LA FORCE DE CORIOLIS

I. LES LOIS DE NEWTON……2

II. FORCE DE CORIOLIS : LA VÉRITABLE DÉFINITION…..3

III. FORCE DE CORIOLIS : LE MODE DE CALCUL……...8

1. Effet Coriolis horizontal……8
2. Accélération dite « de Coriolis »…….9
3. Action réciproque……..10
4. Effet Coriolis vertical……11

IV. BIBLIOGRAPHIE…….....13

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *

I. LES LOIS DE NEWTON

Les lois générales du mouvement ont été découvertes et formulées par le mathématicien et physicien anglais Isaac Newton (1642 - 1727).

Ces lois sont universelles et permettent de décrire n'importe quelle forme de mouvement, elles s'énoncent ainsi :

Principe d'inertie

« *Une masse immobile sur laquelle n'agit aucune force, reste parfaitement immobile.* »

« *Une masse en mouvement sur laquelle n'agit aucune force, conserve intégralement sa vitesse.* »

« *Une masse en mouvement sur laquelle n'agit aucune force, décrit une trajectoire parfaitement rectiligne.* »

Le concept de force découle de ce principe.

Concept de force

« *Une force désigne toute cause capable d'agir sur la vitesse ou sur la trajectoire d'une masse.* »

Principe de réciprocité

« *Toute masse soumise à l'action d'une force, répond par une action réciproque d'égale intensité, mais de sens opposé.* »

Comment ces lois s'appliquent-elles pour décrire le mouvement d'une masse, et comment définir le concept de force de Coriolis ?

ASSOCIATION ADILCA www.adilca.com * * *

II. FORCE DE CORIOLIS : LA VÉRITABLE DÉFINITION

Avez-vous déjà essayé de jouer au ‘‘tir au pigeon’’ à l’occasion d’une fête foraine ? Atteindre une cible immobile n’est déjà pas chose facile, alors si la cible est en mouvement…

Imaginez la même chose à l’échelle du globe terrestre, avec par exemple un projectile tiré depuis un hélicoptère en vol stationnaire au-dessus du pôle nord (à travers le cockpit, le pilote pourrait voir la Terre tourner sous ses pieds…), ce projectile visant une cible immobile située à l’équateur…

Problème

Le problème se pose ainsi : observé depuis l’hélicoptère et aussitôt lancé, le projectile adopte une trajectoire rectiligne, conformément au *principe d’inertie* d’Isaac Newton, tandis que la cible, bien qu’immobile, décrit en permanence un mouvement de rotation qui se confond avec celui de la Terre, puisque celle-ci tourne sur elle-même [(1)].

Vu de la Terre cette fois, le projectile paraît dévié de sa trajectoire normale, comme s’il subissait l’action d’une force. C’est cela la force de Coriolis.

De Paris à l’équateur

Quelle serait la trajectoire du projectile si, au lieu d’être lancé depuis un hélicoptère au pôle nord, il était lancé depuis le sol à Paris ?

Si on observe le tir depuis le Soleil, on constate que le projectile adopte une trajectoire rectiligne de cap sud-est, à cause des deux vecteurs vitesse perpendiculaires et de modules constants dont il est muni.

L’un de ces deux vecteurs correspond à la vitesse circonférentielle du lieu où s’est effectué le tir, il est orienté vers l’est, c’est-à-dire dans le sens de rotation de la Terre ; l’autre correspond à la vitesse du projectile proprement dite, il est orienté vers le sud, c’est-à-dire en direction de la cible située à l’équateur.

Ceci n’aurait aucune incidence sur la précision du tir si le projectile et la cible avaient des vitesses circonférentielles rigoureusement égales, or ce n’est précisément pas le cas. Au contraire même, puisque cette différence s’accroît au fur et à mesure que le projectile se rapproche de sa cible.

En effet, la Terre ayant une forme sphérique et tournant sur elle-même, tout point de la surface du globe est animé d’une vitesse circonférentielle proportionnelle à la distance le séparant de l’axe de rotation de la Terre, autrement dit : inversement proportionnelle à sa latitude.

Cette vitesse, évidemment nulle aux pôles (latitude 90°), atteint 300 $m.s^{-1}$ à Paris (49° de latitude nord) et 464 $m.s^{-1}$ à l'équateur (latitude 0). De Paris à l'équateur, tout se passe donc comme si la cible se dérobait devant le projectile.

Vu de la Terre cette fois et comme dans l'exemple précédent, le projectile paraît dévié de sa trajectoire normale, comme s'il subissait l'action d'une force. C'est cela la force de Coriolis.

L'autre ''effet Coriolis''

Le phénomène Coriolis affecte non seulement la trajectoire des projectiles, mais également celle des objets qui tombent en chute libre à la surface de la Terre.

Ce phénomène, appelé ''*effet Coriolis vertical*'' pour le distinguer de l'''*effet Coriolis horizontal*'' décrit plus haut, est inexistant pour un objet lâché à la verticale d'un pôle, dans l'axe de rotation de la Terre. En revanche, il est maximal à l'équateur. Entre le pôle et l'équateur, il dépend de la latitude du lieu et de la hauteur de chute.

Pour comprendre ce phénomène, imaginons de lâcher une bille du sommet de la tour Eiffel à Paris (320 mètres de hauteur). On néglige la résistance de l'air et les turbulences. Autrement dit, on raisonne comme si la bille tombait dans un vide parfait.

Une fois lâchée, la bille tombe à la verticale, mais en direction d'un point qui semble se dérober au fil de la chute. En effet, en raison de la sphéricité de la Terre et de son mouvement de rotation, la vitesse circonférentielle du pied de la tour Eiffel est inférieure à celle de son sommet, d'environ 0,015 $m.s^{-1}$ [(2)].

Pour l'observateur lié à la Terre, la bille donne l'illusion d'une trajectoire qui s'incurve au fil de la chute, comme si elle subissait l'action d'une force transversale : elle atteint le sol, non pas exactement à la verticale du point où on l'a lâchée, mais légèrement à côté. Étant donné le sens de rotation de la Terre, cette déviation est orientée vers l'est.

Ce phénomène a été interprété comme étant une manifestation de la force de Coriolis. En réalité, la bille ne subit aucune force, elle est simplement livrée à elle-même.

Un effet négligeable

Une série de calculs montre qu'une masse quelconque lâchée du haut de la tour Eiffel à Paris (49° de latitude nord, 320 mètres de hauteur, 8 secondes de chute) n'est déviée par l'effet Coriolis vertical que de moins d'une dizaine de centimètres lorsqu'elle arrive au sol (on néglige la résistance de l'air et les turbulences).

En résumé : l'effet Coriolis, qu'il soit horizontal ou vertical, est négligeable sur une faible distance ou sur une courte durée.

Quelques idées reçues sur l'effet Coriolis

Les marées sont des oscillations permanentes des masses liquides dues à l'attraction de la Lune et du Soleil. Néanmoins, ces phénomènes ne sont perceptibles qu'à grande échelle et sur d'immenses étendues, il est donc impossible d'en observer les effets sur les rives d'un lac, et encore moins au bord d'une piscine.

De même, l'effet Coriolis est bien trop faible pour jouer un rôle quelconque dans l'écoulement de l'eau d'une baignoire ou d'un lavabo : il faudrait un immense lac rond de plusieurs kilomètres carrés de surface, muni d'une bonde centrale en forme d'entonnoir, pour qu'il se manifeste de manière sensible.

Concernant le mouvement des automobiles, l'intensité de l'effet Coriolis est sans commune mesure avec les divers paramètres qui influencent la trajectoire des véhicules terrestres (équilibre mécanique, tracé de la route, dévers, vent traversier…).

Et même si l'on considère les voitures de rallies qui décollent du sol au passage des bosses, leurs sauts sont d'une portée trop courte et d'une durée trop brève pour être perturbés par l'effet Coriolis.

En résumé : l'effet Coriolis n'affecte pas le mouvement des automobiles.

Qui était Coriolis ?

Gaspard Coriolis (1792 - 1843) était un ingénieur militaire français.

Son œuvre majeure a consisté à régler les problèmes d'artillerie et de balistique qui, au début du XIXe siècle, devenaient plus ardus avec les progrès des tirs à longue distance (plusieurs dizaines de kilomètres).

Ces problèmes ne se posaient pas à l'époque de Newton, 150 ans plus tôt et ne se posent plus aujourd'hui avec les bombes téléguidées.

Force ou effet ?

La trajectoire du projectile ou celle de l'objet qui tombe en chute libre n'est pas due à une force, elle ne s'explique que par la sphéricité du globe terrestre, combinée à son mouvement de rotation [(3)].

Autrement dit, pour un observateur lié à la Terre, l'*effet Coriolis*, qu'il soit horizontal ou vertical, se résume à une simple illusion perceptive.

En résumé : il n'y aurait pas d'effet Coriolis si la Terre cessait de tourner sur elle-même [(4)].

Une question de référentiel

La théorie des référentiels s'applique ainsi au problème de la trajectoire d'un projectile lancé depuis la Terre :

- Ici, le référentiel absolu est le Soleil (référentiel également appelé *inertiel* ou *galiléen*, du nom de Galileo Galilei, le premier qui souleva le problème du référentiel dans la description d'un mouvement), référentiel à partir duquel on peut observer à la fois le mouvement de rotation de la Terre et la trajectoire réelle du projectile.

- Ici, le référentiel relatif est la Terre (référentiel également appelé *non inertiel* ou *non galiléen*), référentiel à partir duquel on observe uniquement la trajectoire du projectile, comme si la Terre avait cessé de tourner sur elle-même [(5)].

Dans le référentiel héliocentrique, la force de Coriolis n'existe pas. La force de Coriolis apparaît uniquement si on raisonne à partir d'un référentiel relatif (le plus souvent : la Terre), ce qui interdit alors toute description du mouvement de rotation de ce référentiel, les deux descriptions ne pouvant, ni se compléter, ni se superposer.

Force de Coriolis : la véritable définition !

Ce qui précède nous amène à cette définition originale et inédite de la force dite « de Coriolis » :

« On appelle force de Coriolis la force transversale qu'il faudrait exercer sur le centre de gravité d'un projectile quelconque, ou sur celui d'une masse tombant en chute libre, si la Terre cessait de tourner sur elle-même, ceci afin d'obtenir une déviation de trajectoire identique à celle qu'il (elle) donne l'illusion de décrire lorsqu'on l'observe depuis la Terre. »

Soulignons le caractère hypothétique de cette force, découlant de l'emploi du conditionnel (''*la force qu'il faudrait exercer…*") et les deux restrictions de validité propres à cette définition :

1. La Terre devrait cesser de tourner sur elle-même.

2. Il n'y a pas d'interaction autre que gravitationnelle sur quelque centre de gravité que ce soit.

En résumé : la force dite « de Coriolis » appartient à la catégorie des forces d'inertie, également appelées forces fictives, forces imaginaires, forces apparentes ou pseudo-forces, catégorie à laquelle appartiennent également la force d'inertie et la force centrifuge (voir dossiers ADILCA ''*force d'inertie*'' et ''*force centrifuge*'').

Rappelons les caractéristiques des forces d'inertie : elles supposent la suppression du mouvement (le système est décrit comme s'il était inerte), elles s'exercent sur le centre

de gravité (les forces réelles : jamais), elles ne résultent pas d'une interaction (il n'y a pas de cause). Pour toutes ces raisons, le principe de réciprocité leur est inapplicable [6].

Conclusion

Au même titre que la force d'inertie et la force centrifuge, la force dite « de Coriolis » est une force imaginaire. Autrement dit, cette force n'existe pas.

Le phénomène auquel Gaspard Coriolis a donné son nom est improprement associé au concept de force, il se résume en réalité à une banale illusion perceptive.

(1) *Dans cet exemple, on négligera la courbure du globe terrestre, la résistance de l'air et la gravitation. Autrement dit, on raisonnera comme si la Terre était plate, dépourvue d'atmosphère, et comme si le projectile se déplaçait dans un plan horizontal.*

(2) *Cette différence atteindrait 0,023 m.s^{-1} si la tour Eiffel était située en zone équatoriale. Elle est due au fait que le pied de la tour Eiffel étant plus proche de l'axe de rotation de la Terre que son sommet, il parcourt une distance plus courte dans le même laps de temps. Une différence négligeable pour toute construction jusqu'à une centaine de mètres de hauteur.*

(3) *Gaspard Coriolis lui-même n'emploie jamais le terme de force pour désigner le phénomène, mais propose une méthode pour calculer la déviation d'un projectile qui en résulte, sans s'attarder sur la théorie. Et pour cause : le concept de force suppose une interaction, c'est-à-dire une cause et un point d'application, deux conditions que ne remplit pas la force dite « de Coriolis ». À défaut, celle-ci est supposée s'exercer sur le centre de gravité de la masse en question, à condition de raisonner dans le cadre d'une projection imaginaire faisant fi de la rotation de la Terre.*

(4) *Plus exactement, il n'y aurait pas d'effet Coriolis horizontal sur une planète en rotation ayant la forme d'un cylindre, pas plus que d'effet Coriolis vertical si sa forme était celle d'un disque plat. Simple projection imaginaire, car toutes les planètes ont une forme sphérique et tournent sur elles-mêmes, leurs satellites également, c'est la "rotation sidérale" qui se caractérise par une période (Terre : 23 h 56 min ; Lune : environ 27 jours terrestres).*

(5) *Un référentiel est un système de repères lié à un objet quelconque, destiné à mesurer les caractéristiques d'un mouvement. Par conséquent, tout référentiel doit être considéré comme strictement immobile même si, en réalité, il ne l'est pas. Ici, le système de repères est lié au globe terrestre et, bien que la Terre tourne, on raisonne comme si elle était immobile. Ajoutons que le statut d'un référentiel n'a rien d'immuable : il dépend de l'objet de l'étude. Ainsi par exemple, pour décrire le mouvement des véhicules terrestres, le référentiel « Terre » redevient parfaitement galiléen, précisément si on néglige l'effet Coriolis.*

(6) *Le principe de réciprocité, ou principe d'action-réaction, est le 3ème principe de Newton. Ce principe introduit le concept de force comme étant le résultat de l'interaction entre deux masses : la plus faible se soumet à la plus forte et ne peut « répondre » que par une action réciproque, certes égale et de sens opposé, mais dont les conséquences sont moindres, en raison du rapport des masses en interaction.*

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *

III. FORCE DE CORIOLIS : LE MODE DE CALCUL

1. Effet Coriolis horizontal

Calculons l'intensité de l'effet Coriolis horizontal qui s'exerce sur une voiture de masse 1 500 kg circulant dans les environs de Paris (49° de latitude nord) à la vitesse de 108 km.h^{-1} (30 m.s^{-1}) sur une route de cap sud-nord, ou nord-sud [1] :

$$F = 2\ M\ .\ V\ .\ \omega\ .\ \text{sinus}\ \theta$$

F : effet Coriolis horizontal (exprimé en **N**)
M : masse de la voiture (exprimée en **kg**)
V : vitesse de la voiture (exprimée en **m.s^{-1}**)
ω : vitesse de rotation du référentiel (Terre : ω = 7,27 x 10^{-5} **rad.s^{-1}**)
θ : latitude du lieu considéré (Paris : 49° de latitude nord ; sinus 49° = 0,75)

cohérence des unités [2] : **F** = kg . m.s^{-1} . s^{-1} = kg.m.s^{-2} = **N**

F = 2 x 1 500 x 30 x 7,27 x 10^{-5} x 0,75 = 5 **N**

Comment interpréter ce résultat ? En automobile, un effet aussi faible ne peut se manifester que si les conditions suivantes sont réunies :

- La chaussée, parfaitement horizontale et sans dévers, décrit un tracé parfaitement rectiligne (orienté sud-nord, ou nord-sud).

- Il n'y a pas le moindre vent traversier.

- La carrosserie de la voiture est en parfait état, dépourvue d'accessoires, et les vitres sont complètement fermées.

- Les trains avant et arrière de la voiture ne souffrent d'aucun défaut de parallélisme, ni d'aucun défaut d'alignement.

- Les quatre pneumatiques de la voiture ont le même degré d'usure, la même pression intérieure, et supportent une charge rigoureusement identique.

Des conditions évidemment impossibles à réunir !

Mais si tel était le cas, l'effet Coriolis horizontal se manifestant par une déviation de trajectoire, la voiture donnerait l'impression de "*tirer à droite*" dans l'hémisphère nord, de "*tirer à gauche*" dans l'hémisphère sud.

Attention ! Il s'agit d'un effet et non d'une force. Autrement dit, la voiture ne serait soumise à aucune accélération transversale. Le conducteur ne ressentirait donc rien de

particulier, si ce n'est une impression visuelle : il constaterait simplement que, livrée à elle-même, la voiture s'écarte progressivement de la trajectoire idéale.

La force dite « de Coriolis » correspond donc à l'intensité de la *force de guidage* (voir dossier ADILCA ''*force de guidage*'') que devrait solliciter le conducteur pour maintenir la voiture dans l'axe de la route, si cet effet était perceptible [(3)].

Indépendant de la longitude, l'effet Coriolis horizontal est proportionnel à la latitude : toutes conditions égales par ailleurs (masse, vitesse, trajectoire), il serait de **4 N** si la voiture circulait dans les environs d'Athènes ou de Lisbonne (38° de latitude nord), et de **6 N** dans les environs d'Helsinki ou d'Oslo (60° de latitude nord).

Pour apprécier l'ordre de grandeur du phénomène Coriolis, calculons l'intensité de la *force de guidage* que devrait solliciter le conducteur d'une voiture de masse 1 500 kg souhaitant faire un tour complet du boulevard périphérique de Paris (35 km) à la vitesse de 70 km.h^{-1} (20 m.s^{-1}), en supposant que ce boulevard soit constitué d'une chaussée horizontale, sans dévers, au tracé parfaitement circulaire :

$$\mathbf{F = M \,.\, V^2 / R = M \,.\, V^2 / [C / (2\,\pi)]}$$

F : force de guidage (exprimée en **N**)
M : masse de la voiture (exprimée en kg)
V : vitesse de la voiture (exprimée en **m.s^{-1}**)
R : rayon de trajectoire (exprimé en **m**)
C : circonférence du boulevard périphérique de Paris (exprimée en **m**)

cohérence des unités [(2)] : **F** = kg . (m.s^{-1})^2 . m^{-1} = kg . m^{+2}.s^{-2} . m^{-1} = kg.m.s^{-2} = **N**

F = 1 500 x 20^2 / (35 000 / 6,28) = 600 000 / 5 600 = 110 **N**

Une force dont personne n'a conscience, mais dont l'intensité est pourtant plus de 20 fois supérieure à celle de l'effet Coriolis calculé précédemment !

2. Accélération dite « de Coriolis »

Ainsi que nous venons de l'écrire, la force dite « de Coriolis » n'engendre pas d'accélération transversale puisqu'il s'agit d'une force imaginaire. Mais alors, qu'appelle-t-on *accélération de Coriolis* ?

La voiture ''tirant d'un côté'', l'accélération dite « de Coriolis » est *l'accélération transversale* qu'elle doit subir pour annuler cet effet, si le conducteur souhaite rester dans l'axe de la route et conserver son cap initial.

Cette accélération est alors générée par la *force de guidage*, elle-même induite par le pivotement des roues directrices, à l'initiative du conducteur (voir dossier ADILCA ''*force de guidage*'').

Calculons l'accélération dite « de Coriolis », autrement dit l'accélération transversale que doit subir une voiture circulant dans les environs de Paris (49° de latitude nord) à la vitesse de 108 km.h^{-1} (30 m.s^{-1}) sur une route de cap sud-nord, ou nord-sud, si le conducteur souhaite rester dans l'axe de la route [4] :

$$Y = 2\ V\ .\ \omega\ .\ \text{sinus}\ \theta$$

Y : accélération transversale (exprimée en **m.s^{-2}**)
V : vitesse de la voiture (exprimée en **m.s^{-1}**)
ω : vitesse de rotation du référentiel (Terre : ω = 7,27 x 10^{-5} **rad.s^{-1}**)
θ : latitude du lieu considéré (Paris : 49° de latitude nord ; sinus 49° = 0,75)

cohérence des unités [2] : **Y** = m.s^{-1} . s^{-1} = **m.s^{-2}**

Y = 2 x 30 x 7,27 x 10^{-5} x 0,75 = 0,003 3 **m.s^{-2}**

Notons que cette accélération est environ deux fois plus faible que l'attraction exercée par le Soleil (0,006 m.s^{-2}), et environ trois mille fois plus faible que celle exercée par la Terre (9,8 m.s^{-2}) [5].

3. Action réciproque

Le principe de réciprocité, ou principe d'action-réaction, énonce ceci :

« Toute masse soumise à l'action d'une force, répond par une action réciproque d'égale intensité, mais de sens opposé »

La force dite « de Coriolis » étant une force imaginaire, elle échappe au principe de réciprocité : pas de force réelle, pas d'action réciproque.

Dans la situation qui nous occupe, ce principe n'est donc applicable que si, et seulement si, le conducteur sollicite la *force de guidage* afin de contrer l'effet Coriolis horizontal décrit plus haut (voir dossier ADILCA ''*force de guidage*'').

Dans ce cas, et dans ce cas seulement, le principe de réciprocité s'applique, mais il s'applique évidemment à la force de guidage, force réelle, et certainement pas à la force dite « de Coriolis », force imaginaire.

La force de guidage s'exerçant à la périphérie des pneumatiques au contact du sol, l'action réciproque en question est celle que la masse de la voiture exerce sur la Terre par le biais des pneumatiques.

Comme précisé par Isaac Newton, l'action réciproque est de même intensité que la force de guidage, mais de sens opposé. Elle est donc très facile à calculer, à partir de la relation suivante :

$$A = -F$$

A : action réciproque, exprimée en **N**
F : force de guidage, exprimée en **N**

(le signe [–] précise l'orientation spatiale de cette action)

Calculons l'action réciproque que la voiture exerce sur le globe terrestre par le biais des pneumatiques lorsque le conducteur sollicite une force de guidage de 5 N (comme calculé plus haut) :

$$\mathbf{A} = -5\ \mathbf{N}$$

À l'évidence, cette action réciproque est d'une intensité très faible, d'autant plus qu'elle s'exerce sur une masse énorme, celle de la Terre. Ce qui revient à dire qu'elle est insuffisante pour perturber le mouvement de rotation du globe terrestre.

En effet, le principe de réciprocité peut être vu comme un rapport de force (si l'on ose dire) entre deux masses : celle de la voiture (1 500 kg) et celle de la Terre (6×10^{24} kg). Un rapport en faveur de la Terre, au détriment de la voiture.

4. Effet Coriolis vertical

Calculons la déviation de trajectoire causée par l'effet Coriolis vertical sur une bille tombant en chute libre du haut de la tour Eiffel à Paris :

$$D = 2/3\ \omega\ .\ \text{cosinus}\ \theta\ .\ (2h^3 / g)^{1/2}$$

D : déviation de trajectoire due à l'effet Coriolis vertical (exprimée en **m**)
ω : vitesse de rotation du référentiel (Terre : $\omega = 7{,}27 \times 10^{-5}$ **rad.s^{-1}**)
θ : latitude du lieu considéré (Paris : 49° de latitude nord ; cosinus 49° = 0,66)
h : hauteur de chute (tour Eiffel : 320 **m**)
g : accélération gravitationnelle au lieu considéré (Paris : **g** = 9,8 **m.s^{-2}**)

cohérence des unités [(2)] : $\mathbf{D} = s^{-1}\ .\ (m^{+3}\ .\ m^{-1}.s^{+2})^{1/2} = s^{-1}\ .\ (m^{+2}.s^{+2})^{1/2} = s^{-1}\ .\ (m^{+1}.s^{+1}) = \mathbf{m}$

$$D = 2/3 \times 7{,}27 \times 10^{-5} \times 0{,}66 \times (2 \times 320^3 / 9{,}8)^{1/2}$$

$$D = 2/3 \times 7{,}27 \times 10^{-5} \times 0{,}66 \times 2^{1/2} \times 320^{3/2} / 9{,}8^{1/2}$$

$$D = 2/3 \times 7{,}27 \times 10^{-5} \times 0{,}66 \times 1{,}4 \times 5\ 700 / 3{,}13$$

$$\mathbf{D} = 8\ 075 \times 10^{-5} = 0{,}08\ \mathbf{m}$$

Comment interpréter un tel résultat ? La déviation de trajectoire attribuée à l'effet Coriolis vertical ne peut se manifester que si les conditions suivantes sont réunies :

- La bille, en acier ou en plomb, de faible section, a une masse parfaitement homogène et une surface extérieure parfaitement lisse.

- La bille, au cours de sa chute, glisse dans une colonne d'air parfaitement stable, sans générer la moindre turbulence aérodynamique.

- Il n'y a pas le moindre vent traversier…

Des conditions évidemment impossibles à réunir !

Dès lors, il semble illusoire de vouloir mettre en évidence l'effet Coriolis vertical à l'aide d'expérimentations concrètes.

(1) *L'effet Coriolis horizontal se manifeste toujours du même côté, quel que soit le sens de circulation de la voiture, il ne s'inverse qu'au changement d'hémisphère.*

(2) *Les mesures d'angles, les rapports trigonométriques, les coefficients, etc. sont des grandeurs sans dimension qui n'affectent pas les unités avec lesquelles elles se combinent.*

(3) *La force de guidage étant destinée à compenser l'effet Coriolis horizontal, le conducteur devrait donc braquer le volant du côté opposé, autrement dit vers la gauche dans l'hémisphère nord, vers la droite dans l'hémisphère sud…*

(4) *Si la masse de la voiture et l'intensité de l'effet Coriolis horizontal sont connus, il est facile de calculer cette accélération grâce au principe fondamental de la dynamique énoncé par Isaac Newton :* [**Y = F / M**] *où* **F** *est l'effet Coriolis* (exprimé en **N**) et **M** la masse de voiture (exprimée en **kg**).

(5) *Dans l'hémisphère nord, l'effet Coriolis horizontal et l'attraction solaire se combinent quand la voiture fait route cap plein nord au lever du soleil, ou quand la voiture fait route cap plein sud au coucher du soleil. Et inversement dans l'hémisphère sud. L'attraction de la Lune, environ 200 fois plus faible que celle du Soleil, est évidemment négligeable.*

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

*** * ***

IV. BIBLIOGRAPHIE

- ASSOCIATION ADILCA : *Les Lois Physiques de l'Automobile* (dossiers thématiques), Paris 2010.

- CORIOLIS (Gaspard) : *Mémoire sur les équations du mouvement relatif des systèmes de corps*, Journal de l'École Royale Polytechnique, 24ème cahier, 1835.

- LE TONNELIER DE BRETEUIL, marquise du Chastellet (Gabrielle Émilie) : *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* (traduction française de l'œuvre d'Isaac Newton), Paris 1759.

- NEWTON (Isaac) : *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Londres 1687.

ASSOCIATION ADILCA

www.adilca.com

* * *