

LE STOCKAGE DE LONGUE DUREE DE L'ENERGIE D'UN VOLANT CINETIQUE

Edgar Vercruysse, Ir. UG.

15 Mars 2017

1 Résumé

L'énergie transmise par une énergie renouvelable intermittente à un volant cinétique permet son stockage pendant une période qui est fonction de sa capacité et de ses équipements périphériques.

La durée de stockage est actuellement de 30 minutes environ et ne dépasse pas 60 minutes.

La présente étude se propose d'étendre cette durée à 24 heures au moins afin de permettre un stockage de longue durée des énergies renouvelables.

Cette avancée permettrait d'assurer une alimentation sans interruption du réseau électrique au moyen des énergies électriques intermittentes.

2 Description détaillée du projet

2.1 La loi de Newton

Dans un système simple de la mécanique newtonienne, soumis uniquement à des *forces conservatives*, la somme des énergies reste inchangée, c'est à dire que *l'énergie finale, E_f , est égale à l'énergie initiale, E_i .*

$$E_f = E_i$$

L'énergie stockée d'un volant cinétique soumis uniquement à des forces conservatives se conserve ainsi indéfiniment. Elle est durable.

Comment réduire les forces *non conservatives* telle que la chaleur de frottement sur les paliers qui conduit à une énergie finale du volant cinétique inférieure à son énergie initiale et à la réduction de son temps de stockage ?

2.2 Les forces non conservatives présentes

La rotation du volant cinétique est freinée par sa traînée due à l'air présent dans son enceinte. Il s'agit d'une force *non conservative*. Elle peut être éliminée par la mise sous vide d'air de l'enceinte.

La rotation du volant cinétique est également freinée par son frottement au contact avec les paliers.

Il s'agit d'une force *non conservative* composée de deux vecteurs. Un vecteur vertical et un vecteur à direction variable.

Le premier est dû à la pesanteur du volant en rotation sur ses paliers.

Le second, à direction variable, est dû à la rotation de la Terre qui modifie l'orientation initiale des paliers alors que le volant souhaite, *sauf exception*, la garder.

Il s'ensuit que l'axe du volant, aligné au départ à l'axe des paliers s'efforce, *sauf exception*, à s'écarter de cet alignement.

Contraint par ses paliers à modifier son orientation le volant s'adapte et freiné par le frottement sur les paliers arrête finalement son mouvement. Il s'agit dans ce cas d'une force *non conservative* dont le vecteur se combine au premier précité et conduit à une perte d'énergie.

La rotation de la Terre ne modifiera toutefois pas l'orientation des paliers s'ils restent orientés en parallèle à l'axe de la Terre. Il s'agit d'un *cas d'exception*.

Le volant cinétique se comporte en fait comme un gyroscope pour lequel Foucault a démontré une révolution journalière complète de l'axe, *sauf exception* toutefois en cas de son orientation en parallèle avec celui de la Terre.

Les contraintes subies par les frottements de l'axe du volant en seront réduites. Posé dans une enceinte, l'axe se trouve jusqu'à présent orienté dans une direction verticale ou horizontale sans soucis de sa mise en parallèle à l'axe de la Terre.

Cette insouciance conduit à des frottements en croissance entre les paliers et l'axe du volant dont la direction s'écarte de plus en plus de son orientation initiale qu'il souhaite garder.

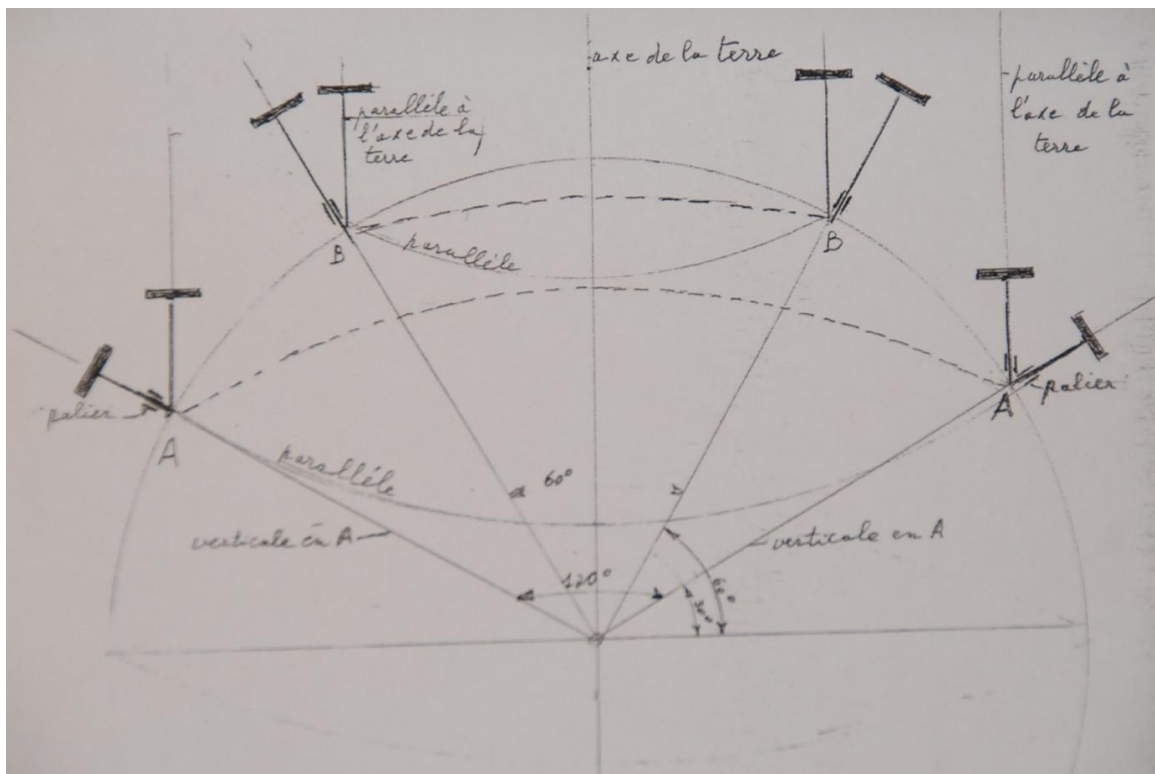
Pour un axe de la Terre correspondant à la direction Nord-Sud, l'axe vertical d'un volant restant à la latitude de 30° Nord serait, selon la figure ci-après, contraint 12 heures après sa mise en service de former un angle-frein de 120° avec son orientation initiale. Cet angle-frein correspond à 180° diminué du double de sa latitude et correspond ainsi à 10° par heure de fonctionnement. Il serait de 5° par heure de fonctionnement pour un axe de volant à 60° de latitude.

Un raisonnement analogue conduit à un résultat similaire pour un volant cinétique à axe vertical dans l'hémisphère Sud ainsi que pour un axe de volant horizontal dans l'hémisphère Nord ou Sud.

Un volant cinétique restant sur une même latitude et dont l'axe est parallèle à celui de la Terre ne connaîtra ainsi aucune contrainte formée par un angle-frein lors de son fonctionnement.

Pour une trajectoire d'un tel volant placé sur un navire *changeant de latitude*, une ou deux rotules montées en bout d'axes du volant permettraient le maintien de son parallélisme avec l'axe de la Terre par la recherche naturelle d'un frottement minimum.

Un volant cinétique dont l'axe est parallèle à celui de la Terre maintient ainsi au mieux son énergie. Les équipements périphériques peuvent encore améliorer cette situation.



2.3 Les équipements périphériques

2.3.1 Enceinte mise sous vide

La rotation du volant est freinée par sa trainée due à l'air présent dans son enceinte. La mise sous vide d'air de l'enceinte permettra l'élimination de ce frein.

2.3.2 Paliers magnétiques

Le contact du volant avec ses paliers freine la rotation du volant. Des paliers magnétiques permettent d'éviter ce contact et ce frottement. Les forces d'attraction ou de répulsion d'aimants permanents permettent selon Magnetic Bearings Organisation [1] la lévitation d'un corps dans sa direction radiale, axiale ou verticale.

Il n'est toutefois pas possible, selon l'auteur, de stabiliser tous les degrés de liberté d'un corps par ces seuls aimants permanents. Trois directions sont à stabiliser pour un volant cinétique sauf en cas d'une orientation initiale stabilisée du volant mis en parallèle avec l'axe de la Terre. Dans ce cas, il en faudrait une de moins. Il apparaît que la proposition de cet auteur suivant sont croquis en page 2 [1] permet d'obtenir cette stabilisation.

2.3.3 Autres forces et autres équipements périphériques

Un volant cinétique est soumis à d'autres forces telles que le mouvement de précession, les forces électromagnétiques, les courants vagabonds, Leur examen sort du cadre de cette étude.

2.4 Conclusion

Il apparaît ainsi qu'un stockage de longue durée d'énergies électriques intermittentes peut se faire par des volants cinétiques dont l'axe est mis en parallèle avec celui de la Terre.

2.5 Applications

Le stockage de longue durée des énergies électriques intermittentes par un volant cinétique est porteur de nombreuses applications.

Comme leur examen sort du cadre de la présente étude, elles n'y sont pas présentées.

[1] www.magneticbearings.org/technology