

Nom :	CONSTRUCTION	TS2 CPI
TP	METHODE DE CHOIX MATERIAUX	2008-2009

1- PRESENTATION

- Objectifs
 - apporter des éléments d'analyse technique d'un objet
 - utiliser sur un cas concret une démarche de sélection optimisée d'un matériau constitutif d'une pièce

- Déroulement

(60') Recherche d'un matériau pour un produit de fitness, la « POWER BALL »

(35 ') Recherche d'un matériau pour un stockeur inertiel

(10') Eléments de correction (disponibles en fin de séance)

- Ressources disponibles (CTRL+clic pour lancer les fichiers en lien hypertexte) :

[Diaporama de présentation de la POWERBALL](#) ; [Diaporama de rappels de cours](#) ; [Maquette numérique 3D](#) (sous visionneuse)

[Eclaté \(PDF\)](#) ; [Plan d'ensemble orthographique \(PDF\)](#) ; [Indices de performance pour composant rigide à poids mini](#)

[Indices de performance pour composant résistant à poids mini](#)

[Fichier tableur pour le suivi du choix de matériau en phase de conception d'une pièce](#)

2- QUESTIONNAIRE POWERBALL

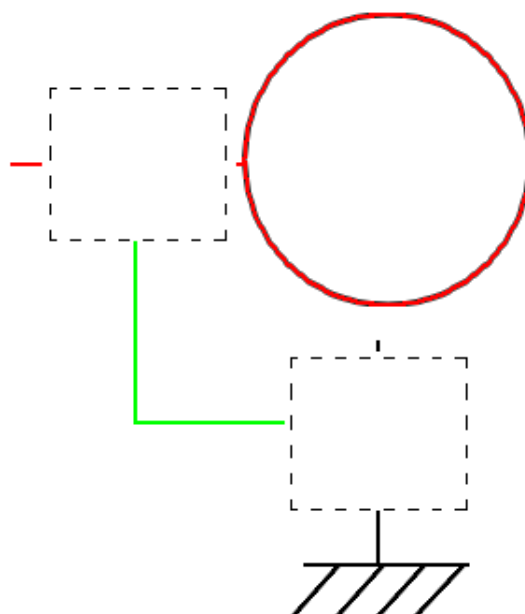
Faire le point sur les ressources disponibles.

- Colorier sur le plan en coupe les différents groupes cinématiques

Votre enseignant vous fournit 2 exemplaires physiques de la POWERBALL (un assemblé, l'autre démonté)

Vous vous entraînez à mettre en marche la POWERBALL (5' maxi).

- Fort de vos observations pratiques, vérifiez le coloriage demandé en question 2-1
- Complétez le schéma cinématique minimal
- La POWERBALL s'appelle aussi POWERBALL « 250 Hertz ». Comment justifier cette appellation ?
- Sous quelle forme d'énergie charge-t-on « la Powerball » ?
- Identifier les familles de matériaux et processus du groupe « Rotor »



Nom :	CONSTRUCTION	TS2 CPI
TP	METHODE DE CHOIX MATERIAUX	2008-2009

On suppose le rotor homogène et correspondant exactement à une sphère.

FORMULAIRE	- moment d'inertie d'une sphère (autour de l'un de ses rayons) :	$\frac{2}{5}.m.r^2$
	- énergie cinétique d'un rotor :	
	$\frac{1}{2}J\omega^2$	
	- volume d'une sphère :	
	$\frac{4}{3}\pi R^3$	

g. Ecrire l'équation donnant directement l'énergie emmagasinée en fonction de r , ρ et ω

h. Calculer les énergies emmagasinées à 15000 tr/mn pour des rotors respectivement en acier et en PP (Polypropylène)

Pour générer les effets les plus intenses et les plus longs possible, il faut maximiser l'énergie « stockable » dans le rotor. Il apparait donc que la masse volumique du matériau employé a une influence. Le rayon de la sphère aussi.

i. Quelle limite donner au rayon de la sphère ?

L'utilisation de la méthode des « indices », méthode objet de ce TP, consiste à rechercher si le problème correspond à l'un des cas d'étude envisagé dans les listes d'indices proposées.

j. [Identifier l'indice de performance adapté](#)

On souhaite vérifier le choix de la masselotte « PLOMBAGE » du rotor.

Les caractéristiques exigées sont : *température d'utilisation mini 0°C, température d'utilisation maxi 50 °C, recyclable*

k. [Renseigner la fiche de « spécifications d'entrée »](#)

l. [A l'aide du logiciel d'aide au choix par logigramme proposer une liste de 3 familles adaptées](#)

3- QUESTIONNAIRE « STOCKAGE D'ELECTRICITE PAR VOLANT D'INERTIE »

Les défis « énergétiques » de l'humanité sont nombreux. Le stockage de l'énergie électrique en est un. De nouvelles technologies de batteries, les nanocondensateurs et les volants d'inertie sont des pistes étudiées.

Concernant les volants d'inertie des solutions existent

<http://www.beaconpower.com/products/EnergyStorageSystems/flywheels.htm>

L'optimisation du rotor suit 2 pistes : un travail sur le profil et sur la tenue mécanique ... [Rotor éclaté.jpg](#).

L'utilisation de la méthode des « indices », méthode objet de ce TP, consiste à rechercher si le problème correspond à l'un des cas d'étude envisagé dans les listes d'indices proposées.

a. Identifier l'indice de performance adapté

b. [A l'aide du logiciel d'aide au choix par logigramme proposer une liste de 3 familles adaptées maximisant cet indice](#)

Nom :	CONSTRUCTION	TS2 CPI
TP	METHODE DE CHOIX MATERIAUX	2008-2009

On pourra confirmer la liste proposée en 3-c par la lecture de l'article extrait de la revue L'Usine Nouvelle n°2999 du 2 mars 2006 (surligner le passage)

LA SEMAINE TECHNOLOGIES

Electrotechnique

L'accumulateur cinétique divise ses pertes par 100

La société Sevil développe un système de stockage d'énergie par volant d'inertie doté d'un palier magnétique sans contact à consommation électrique quasi-nulle.

Michel Saint-M'Leux et Pierre Fessler seraient-ils en quête du mouvement perpétuel ? Toujours est-il que le volant d'inertie que ces deux physiciens développent au sein de Sevil, la société qu'ils ont créée, constitue une belle avancée dans la maîtrise des systèmes électromécaniques à très faible déperdition d'énergie. «D'ici 2008, notre objectif est d'industrialiser une gamme d'accumulateurs électrocinétiques – flywheels en anglais – dont l'autodécharge sera 100 fois moindre que celle des systèmes actuels, note Pierre Fessler. De tels systèmes seront très utiles pour le stockage temporaire de l'énergie (onduleurs, production d'électricité intermittente), en offrant une conservation dans le temps proche de celle des accumulateurs électrochimiques,

la durée de vie (20 ans) en plus !»

Dans un premier temps, les deux associés ont mis au point une technologie de palier magnétique sans contact. «Les paliers magnétiques lévités sont connus depuis cinquante ans, reconnaît Michel Saint-M'Leux. Mais pour faire en sorte que cette lévitation reste stable dans le temps en évitant tout contact entre

LES APPLICATIONS POTENTIELLES

- **Alimentations sans coupure** : onduleurs, groupes électrogènes.
- **Stockage temporaire** : résidences isolées ou installations photovoltaïques.
- **Stockage massif** : «fermes» d'accumulateurs.
- **Amélioration de la qualité du courant** : lissage de tension aux points névralgiques du réseau.

la partie fixe et celle en rotation, il faut user d'artifices qui se révèlent soit inapplicables industriellement (axes diamagnétiques en graphite ou en bismuth), soit très gourmands en énergie (paliers supraconducteurs ou électro-aimants).»

De fait, la flywheel la plus connue du marché est capable de stocker 600 Wh à 60 000 tours par minute, mais au moyen d'un pilotage consommant pas moins de 300 W... Si bien que dans le meilleur des cas, elle s'arrête de tourner au bout de 2 heures. «Pour le même coût, de l'ordre de 40 000 euros, notre volant d'inertie disposera, lui, d'encore 80 % de son énergie cinétique 48 heures après l'arrêt de son alimentation», précise Michel Saint-M'Leux.

Cette performance s'explique par la technique d'autopilotage dudit palier, dépourvu de tout contrôle électronique. Bâti autour de ce palier, qui fait l'objet d'une demande de brevet, l'accumulateur de Sevil est constitué d'un moteur/générateur dont le rotor, du fait de sa masse relativement élevée (2,4 kg pour 130 mm de diamètre) est à la

fois chargé d'accumuler de l'énergie cinétique et de la restituer en cas de besoin. Muni de deux aimants NdFeB en forme de demi-couronnes recouvertes d'une épaisse enveloppe (PVC aujourd'hui, fibres de carbone demain, afin d'atteindre 100 000 tours par minute), ce rotor est actionné par le champ magnétique tournant créé par une bobine statorique alimentée en courant alternatif à fréquence et amplitude variables. En mode générateur, le courant est d'abord redressé puis mis en forme (alternatif ou continu) en fonction du type d'application.

Un rotor vibrant

Hormis la bobine, le stator comprend des aimants permanents, chargés d'assurer la sustentation du rotor, ainsi que des conducteurs additionnels dont le rôle est précisément d'assurer la stabilité de l'ensemble. «Dès que le rotor quitte son point d'équilibre mécanique de quelques micromètres, ces conducteurs subissent une variation du champ magnétique ambiant et sont parcourus par un courant de plusieurs mA. Dans notre système, la force de Laplace ainsi créée ne s'exerce pas sur ces conducteurs, parce qu'ils sont fixes, mais sur le rotor, qui vibre en permanence de façon à se repositionner», résume Michel Saint-M'Leux. Pour plus d'efficacité le dispositif est placé sous vide dans une enceinte scellée. Au final, ce mécanisme auto-entretenu ne consomme que quelques centaines de milliwatts : 100 fois moins, donc, que des électro-aimants. ● JEAN-CHARLES GUÉZEL



PERFORMANCES. Sevil prévoit d'ores et déjà deux types de flywheels (ci-dessus le rotor) : les unes destinées au stockage haute énergie (jusqu'à 10 kWh/l kW), les autres aux applications de puissance (jusqu'à 10 kW/l kWh).