

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

Coefficient 16

Durée : 20 minutes – 1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation**..... Pages 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 5
 - Partie relative aux enseignements communs Pages 3 à 4
 - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 4 à 5
- **Dossier Technique et Ressource** Pages 6 à 10

Rappel du règlement de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un produit pluri-technologique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier en début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre une problématique technologique (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences et connaissances associées, de la partie relative aux enseignements communs et propres à l'enseignement spécifique choisi par le candidat lors de son inscription.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-13-ITEC
	Page 1 / 10

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Kit Smart Pie

Mise en situation

Le kit Smart Pie est un kit d'assistance électrique discret, efficace et compatible avec la plupart des vélos (vélo de ville, VTC, VTT, vélo pliant, remorque, trottinette, ...).

Le kit intègre un moteur électrique sans balais (brushless) performant et fiable, parfaitement adapté à une utilisation en ville, sur route ou en randonnées. Il permet de gravir des dénivelés ponctuels d'environ 10 %.



Figure 1 : kit Smart Pie

La connectique est simplifiée pour faciliter l'installation du kit et transformer rapidement le vélo en vélo électrique. Chaque connecteur est numéroté et équipé de détrompeur. Le moteur Smart Pie est équipé d'un contrôleur interne programmable. Le contrôleur se trouve directement dans le moteur. Il n'y a pas besoin de boîtier supplémentaire pour fixer le contrôleur sur le vélo.

Problématique

L'objectif est de montrer que le kit Smart Pie permet, dans une démarche de développement durable, d'aider les personnes qui le souhaitent à se rendre sur leur lieu de travail en équipant leur ancien vélo.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-13-ITEC Page 2 / 10

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Question 1 À l'aide des éléments indiqués dans le diagramme SYSML des exigences du DTR1, **indiquer** le nom des constituants du kit Smart Pie correspondant aux éléments numérotés 1 ; 2 et 3 sur la chaîne de puissance du DTR2.

DTR1
DTR2

Question 2 En utilisant les valeurs de rendements données dans le DTR1, **calculer** la puissance électrique P_{elec} consommée par le moteur sachant qu'il doit fournir une puissance mécanique de 200 W à la roue du vélo.

DTR1

L'énergie stockée dans la batterie d'accumulateurs se calcule avec la formule suivante :

$$E_{bat} = U_{bat} \cdot C_{bat}$$

avec :

- E_{bat} l'énergie stockée dans la batterie d'accumulateurs exprimée en W·h ;
- U_{bat} la tension aux bornes de la batterie d'accumulateurs exprimée en V ;
- C_{bat} la capacité de la batterie d'accumulateurs exprimée en A·h.

Question 3 **Calculer** l'énergie stockée dans la batterie d'accumulateurs et **justifier** le choix d'utiliser une batterie au Lithium dans le kit Smart Pie à l'aide du document DTR3.

DTR1
DTR3

Le site de FURO system propose d'évaluer l'autonomie des vélos électriques en utilisant la formule suivante :

$$Aa = \frac{E_{bat} \cdot V}{P_{elec} \cdot F_p}$$

avec :

- Aa l'autonomie approximative du vélo électrique exprimée en km ;
- E_{bat} l'énergie stockée dans la batterie d'accumulateurs exprimée en W·h ;
- V la vitesse moyenne exprimée en km·h⁻¹ ;
- P_{elec} la puissance électrique, consommée par le moteur, exprimée en W ;
- F_p le facteur de perte estimé ici à 1,2 (correspondant à 20 % de pertes.)

Question 4 **Vérifier** que l'autonomie de la batterie du kit Smart Pie est suffisante pour effectuer un trajet aller-retour entre le domicile et le lieu de travail.

DTR1

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-13-ITEC Page 3 / 10

Partie relative à l'enseignement spécifique

Question 5 **Calculer** la distance parcourue pour un tour de roue, sachant que son rayon apparent est égal à 339 mm.

Question 6 **Calculer** la vitesse linéaire du vélo en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ sachant que le vélo se déplace à une vitesse linéaire de $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. En **déduire** la fréquence de rotation de la roue en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$.

Question 7 **Calculer** le rapport de réduction du train épicycloïdal du kit Smart Pie décrit dans le DTR4 puis en **déduire** la fréquence de rotation de l'arbre moteur.
DTR4

Une étude préalable sur un logiciel de choix des matériaux a permis d'établir le diagramme donnant la masse volumique en fonction du module de Young (DTR5). Les matériaux non-recyclables et ceux n'ayant pas une bonne coulabilité pour réaliser le moyeu en fonderie ont été retirés.

L'optimisation du choix du matériau utilisé pour réaliser un moyeu de roue léger et rigide amène à utiliser l'indice de performance le plus grand possible : les matériaux ne correspondant pas à ce critère sont à gauche de la ligne d'équiperformance.

Question 8 **Relever**, sur le document ressource, la famille de matériau optimal pour la réalisation du moyeu du kit Smart Pie et **justifier** votre choix.
DTR5

Dans les systèmes mécaniques, les coefficients de sécurité sont généralement :

- pour le domaine de l'architecture : $s = 1,5$;
- pour le matériel routier : $s = 3$;
- pour les appareils de levage industriels:
 - levage par des chaînes de levage : $s = 4$;
 - levage par des câbles métalliques : $s = 5$;
 - levage par des sangles en tissus : $s = 7$;
- pour les engins de levage et appareils de levage lourds:
 - levage avec un pont roulant ou un portique : $s = 1,6$;
 - levage avec une grue : $s = 1,3$;
- ascenseur (transport du public) : $s = 10$.

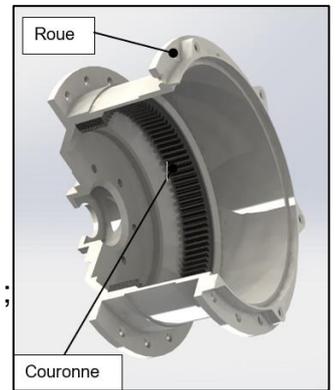


Figure 2 : moyeu

La couronne du train épicycloïdale intégrée au moyeu est composée d'un matériau différent.

Question 9 À partir des résultats de simulation par éléments finis présentés dans le DTR6 et des valeurs de coefficients de sécurité listées ci-dessus, **choisir** en le justifiant, le matériau de cette couronne.

Question 10 **Justifier** d'un point de vue technologique les choix du constructeur du kit Smart Pie, pour les batteries, le réducteur et les matériaux. **Exprimer** l'intérêt du système dans une démarche de développement durable en utilisant la fiche ADEME.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : extraits du diagramme des exigences du kit Smart Pie

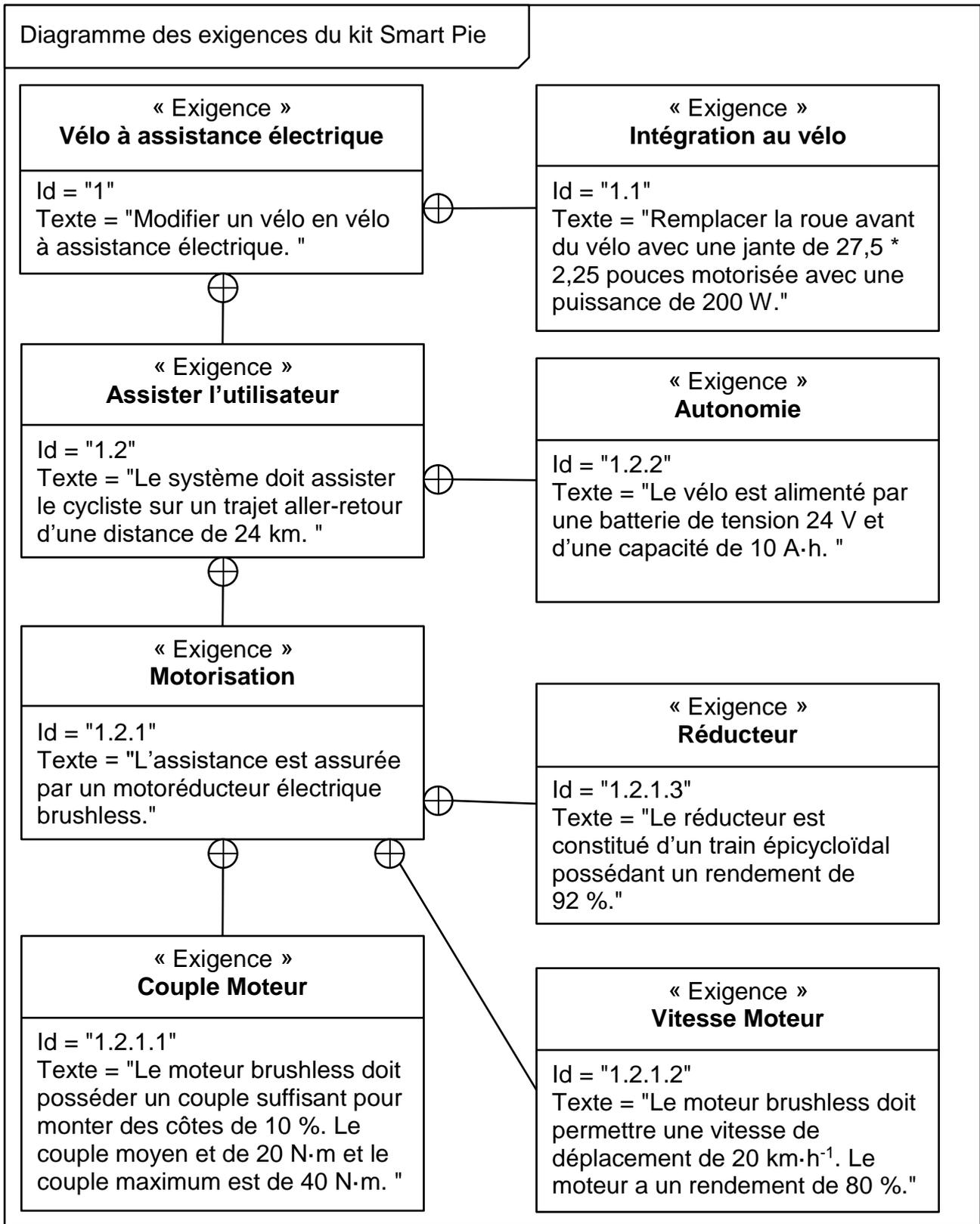


Figure 3: diagramme des exigences

DTR2 : chaîne de puissance

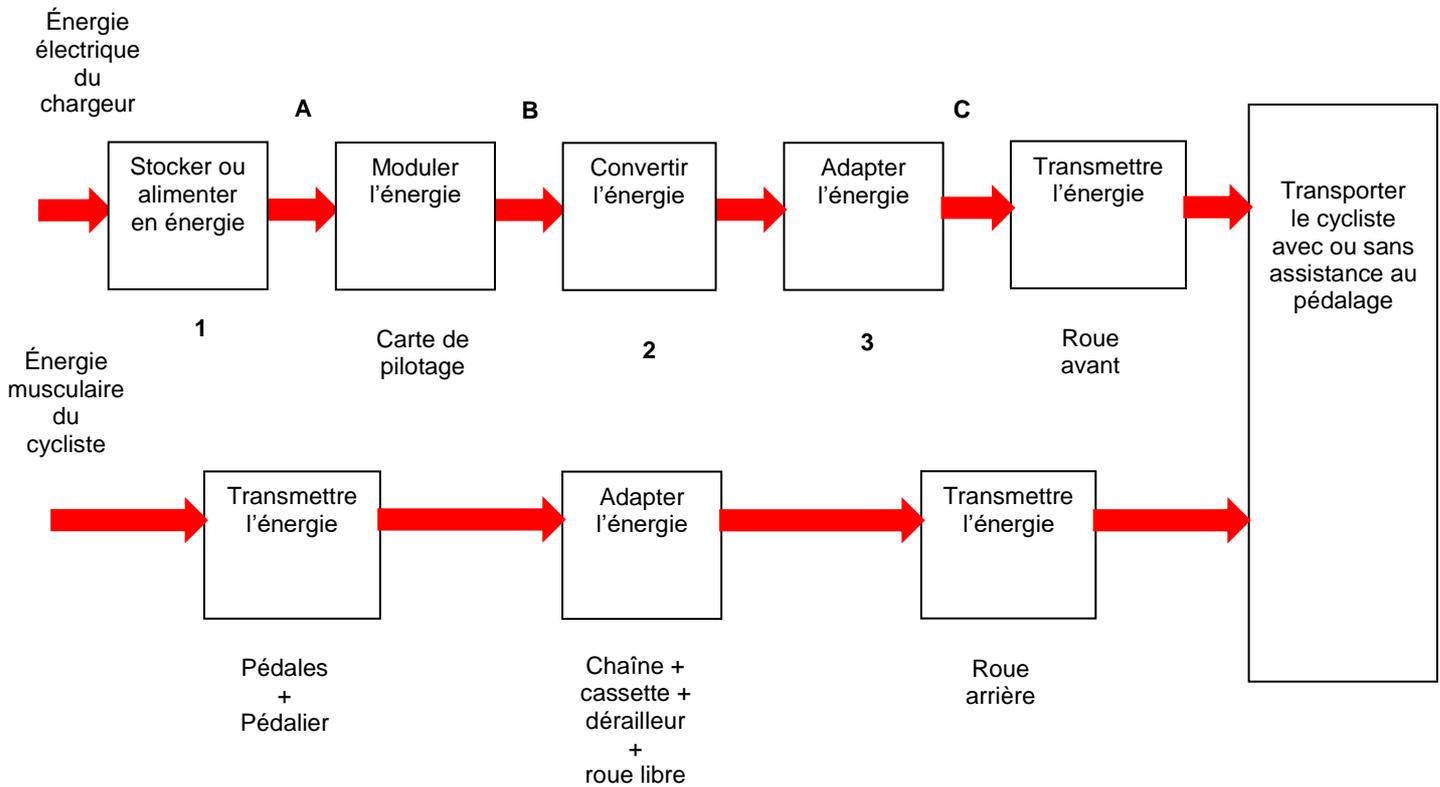


Figure 4 : chaîne de puissance du kit Smart pie

DTR3 : choix de la batterie

Source : Les vélos électriques

Type de batterie	Plomb	Nickel	Lithium
Rapport poids encombrement	Plus volumineux et lourds	Plus léger que le plomb	La plus légère et la plus compacte
Nombre de cycles de charges et décharges	400	500	1200
Prix	La moins chère	Plus cher que le plomb	La plus chère
Avantages /inconvénients :	Craint le froid	Souffre de l'autodécharge et de l'effet mémoire	Se recharge plus vite. Risque de combustion spontanée

Tableau 1 : critères pour le choix de la batterie d'accumulateurs

DTR4 : train épicycloïdal

Les trains épicycloïdaux permettent une disposition coaxiale des arbres avec une réduction du poids et de l'encombrement pour une puissance donnée. De plus, ils possèdent un rapport de réduction très élevé avec un minimum d'éléments pour transmissions à faible puissance.

Pour l'architecture de la figure 5, le rapport de réduction peut être calculé par la formule de Willis :

$$\frac{\omega_3}{\omega_1} = - \frac{Z_1}{Z_3}$$

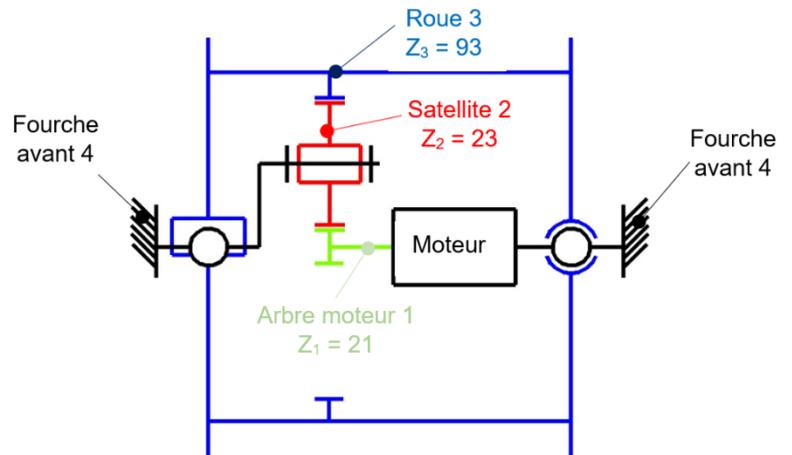


Figure 5 : schéma d'architecture du réducteur épicycloïdal du kit Smart Pie

DTR5 : diagramme de choix des matériaux

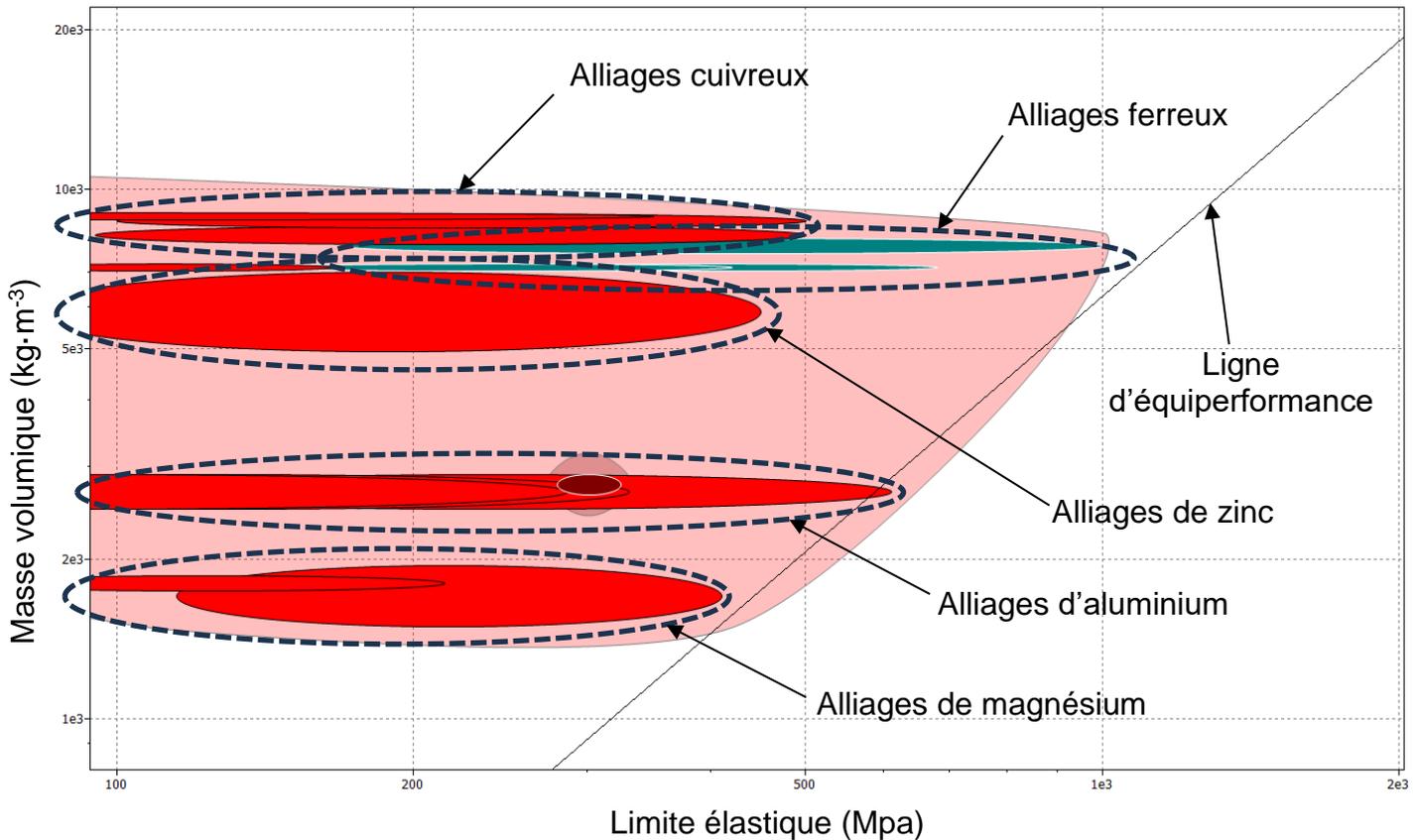


Figure 6 : diagramme masse volumique / limite élastique

DTR6 : résultats de simulation de RDM

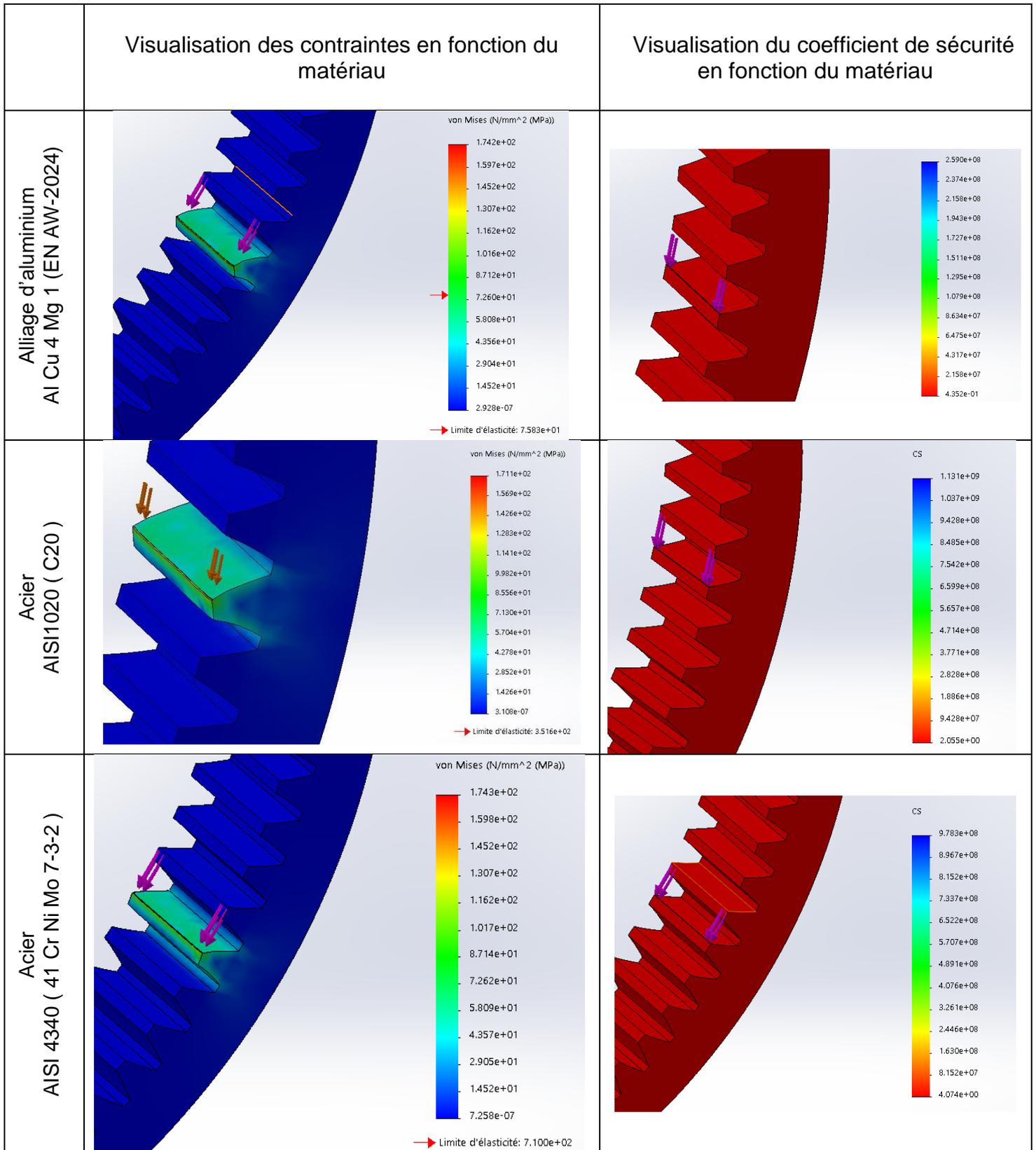


Figure 7 : résultats de simulation par éléments finis

DTR7 : fiche ADEME

Enjeux environnementaux	Enjeux sociaux	Enjeux économiques
<p>Ressources naturelles : énergie / eau / matières premières / biodiversité</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Compte tenu des alternatives existantes, ce projet garantit la pérennité des ressources énergétiques. <input type="checkbox"/> Ce projet présente une empreinte écologique acceptable. <p>Pollutions locales / Pollutions globales : eau, air, sols, substances toxiques, ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet contribue à diminuer l'effet de serre. <input type="checkbox"/> Ce projet contribue à diminuer la pollution de l'air. <input type="checkbox"/> Ce projet contribue à ne pas détériorer la qualité de l'eau. <input type="checkbox"/> Ce projet contribue à ne pas détériorer la qualité des sols. <p>Gestion des risques (naturels, industriels)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet permet d'éviter des risques potentiels. <p>Déchets (dangereux ou banals)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet permet de limiter la quantité et la nature des déchets par rapport à une situation similaire. <p>Bruit / Paysage / Nuisances (odeurs ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet conduit à limiter les nuisances sonores. <input type="checkbox"/> Ce projet conduit à limiter les nuisances olfactives. 	<p>Inégalités / déséquilibres</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet améliore la mobilité de certaines populations. <input type="checkbox"/> Ce projet permet de préserver ou améliorer le service au public. <p>Santé / Qualité de vie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet améliore la qualité de vie et les conditions sanitaires et sociales. <p>Cohésion sociale</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet permet d'améliorer la confiance entre les acteurs. <input type="checkbox"/> Ce projet permet de respecter la parité homme / femme. <p>Élévation : éducation, formation, culture</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet permet d'améliorer les connaissances ou le niveau de qualification des acteurs. <p>Coopération / Équilibre Nord-Sud</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet s'inscrit dans une dimension de type « commerce équitable ». 	<p>Vie économique du (des) territoires</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ce projet permet de générer des emplois. <input type="checkbox"/> Ce projet permet une amélioration du territoire. <input type="checkbox"/> Ce projet est susceptible de mettre en place une dynamique économique, de nouvelles filières. <p>Performance économique des acteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La mise en œuvre de ce projet aura-t-il pour conséquence de générer des résultats financiers positifs ou à l'équilibre. <input type="checkbox"/> L'accès au service sera rendu moins onéreux. <input type="checkbox"/> La compétitivité du service sera meilleure. <input type="checkbox"/> Ce projet permet d'avoir un impact positif sur les finances publiques. <input type="checkbox"/> Ce projet permet d'avoir un impact positif sur le montant des impôts.

Tableau 2 : évaluation des projets sur les critères du développement durable