



A PROPOS DU COMPAS

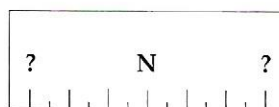


Figure 1

Etes-vous sûr de bien savoir utiliser le compas ? Depuis que, il n'y a pas si longtemps, les avions-école des clubs se sont équipés de moteurs permettant la génération électrique et l'adjonction d'une pompe à vide, leur tableau de bord s'est enrichi d'instruments gyroscopiques avec l'indicateur de virage (électrique) et l'ensemble horizon artificiel et gyro-directionnel (à dépression).

Malgré la résistance des instructeurs pour conserver les bases des méthodes traditionnelles, les élèves, sans masochisme, sont allés fort naturellement à la facilité et la précision données par ces instruments. L'école s'est donc modifiée et l'utilisation du compas s'est réduite au calage du gyro-directionnel (conservateur de cap) et à son recalage pour corriger la précession.

Mais si les multimoteurs sont équipés d'autant de sources d'alimentation qu'il y a de moteurs, si les monomoteurs de voyage modernes sont pourvus d'un alternateur et d'une pompe à vide de secours, ce n'est pas le cas pour les avions de club. Et la défaillance de la pompe à vide, dont la durée de vie est limitée, entraînera, non seulement la perte des références instrumentales mais, de plus, par les fausses informations qu'ils donnent alors, une perturbation du pilotage si la précaution de les occulter n'est pas prise (avec une feuille de papier auto-adhésif utile dans la trousse de navigation).

Le compas, lui, ne tombe pas en panne et restera, dans ce cas, votre seul moyen d'orientation. Mais connaissez-vous assez bien cet instrument pour composer avec ses inconvénients ? Vous allez pouvoir le contrôler tout de suite en essayant de répondre aux questions ci-après :

- 1) Complétez la figure 1 en remplaçant les points d'interrogation par les chiffres inscrits sur le compas.
- 2) Indiquez dans la spirale qui entoure la rose des vents, les caps compas successifs lors d'un virage de 360 degrés, à gauche sur la figure 2A et à droite sur la figure 2B, effectué à inclinaison moyenne, disons 20 degrés.
- 3) Peut-être préférez-vous que je pose cette deuxième question autrement : à quels caps compas indiqués faut-il sortir de virage pour être aligné aux directions Nord et Sud, en virage à gauche et en virage à droite ? (abstraction faite de la variation de cap pendant la sortie de virage).

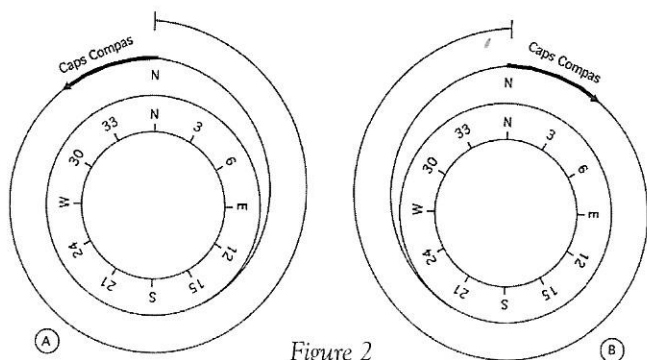


Figure 2

Ne regardez pas la page suivante sans répondre au moins à la première question mais, attention, réfléchissez bien auparavant. Si vous ne pouvez pas répondre avec précision aux deux autres questions mais que vous êtes en mesure d'indiquer la tendance ou un ordre de grandeur, cela est déjà très bien. Cela signifie en effet que le sens de correction est connu, comme une dérive qu'il est plus important de corriger dans le bon sens avec peu de précision plutôt que de faire l'inverse.

Avant de vous mettre sur la voie, il n'est peut-être pas inutile de lever une confusion souvent faite entre boussole et compas. La première est composée d'une aiguille aimantée pivotant au-dessus d'une rose des vents. Dans le second, la rose des vents est solidaire de l'aiguille aimantée et, dans les changements de cap, c'est l'avion qui tourne autour de l'instrument, contrairement à l'impression visuelle.

Le Nord de l'aiguille étant aligné au Nord magnétique, l'inscription correspondante est placée sur le Sud de l'aiguille pour en permettre la lecture par le pilote (figure 3). La totalité des caps est donc inversée par rapport à la rose des vents ou par rapport au gyro-directionnel dont le mouvement est redressé par un engre-

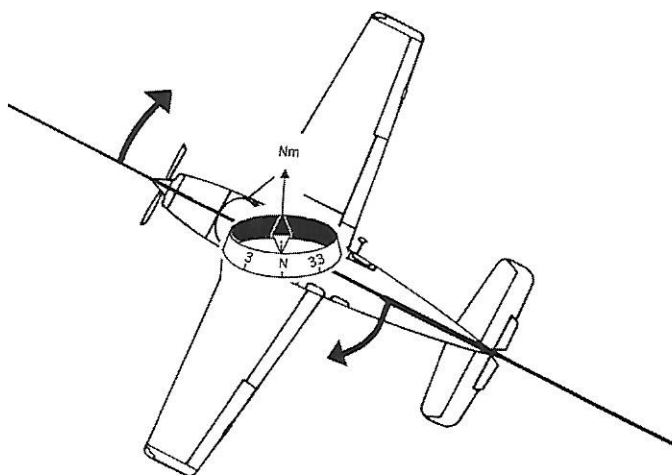


Figure 3

nage. Tout cela vous paraît peut-être évident. Ce qui l'est moins, c'est qu'habitué à visualiser le cap à prendre sur le gyro-directionnel, vous risquez de faire la même chose avec le compas et virer du mauvais côté si vous ne prenez pas la précaution de penser au sens de la variation des caps, c'est à dire augmentation vers la droite, diminution vers la gauche. Par dessus le marché, le compas ne répondant pas à vos besoins avec la même docilité que le gyro-directionnel, l'erreur ne sera pas décelée immédiatement.

La cause des erreurs

Les erreurs proviennent de l'inclinaison du champ magnétique terrestre, avec sa convergence aux pôles Nord et Sud. Plus ou moins parallèle au globe terrestre aux environs de l'équateur, il s'incline de plus en plus pour être quasiment vertical aux pôles (figure 4A). L'aiguille aimantée, en l'absence de système compensateur, suivrait l'inclinaison du champ magnétique ($IM = 64$ degrés à Paris) et l'horizontalité nécessaire à son fonctionnement ne serait pas obtenue hors de l'équateur.

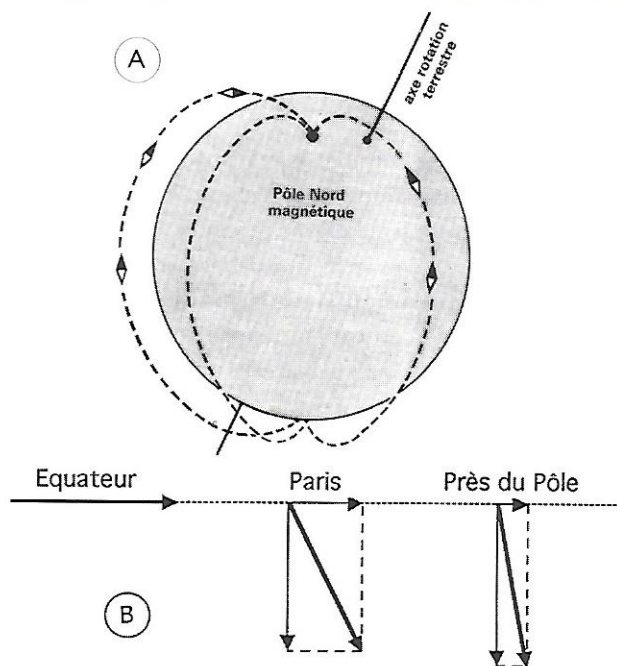


Figure 4

C'est la poussée d'Archimède qui est utilisée pour la maintenir. L'équipage mobile, ensemble aiguille aimantée/rose des caps, est plongé dans un liquide incongelable, en l'occurrence du kérosène blanc qui offre l'avantage de lubrifier le pivot sur lequel l'équipage est posé et amortit les oscillations sans s'opposer à son fonctionnement. Comme les autres forces, celle du champ magnétique peut être décomposée en ses composantes horizontale et verticale (figure 4B). Le peu de fiabilité du compas aux environs des pôles magnétiques est ainsi expliquée par la faible intensité de la composante horizontale, directrice de l'aiguille. Aussi longtemps que l'équipage compas est horizontal, ces deux composantes et l'axe de rotation sont situés dans le même plan et son fonctionnement n'est pas perturbé. En revanche, suivant l'inclinaison et la position de l'aiguille, c'est à dire le cap, la composante verticale sera dans un plan différent et l'aiguille aimantée sera soumise à des forces de direction différente dont l'intensité varie avec la latitude et l'inclinaison.

Il est temps maintenant de demander d'ôter de votre mémoire le système de compensation par "balourd" si abondamment décrit et ancré dans les esprits. Tout juste bon aujourd'hui pour les boussoles données en cadeau dans les paquets de lessive, ils sont impropres à la navigation aérienne puisque, en particulier, la masse de ce lest ne peut convenir qu'à une latitude donnée en fonction de l'intensité de la composante verticale, que sa fixation doit être inversée d'un hémisphère à l'autre (sud de l'aiguille dans l'hémisphère nord, et inversement).

Revenons donc au système que vous pouvez bien voir lorsque vous êtes aux commandes de votre avion. Les erreurs vont apparaître lorsque l'horizontalité naturelle du liquide, et par conséquent de l'équipage mobile, est rompue, c'est à dire au cours des accélérations : celle que vous provoquez, centrifuge avec le virage, longitudinale avec le décollage ou l'atterrissage, ou celles que vous subissez avec les rafales.

Attention, notez bien que les explications qui suivent sont relatives aux phénomènes apparaissant dans l'hémisphère Nord. Tout est inversé dans l'hémisphère Sud (comme la loi de Buys Ballot, ...etc).

Le virage

Comme la bille, le liquide et avec lui l'équipage suivent la direction du poids apparent et se mettent parallèles au plan des ailes. Aux caps Nord et Sud, la composante verticale n'est pas dans le même plan que la composante horizontale et entraîne la rotation du Nord de l'aiguille vers le bas (figure 5A et 5C). Aux caps Est et Ouest, les deux composantes sont dans le même plan comme l'indique la figure conventionnelle 5B et

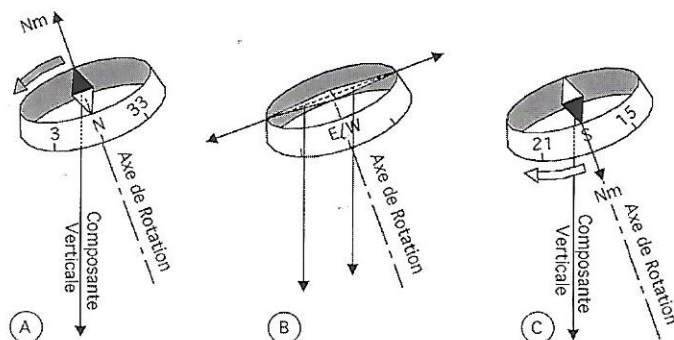


Figure 5

le compas reste juste sauf toutefois lorsque l'inclinaison de l'avion dépasse celle de l'angle complémentaire à celui du champ magnétique, soit $90 - 64 = 26^\circ$ à Paris.

Voyons le comportement du compas dans un 360° (figures 5 et 6), sachant qu'il est le même quel que soit son sens. Au Nord, il tourne dans le même sens que l'avion (figure 5A), il est donc en retard sur celui-ci (figures 6A et 6B) pouvant aller, suivant l'inclinaison, à une indication de virage en sens inverse. Puis il rattrape son retard pour être juste aux caps Ouest et Est (figures 6A et 6B), mais en se rapprochant du Sud, il continue plus vite que l'avion puisqu'il est entraîné dans une rotation en sens inverse (figures 5C et 6A et B) et dépasse le cap Sud alors que nous n'y sommes pas encore arrivés. Puis de nouveau, l'indication est juste aux caps Est et Ouest pour prendre de nouveau du retard en se rapprochant du Nord.

Sans préjuger de la valeur de la correction, nous voyons qu'il faut sortir de virage, pour le Nord avant de voir le Nord compas, et pour le Sud, après avoir vu le Sud compas.

La correction devra tenir compte de l'erreur proprement dite, fonction sinus Latitude ($\sin L$) ainsi que sinus Inclinaison de l'avion ($\sin h$), et de votre propre taux de roulis pour sortir de virage. L'erreur peut être comptée, aux latitudes moyennes et en valeur approchée, pour $1/2(L+h)$ et la variation de cap pendant la sortie de virage peut être prise pour $1/2 h$ ou $1/3 h$.

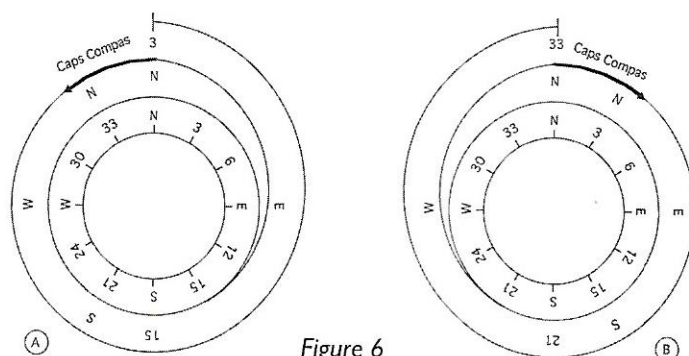


Figure 6