|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Baccalauréat Sciences et Techniques de l’Industrie et du Développement Durable** | |  |
| **CI.1 Développement durable et compétitivité des produits.**  **CI.5 Dimensionnement des structures et choix des matériaux.** | **Matériaux et ACV** | |
| **O1 – Caractériser des systèmes privilégiant un usage raisonné du point de vue développement durable.** |

**NOM :**

**Date :**

**1. Recherche d’un matériau avec "CES Edupack".**

**1.1 Compréhension de la vidéo.**

1.1.1Le nouveau type de matériau préconisé est : *acier à basse teneur en carbone*.

1.1.2 Masse de la nouvelle pièce : *On connait la masse et la masse volumique de la pièce en alliage d’aluminium* , *on va donc pouvoir trouver le volume de la pièce. Volume = masse / masse volumique, une fois que l’on aura déterminé ce volume, il suffira de le multiplier par la nouvelle masse volumique pour trouver la nouvelle masse de la pièce. Pour pouvoir faire l’application numérique, il faut convertir la masse volumique qui nous est donné dans une unité plus en rapport avec nos valeurs.*

*2500 kg/m3 = 2,5⋅103kg/m3 = 2,500 kg/dm3 = 2,5 gr/cm3.*

*Volume de la pièce = 4,1 / 2,5 = 1,64 cm3.*

*Masse de la pièce dans le nouveau matériau = 1,64 x 7,85 = 12,874 gr*

1.1.3 Gain pour le prix au kilogramme : *On peut lire sur le graphique P aluminium = 1,9 €/kg et un prix P acier = 0,48 €/kg. On divise donc le prix de départ part : Divise = 1,9 / 0,48 = 3,958 On paye donc du prix de départ. On a donc fait un gain de (prix de départ – prix payé) soit en % : 100 - 25,26 = 74,74%*

Gain pour le rejet de CO2 au kilogramme (suivre le même cheminement que la question précédente).

*12,5 – 1,8 = 10,7 kg de CO /kg, on rejette donc 14,4 % du rejet de départ, soit un gain de 85,6%.*

1.1.4 Economie financière : *Prix pièce en alliage d’aluminium = 1,9 × 0.0041= 0.00779 € Prix pièce en acier = 0,48 × 0.012874= 0,00618 €*

*Economie réalisée : 0,00161 € soit un gain de 20,67%.*

Economie pour les gaz à effet de serre : *alu : 0,0041 × 12,5 = 0,05125 kg de CO2  acier : 0,012874 × 1,8 = 0,002327 kg de CO2 soit un gain de 54,8%.*

**1.2 Autre matériau pour la pièce "accouplement".**

1.2.1 Les laitons sont des alliages de cuivre et de : *zinc*

La masse volumique moyenne des laitons est de : *8,225 kg/m3*

1.2.2 Nombre de famille de matériaux restant après avoir appliqué le critère prix : *51*

Nombre de famille de matériaux après avoir appliqué le critère de la masse volumique prix : *43*

Nombre de famille de matériaux après avoir appliqué des critères de résistance mécaniques : *29*

Nombre de famille de matériaux après avoir appliqué des critères de fabrication : *11*

Nombre de famille de matériaux après avoir choisi l’option recyclage (en fin de vie) : *9*

Le bois (Matériau écologique) a disparu car *en fin de vie, il est généralement brulé (pas recyclable).*

Le matériau, qui respecte les divers critères, conseillé par le logiciel est le *PVC.* Ces trois lettres signifient : *polychlorure de vinyle*. C’est un polymère de type thermo*plastique*.

1.2.3 Influence financière et impact carbone.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Accouplement | Matière | Masse volumique moyenne en kg/dm3 | Prix moyen en euros/kg | CO2 production  primaire kg/kg | Masse  En gr | Prix en euros | CO2 pour la production de la pièce en kg |
| Pièce d’origine | Laiton | 8,225 | 5,465 | 3,56 | 12,24 | *0,066892* | *0,043574* |
| Pièce modifiée | *PVC* | *1,44* | *1,11* | *2,495* | *2,143* | *0,0023573* | *0,005347* |

Conclusion : *Si l’on remplace le laiton par le PVC, l’impact sur les gaz à effet de serre est beaucoup plus faible et l’économie financière est importante.*

**2- Recherche d’un matériau avec "CES Edupack".**

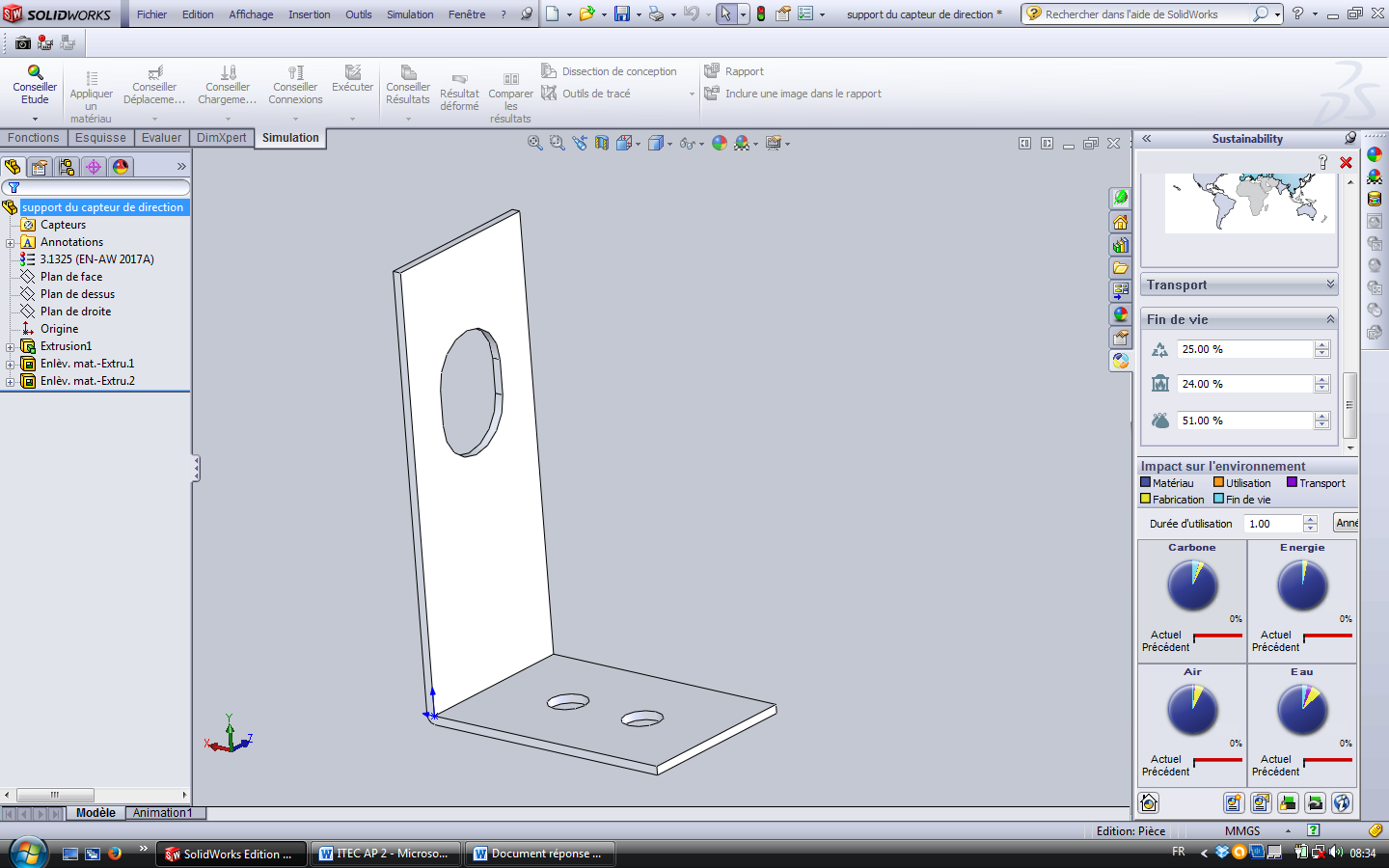
* 1. **Compréhension de la vidéo.**

Matériau de départ *: EN AW2017 A (alliage d’aluminium)* Matériau trouvé : *1023 Acier au carbone*.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Catégorie d’impact | Carbone (rejeté à la fabrication) | Energie (consommé à la fabrication) | Air (acidification) | Eau (eutrophisation) |
| Unité | *kg de CO2* | *MJ* | *kg de SO2* | *kg de PO4* |

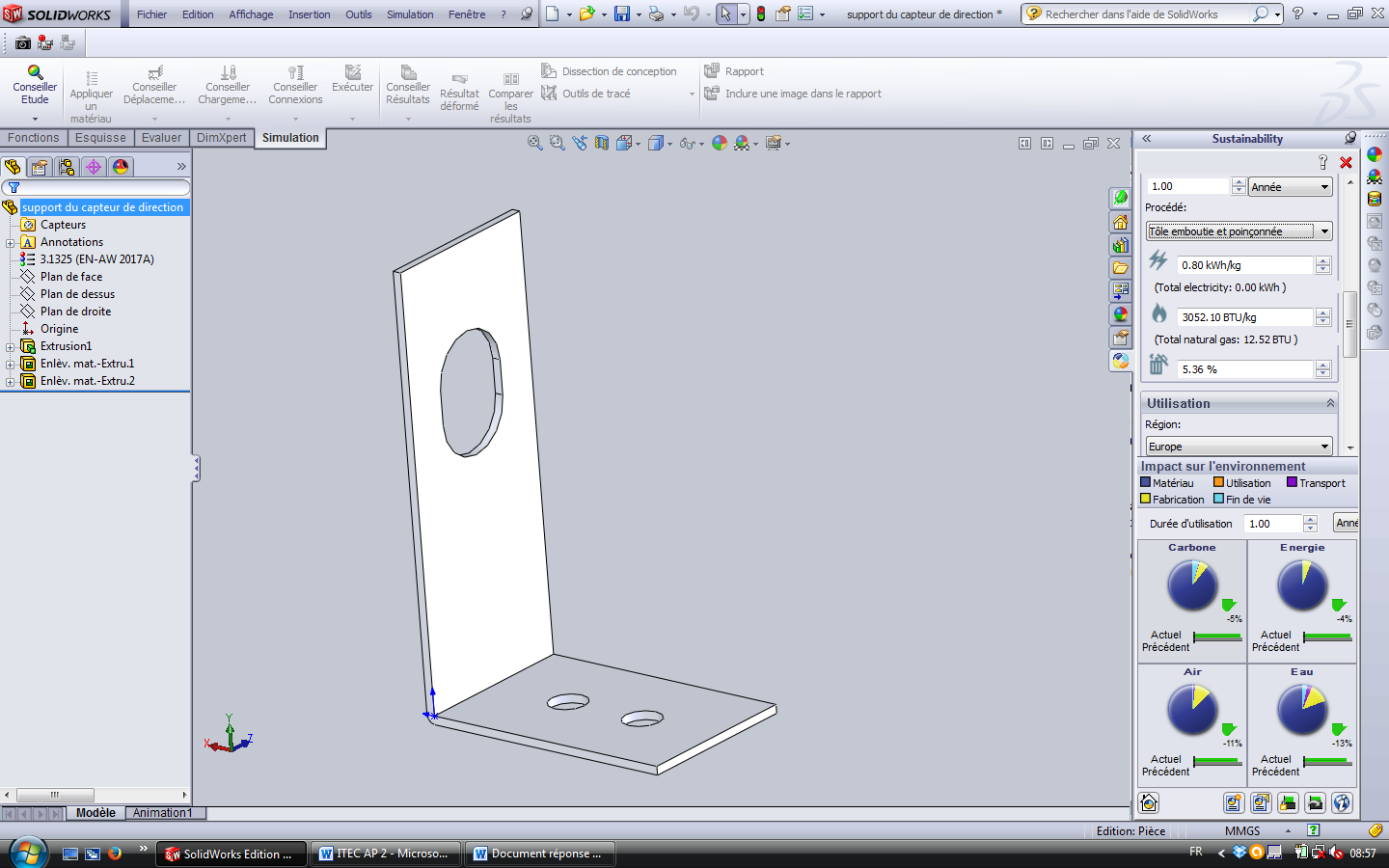
Fin de vie. Signification des pictogrammes.

|  |  |
| --- | --- |
| Français | Anglais |
| *Recyclage* | *Recycle* |
| *Incinération* | *Incinerate (déchets), burn (bois), cremated (ce terme ne convient pas ici, il correspond à l’incinération humaine).* |
| *Mise en décharge* | *Dumped, landfill (enfouissement).* |



Critères pris en compte lors de la fabrication.

|  |
| --- |
| *Consommation électrique.* |
| *Consommation de gaz.* |
| *Coefficient de rebut.* |



Incidence du changement de matière sur les 4 catégories d’impacts environnementaux.

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’impact environnemental | Incidence en % |
| *Carbone* | * *54 %* |
| *Energie* | * *51%* |
| *Air* | * *74 %* |
| *Eau* | * *62 %* |

* 1. **Application sur la pièce accouplement.**

En appliquant les critères imposés, la nouvelle matière retenue est : *Acrylique.*

Justification du choix final (parmi les matériaux proposés par le logiciel) : *le logiciel propose : acrylique ou caoutchouc. L’élasticité importante du caoutchouc ne semble pas vraiment en accord avec la fonction de la pièce, de plus il sera difficile de réaliser des filetages fonctionnels dans ce matériau.*

|  |  |
| --- | --- |
| Catégorie d’impact environnemental | Incidence en % |
| *Carbone* | * *93 %* |
| *Energie* | * *91 %* |
| *Air* | * *94 %* |
| *Eau* | * *92 %* |

Incidence du changement de matière sur les 4 catégories d’impacts environnementaux.

**3. ANALYSE DU CYCLE DE VIE POUR L’ENSEMBLE MOTOREDUCTEUR ET RECHERCHE D’AMELIORATION.**

* 1. **Analyse de l’ACV de l’ensemble motoréducteur.**
     1. La masse du motoréducteur est de : *6471,2 gr*
     2. La phase du cycle de vie qui impacte le plus l’environnement.

Cela semble : *la phase d’utilisation* car *les 4 impacts sont maximums (normal pour un véhicule consommateur d’énergie).*

Pour diminuer l’impact de cette phase, il faudrait *diminuer la consommation d’énergie, produire localement et revoir le critère de durabilité pris arbitrairement d’un an*

* + 1. Après cette première phase, c’est la phase *matériaux qui impacte le plus.*

Il est donc important de *bien choisir la matière des pièces.*

3.1.4 Les 4 pièces qui impactent le plus l’environnement sont : *l’aimant, l’arbre moteur, le corps du réducteur, le corps du moteur.*

**Modification du matériau qui a la plus forte masse.**

* + 1. Désignation normalisée : *EN – GJL - 250* C’est une fonte grise (fonte : fer + 1,7 à 6,7 % de carbone).
    2. Quelques caractéristiques de ce matériau.

|  |  |
| --- | --- |
| **Caractéristiques** | **Valeurs et unités** |
| Masse volumique | *7.05 à 7.5 E3kg/m3 ou 7.05 à 7.5 kg/dm3* |
| Limite de traction | *140 à 448 MPa* |
| Limite d’élasticité | *140 à 420 MPa* |
| Module de Young (ou d’élasticité) | *80 à 138 GPa* |
| Conductivité thermique | *40 à 72 w/m.°C* |
| Température de fusion | *1130 à 1380 °C* |
| Prix | *0,352 à 0,389 €/kg* |
| GES (rejet de CO2) | *1,65 à 1,75 kg CO2/kg* |
| Energie consommée | *17 à 21 MJ/kg* |

* + 1. Type de matériau de remplacement proposé :

Matériau choisi définitivement :

* + 1. COMPARAISON

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nom de la pièce : | Pièce d’origine | Pièce avec un autre matériau |
| Matériau | *Fonte grise (EN-GJL-250)* | *Alliage alu de fonderie (1060)* |
| Masse en kg | *1,4974* | *0,55785* |
| GES en kg de CO2 | *3,5 ou 2,76 (selon la source)* | *8* |
| Energie totale consommée en MJ | *35 ou 34,48* | *98* |
| Eutrophisation en kg de PO4 | *2,6 E-3* | *1,83 E-3* |
| Acidification en kg de SO2 | *0,02* | *0,056* |

Conclusion : *Le changement de matériau induit une forte diminution de la masse (63%) mais une forte augmentation de trois des impacts environnementaux. Il faudrait pouvoir quantifier ce que ce gain de masse va induire au niveau de la diminution des rejets dans la phase d’utilisation (sans doute bien peu car la masse principale en phase d’utilisation est dû à l’opérateur.*

* 1. **Modification de la pièce qui produit le plus d’impacts négatifs (Pour aller plus loin).**

A rédiger sur feuille libre, montrer vos résultats au professeur.

*La pièce qui produit le plus d’impact négatif et que l’on pourrait modifier et le corps du réducteur. On ne peut pas envisager de correction type puisque l’élève est libre. On peut simplement noter qu’il va manquer d’information sur la partie résistance mécanique. S’il arrive avec une pièce en matériau plastique, il faudrait pouvoir faire un calcul de structure (sw simulation) pour vérifier la tenue aux efforts de la pièce, ce qui n’est pas envisageable par l’élève, à cette époque de l’année mais qui peut être rapidement illustré avec « Solidworks Simulation ».*

**4. Conclusion générale quant au choix du matériau d’une pièce ?**

*Il serait souhaitable que l’élève ait compris que le choix d’un matériau plutôt que d’un autre n’est pas aussi simple que ce que l’on pourrait croire en première analyse. Le critère impact environnemental même s’il est important ne doit pas faire oublier que, en premier la pièce doit être fonctionnelle.*