

PARTIE III - TRANSMISSIONS PAR ENGRENAGES

• Instructions :

- Expliquez de manière claire vos raisonnements, posez les équations successives, et détailliez les applications numériques vous permettant de répondre à la question posée ;
- Procédez par étapes ;
- Attention aux unités pour les applications numériques.

• Barème de notation :

Pour chaque question, une moitié des points est attribuée à la pertinence des équations et des raisonnements utilisés, et l'autre moitié à l'exactitude des résultats numériques.

EXERCICE 1 :

Soit un réducteur de rapport de transmission $i_{\text{Tot}} = 36$ constitué de 2 trains épicycloïdaux de type I à denture droite normalisée montés en série tels que :

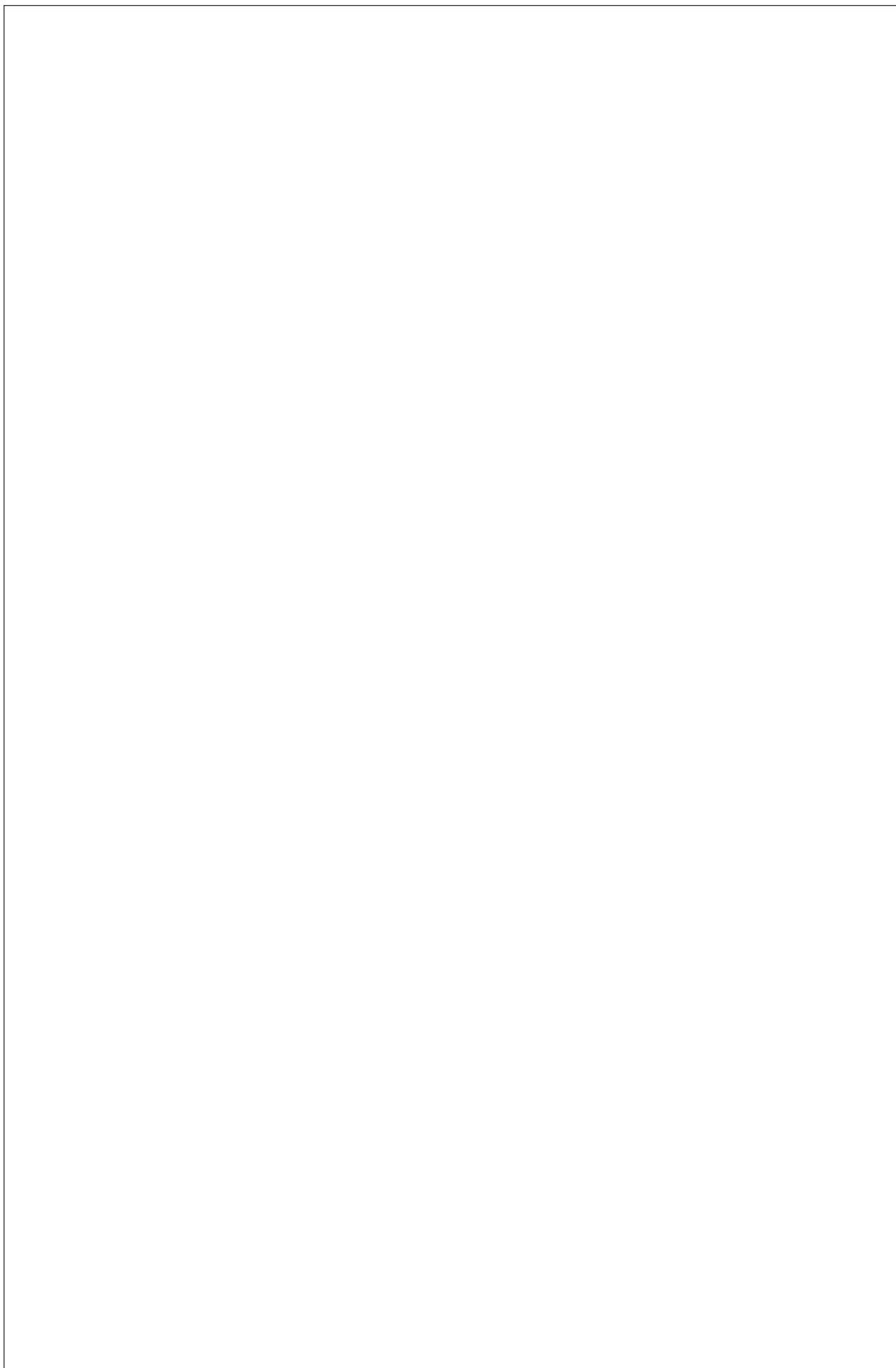
- L'arbre d'entrée (E) est relié au pignon (P1) du premier train épicycloïdal ;
- La couronne à denture intérieure (P2) est bloquée, c'est-à-dire fixée au bâti, sur les deux trains épicycloïdaux ;
- Le porte-satellites (PS) du premier train épicycloïdal est relié au pignon (P1) du deuxième train épicycloïdal ;
- Le porte-satellites (PS) du deuxième train épicycloïdal est relié à l'arbre de sortie (S) ;
- Les nombres de dents du planétaire (P1), du satellite (Sat), et du planétaire (P2) sont les mêmes sur les deux trains épicycloïdaux ;
- Le nombre de dents des planétaires (P1) vaut $Z_{P1} = 13$.

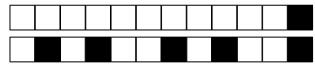
Question 1: (10 point)

0 .5 1 .5 2 .5 3 .5 4 .5 5
 .5 6 .5 7 .5 8 .5 9 .5 10

Réserve au correcteur

Calculer les nombres de dents Z_{P2} des planétaires (P2) et Z_{Sat} des satellites (Sat), et déterminer les nombres possibles de satellites que l'on peut monter, avec une répartition angulaire uniforme, sur chacun des deux trains épicycloïdaux.



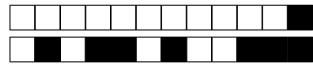


**Question 2:** (3 points)

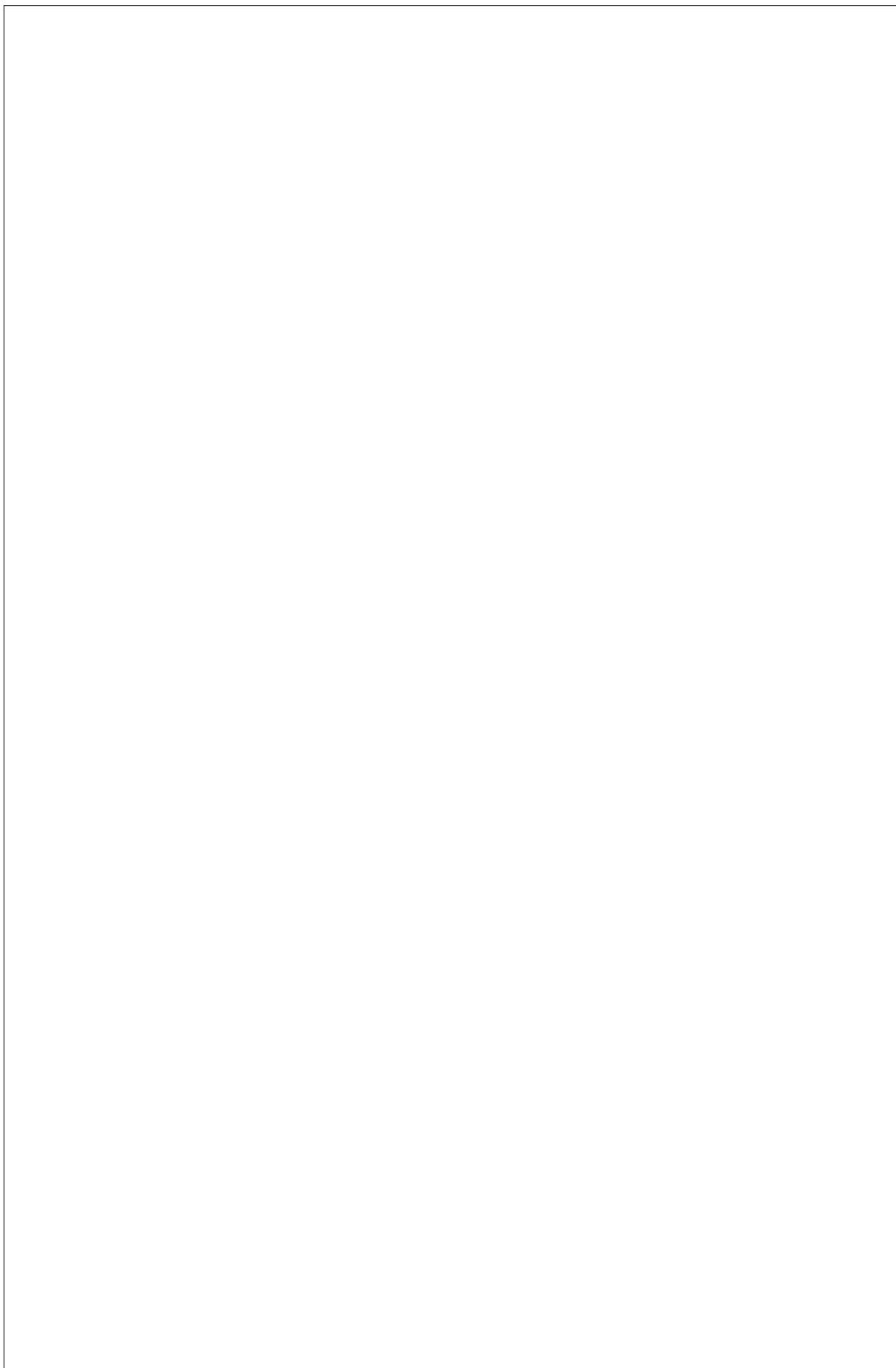
0 .5 1 .5 2 .5 3

Réservé au correcteur

On souhaite garantir un engrènement sans interférence entre le planétaire (P1) et les satellites (Sat), tout en conservant le même rapport de transmission que précédemment déterminé. Quels nombres de dents minimaux Z'_{P1} , Z'_{P2} et Z'_{Sat} permettront de satisfaire à ces deux conditions ?



+1/22/39+



**Question 3:** (9,5 points)

0 .5 1 .5 2 .5 3 .5 4 .5 5
 .5 6 .5 7 .5 8 .5 9 .5 10

Réserve au correcteur

On souhaite dimensionner les roues dentées du réducteur sur la base des modèles de contrainte en flexion et de contrainte de contact sur la dent*, sachant que :

- Le couple qui s'exerce en entrée du réducteur vaut $C_E = 10$ Nm.
- La largeur normalisée de toutes les roues dentées est fixée à $\psi = 10$.
- Les nombres de dents des roues dentées sont ceux calculés à la question précédente.
- Les nombres de satellites pouvant être montés dans chaque train épicycloïdal correspondent alors à ceux déterminés à la question 1.
- On dispose pour fabriquer les roues dentées des matériaux listés dans le Tableau ci-dessous.
- Ces matériaux sont listés par ordre de coût de fabrication croissant.
- On souhaite effectuer une fabrication au moindre coût de notre réducteur.
- On souhaite minimiser les dimensions de notre réducteur.
- Un matériau différent pourra être utilisé entre le premier et le deuxième train épicycloïdal. En revanche, toutes les roues d'un même train épicycloïdal doivent être fabriquées avec le même matériau.
- Le module des dents du premier et du deuxième train épicycloïdal doit être le même, ceci dans le but d'optimiser les coûts d'usinage (car alors pour chaque roue dentée du premier train épicycloïdal, sa roue dentée homologue dans le deuxième train épicycloïdal aura la même géométrie, et on pourra donc utiliser les mêmes posages et les mêmes programmes d'usinage).

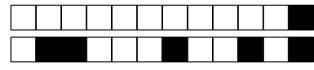
Par ailleurs, on suppose que :

- Le rendement du réducteur vaut 1.
- Le facteur de correction utilisé pour le calcul du module minimal en flexion sur la dent vaut $Y = 1$.
- Au sein de chaque train épicycloïdal, les satellites s'ils sont plusieurs reprennent chacun le même niveau de charge.
- Le calcul du module minimal à l'engrènement entre le pignon (P1) et les satellites (Sat) est suffisant pour déterminer le module minimal du train épicycloïdal.
- La fabrication du (ou des) satellite(s) aura un impact négligeable sur le coût final du réducteur.

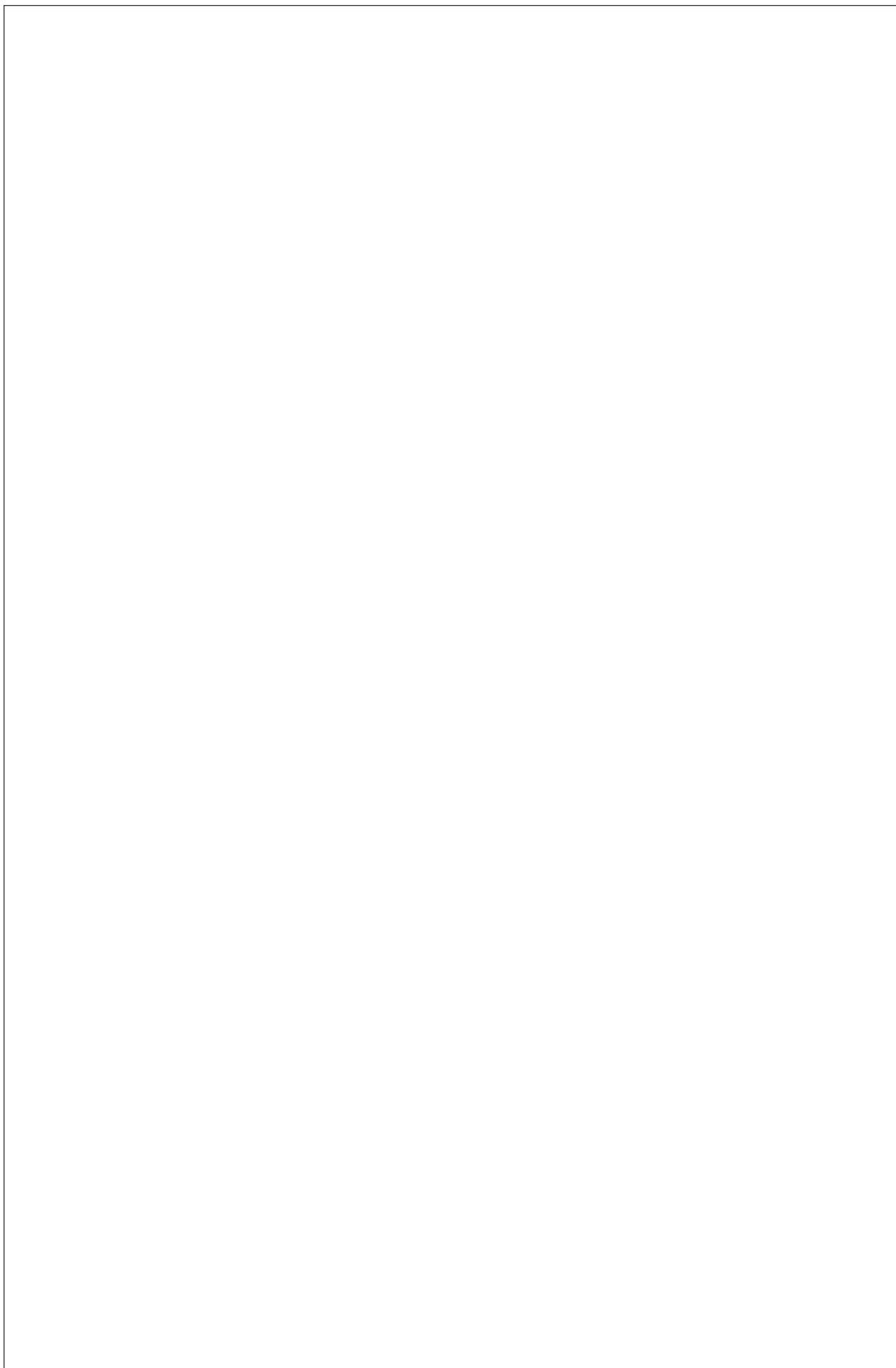
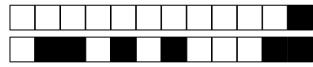
* On ne s'occupera pas ici du cas de la contrainte de cisaillement sous contact dent/dent.

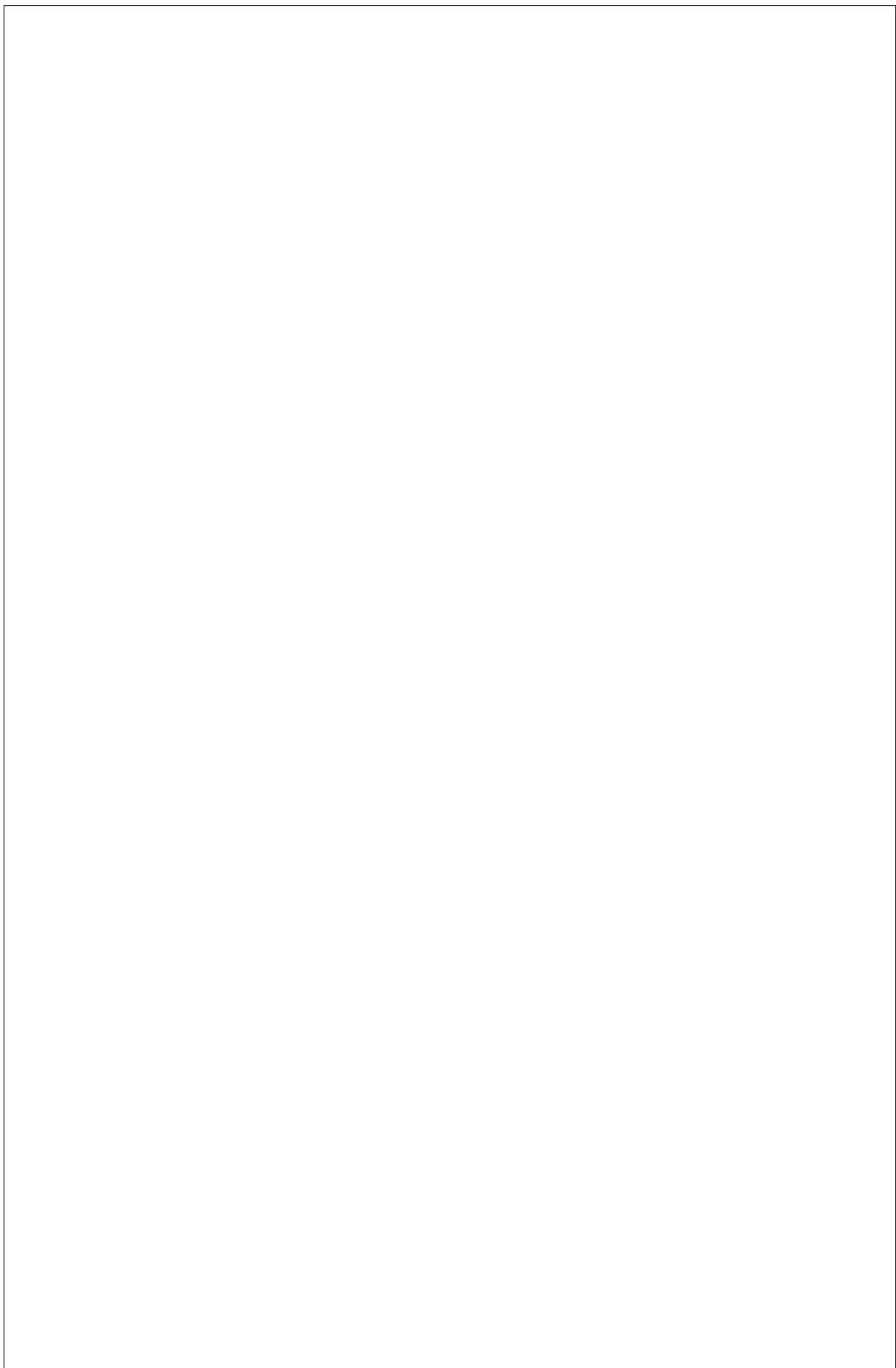
Désignation	Limite de résistance en flexion sur la dent [MPa]	Limite de résistance au contact sur la dent [MPa]	Module d'Young [GPa]
Ac 60	200	400	210
CK 45	200	590	210
37 Cr 4 Amélioré	270	650	210
37 Cr 4 Trempé	310	1280	210
42 Cr Mo 4 Nitruré	430	1220	210

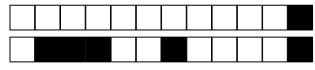
Quel matériau allons-nous utiliser pour la fabrication des roues dentées du premier train épicycloïdal ? Du deuxième train épicycloïdal ? Quel sera dans ces conditions le module des roues dentées ? De quel facteur de sécurité S disposera-t-on alors par rapport à la valeur nominale du couple d'entrée C_E donnée dans l'énoncé ?





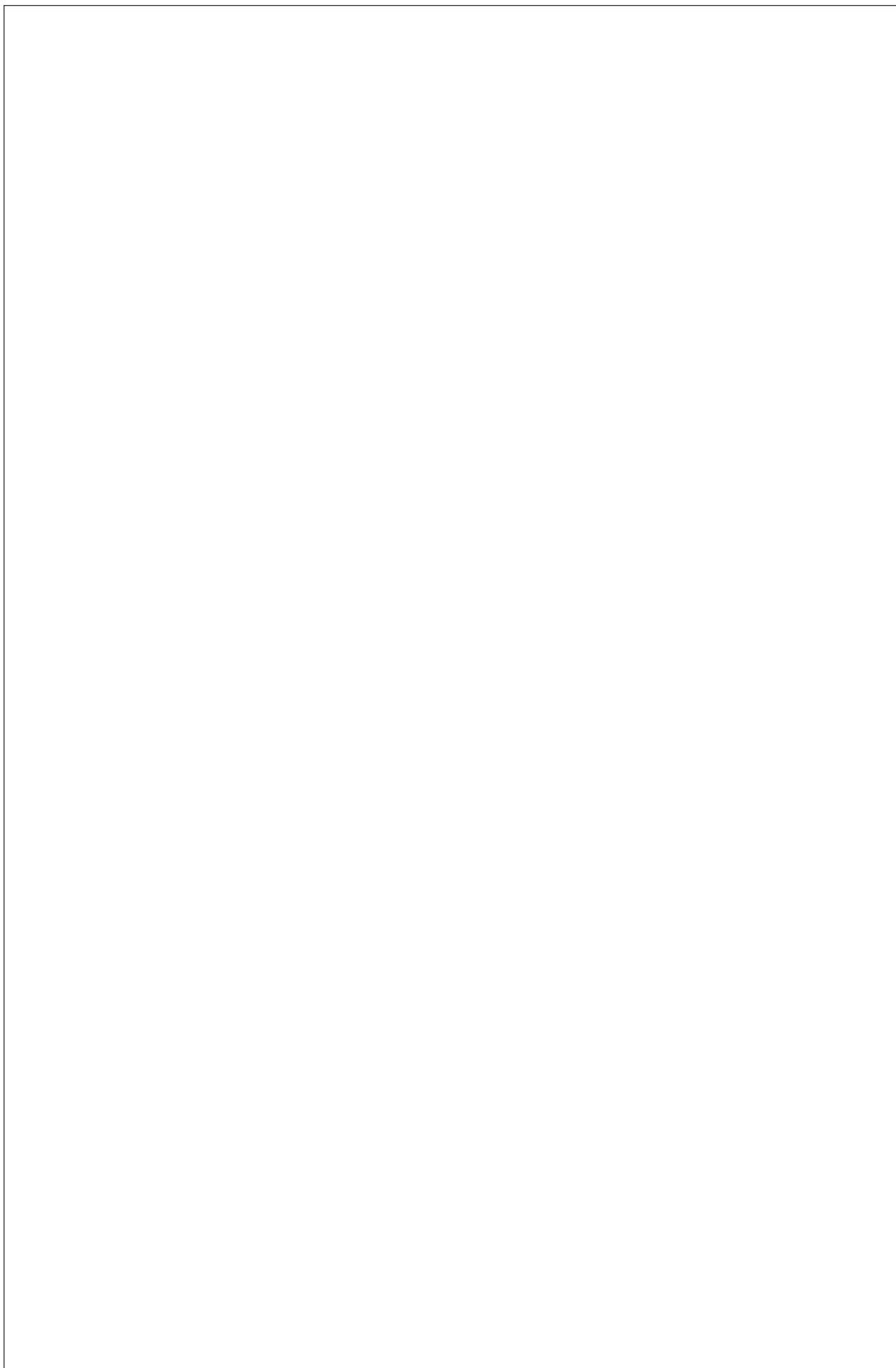


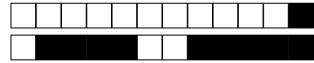






+1/29/32+



**EXERCICE 2 : (8 points)**

<input type="text"/>																
0	.5	1	.5	.5	2	.5	.5	3	.5	.5	4					
.5	5	.5	6	.5	.5	7	.5	8								

Réservé au correcteur

Dans cet exercice nous allons nous focaliser sur l'engrènement entre le pignon (P1) et le satellite (Sat) de l'exercice précédent, tels que décrits dans l'énoncé initial, à savoir $Z_{P1} = 13$ dents et $Z_{Sat} = 26$ dents. Pour résoudre le problème de l'interférence de fonctionnement entre ces deux roues dentées, on se propose ici d'étudier la possibilité d'appliquer un angle d'hélice β aux deux roues dentées, tout en conservant des dentures normalisées et une largeur normalisée de denture $\psi = 10$.

Déterminer l'angle d'hélice minimum β (valeur entière en degrés) permettant de supprimer l'interférence entre les deux roues dentées. En déduire le rapport de conduite d'engrènement que l'on aurait alors entre les deux roues dentées. Quel avantage un tel rapport de conduite offre-t-il en termes de dimensionnement (valeur du module) ?



+1/31/30+

