le choix du matériau de la plaque de maintien de coque est connu (voir ci-dessus). Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que celui à mettre en forme.



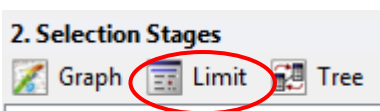
Combien reste-t-il de procédés ? : **12 Procédés**

Lesquels :

Compression isostatique à chaud - Estampage de feuilles, étirage et fabrication de flans - Fonderie en moule vaporisable avec coquille céramique - Fonderie en sable - Fonderie en sable avec modèle vaporisable - Fonderie à la cire perdue - Forgeage - Laminage circulaire - Laminage et forgeage - Mise en Forme de feuilles - Mise en œuvre de poudres - Usinage par électro-érosion

b-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères, ajouter ceux manquant :
Nota important : pour définir l'importance de la série, il est nécessaire d'identifier le nombre total de plaques de maintien de coque dans une chrysalide



Forme	Feuille plane
Epaisseur	Mini : 1 mm – Maxi : 2 mm
Main d'œuvre	Faible
Importance de la série	1000 Maxi

b-5) Résultat :

Combien reste-t-il de procédés ? : **1 seul**

Lequel- lesquels :

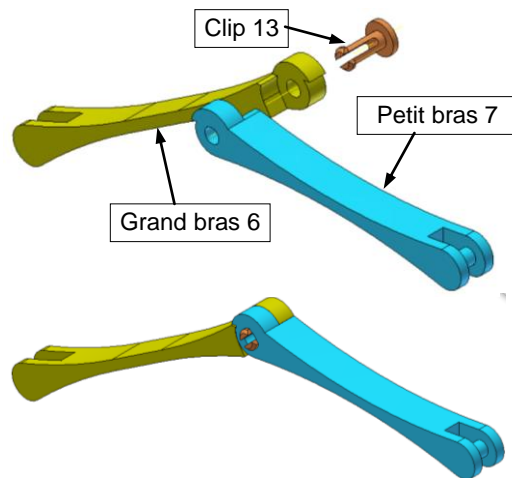
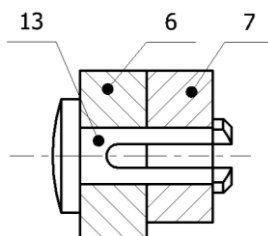
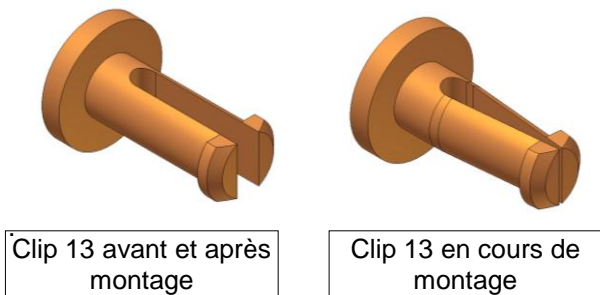
Estampage de feuilles, étirage et fabrication de flans

Effectuer un choix et Justifier :

Estampage de feuilles, étirage et fabrication de flans - Procédé d'obtention adapté à des petites séries (à partir de 1000 pièces) permettant une gamme d'épaisseur comprise entre 0,2 et 5 mm ...

2-3) Clip 13 :

Lors de l'assemblage du mécanisme, il est nécessaire de déformer le clip 13 pour permettre son passage dans les perçages des deux bras (La liaison finale obtenue est une liaison pivot).



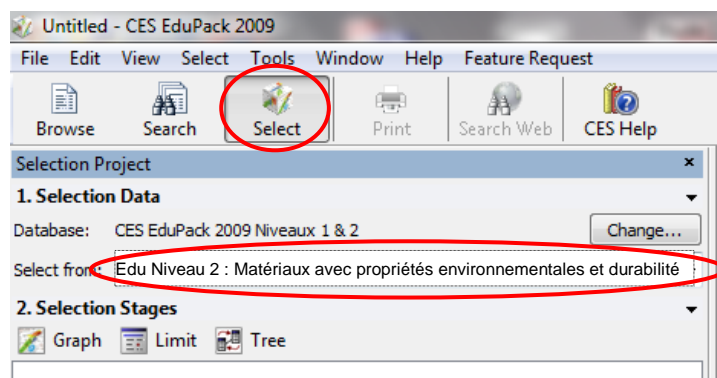
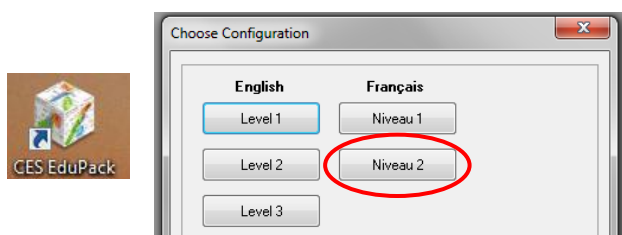
a) Choix d'un matériau pour le clip 13 :

Les critères à prendre en compte sont les suivants :

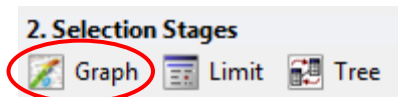
- Le **prix** : faible, mais le **meilleur rapport qualité / prix possible** : **Prix maxi : 2 €/kg**.
- Le **module d'élasticité = module de Young** : cette pièce doit pouvoir se déformer au montage (module de Young faible), mais posséder ensuite une certaine rigidité (valeur **mini E : 1 GPa**, valeur **Maxi E : 5 GPa**).
- La **résistance** : cette pièce doit pouvoir résister aux sollicitations auxquelles elle est soumise et doit donc avoir une résistance au cisaillement suffisante traduite par une résistance **limite élastique : Remini : 50 MPa**.
- La **dureté** : suffisamment importante pour résister à l'usure par frottement (valeur **mini 15 HV**).
- La **température** d'utilisation doit être comprise entre : **Tmini = -10°C** et **TMaxi = 60°C**.
- Dans un souci de respect de l'environnement, l'**énergie utile à la production primaire** de ce matériau ainsi que les **émissions de CO2** qui en découlent doivent être **les plus faible possibles** et le matériau doit être **recyclable**.

Démarche proposée :

a-1) Ouvrir le logiciel Ces EduPack :



a-2) Affichage d'un graphe :



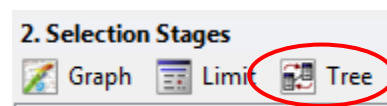
Sélectionner sur les axes X et Y les propriétés judicieuses sachant que l'empreinte "Gaz carbonique" lors de la production primaire du matériau et la recyclabilité sont importants dans le choix final du matériau.

On obtient un graphe avec tous les matériaux, il va falloir en éliminer.

a-3) Tri des matériaux :

L'entreprise qui conçoit le produit étudié a acquis une certaine expérience dans le choix du type de matériaux : **Polymères et élastomères**
Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que cette famille.

Combien reste-t-il de matériaux ? : **29 matériaux**

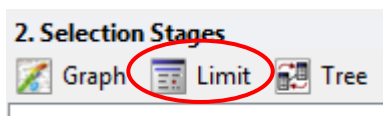


Citer un matériau proposé par le logiciel qui vous semble incompatible pour réaliser le clip 13 (justifier l'élimination) :

Elastomère de silicone SI	Non recyclable
----------------------------------	-----------------------

a-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères :



Prix	Maxi : 2 €/kg
Module de Young	Mini = 1 GPa, Maxi = 5 GPa
Limite élastique	Re mini = 50 MPa
Dureté	Mini = 15 HV
Température d'utilisation	Mini : -10°C – Maxi : +60°C

a-5) Résultats :

Combien reste-t-il de matériaux ? : **7 matériaux**

Lesquels : **Acrylonitrile butadiène styrène (ABS) - Chlorure de polyvinyle (tpPVC) – Epoxys - Polylactone (PLA) - Polyoxyméthylène (polyacétal, POM) - Polystyrène (PS) - Polyéthylène téréphtalate (PET ou PETE)**

Quel(s) matériau(x) choisir ? **Polyéthylène téréphtalate (PET ou PETE) ou Polylactone (PLA) ou Chlorure de polyvinyle (tpPVC)**

Pourquoi ? **Meilleurs compromis recyclabilité/empreinte CO2 en production primaire**

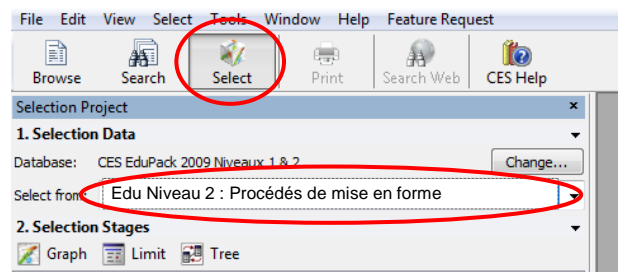
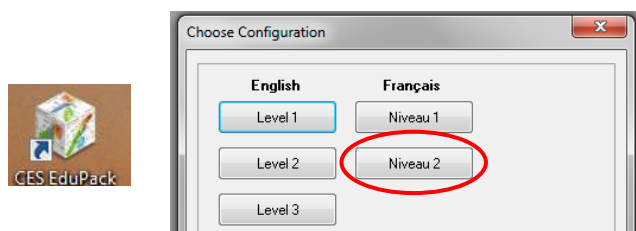
b) Choix d'un procédé d'obtention pour le clip 13 :

L'objectif est de choisir un procédé d'obtention en relation avec le **matériau choisi auparavant**. Les critères à prendre en compte sont les suivants :

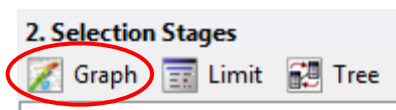
- Etat de surface **très lisse**
- Série : **1000 ensembles "Chrysalide" Maxi**
- **Formes** : Solide 3D
- Main d'œuvre **très peu importante**
- Indice de **cout par unité très faible**
- **Epaisseurs faibles** : de 1 à 4 mm

Démarche proposée :

b-1) Ouvrir le logiciel Ces EduPack :

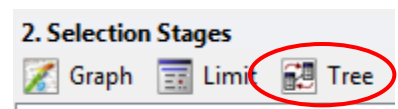


b-2) Affichage d'un graphe :



Sélectionner sur les axes X et Y les propriétés judicieuses sachant que le cout par unité et l'état de surface sont importants dans le choix final du procédé.

b-3) Tri des procédés :



Le choix du matériau de la plaque de maintien de coque est connu (voir ci-dessus). Effectuer un Tree dans l'Univers des matériaux de façon à ne conserver que celui à mettre en forme.

Combien reste-t-il de procédés ? : **5 Procédés si choix PET (6 – PVC) et (5 – PLA)**

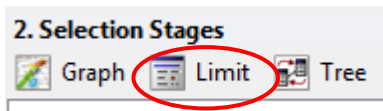
Lesquels :

PET : Moulage par compression - Moulage par injection - Moulage par rotation ou rotomoulage – Soufflage - Thermoformage
PLA : Moulage par compression - Moulage par injection - Moulage par rotation ou rotomoulage – Soufflage – Thermoformage
PVC : Moulage par compression - Moulage par expansion de mousses - Moulage par injection - Moulage par rotation ou rotomoulage – Soufflage - Thermoformage

b-4) Limites :

Pour affiner l'étude, il faut poser des limites. Compléter ci-dessous en caractérisant certains critères, ajouter ceux manquant :

Nota important : pour définir l'importance de la série, il est nécessaire d'identifier le nombre total de clips dans une chrysalide



Forme	Solid 3d
Epaisseur	Mini : 1 mm – Maxi : 4 mm
Main d'œuvre	Faible
Importance de la série	12000 Maxi

b-5) Résultat :

Combien reste-t-il de procédés ? : **2 Procédés pour PET (2 pour PVC et 2 pour PLA)**

Lequel- lesquels : **Moulage par injection – Moulage par compression**

Est-ce un bon choix ? Justifier : **Moulage par injection - Procédé d'obtention adapté à des séries moyennes (à partir de 12000 pièces) permettant une gamme d'épaisseur comprise entre 1 et 4 mm, présentant un très bon état de surface...**

Suite du problème

Après avoir éditer un cahier des charges plausible, rechercher un matériau et le procédé correspondant pour les pièces suivantes (rédiger un rapport écrit avec copies d'écran précisant dans le détail les opérations effectuées et les choix réalisés)

Plaque de maintien embase 10
 Bras 6 ou 7
 Coque ronde 1
 Fut 8