

Droit aérien

1 heure

PLAN

- ✓ Textes et organisme fondateurs
- ✓ Arrêté du 24 Juillet 1991
- ✓ Règles de l'air
- ✓ Espaces aériens
- ✓ Services de la circulation aérienne
- ✓ Licences

Convention de Chicago

- ✓ Signée le 7 décembre 1944
- ✓ Objectif : établir des accords internationaux sur les droits d'atterrissage et de transit du transport aérien.
- ✓ Définit les bases de l'aviation civile

Principes généraux :

✓ ***Souveraineté***

Chaque état est souverain de son espace aérien sur son territoire

✓ ***Territoire***

Notion de territoire : espace terrestre + eaux territoriales adjacentes (12NM des côtes)



L'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale)



- ✓ Créée pendant la convention de Chicago en 1944
- ✓ Objectif : permet la coordination et l'harmonisation de l'aviation civile internationale à des fins de sécurité.
- ✓ Elle définit des normes et pratiques recommandées, regroupées dans des annexes reprises par les états membre dans leur réglementation

Quelques règles intéressantes pour le pilote privé :

Douane

- ✓ Hors espace Schengen, il faut atterrir et décoller d'un aéroport dit « douanier »

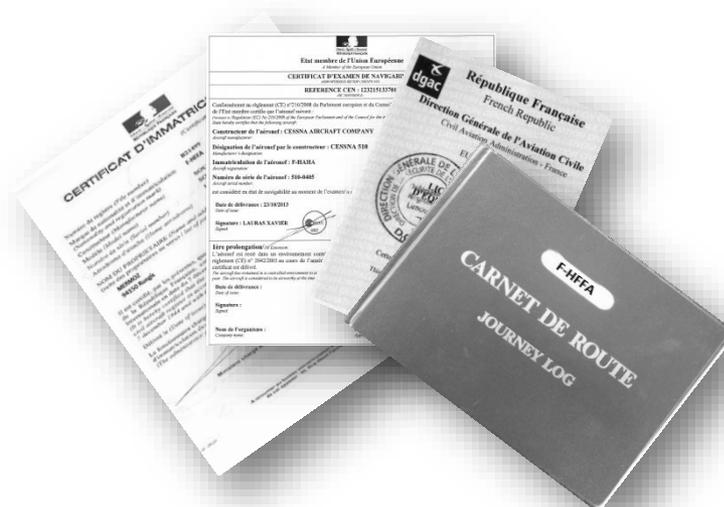
Règles de l'air

- ✓ Les règles de l'air associés à l'état survolé doivent s'appliquer



Emport de documents pour la navigation internationale (non exhaustifs)

- ✓ Certificat d'immatriculation
- ✓ Certificat de navigabilité
- ✓ Licence des pilotes
- ✓ Carnet de route
- ✓ Licence de station radio de l'aéronef



Arrêté du 24 Juillet 1991

- ✓ Fixe les conditions d'utilisation des aéronefs civils en aviation générale
- ✓ Disponibles sur le site du SIA (www.sia.aviation-civile.gouv.fr, rubrique « réglementation »)
- ✓ Des extraits sont présentés dans le « guide VFR » édité par la DGAC
- ✓ Parmi les informations importantes s'y trouvant on peut citer :
 - Liste des équipements minimaux exigés en vol (de jour et de nuit)
 - Conditions d'expérience récente des membres d'équipage
 - Règles d'emport de carburant (**minimums** à discuter)
 - Liste des documents obligatoires à emporter pour chaque vol, ainsi que les règles de tenue de ces dernier



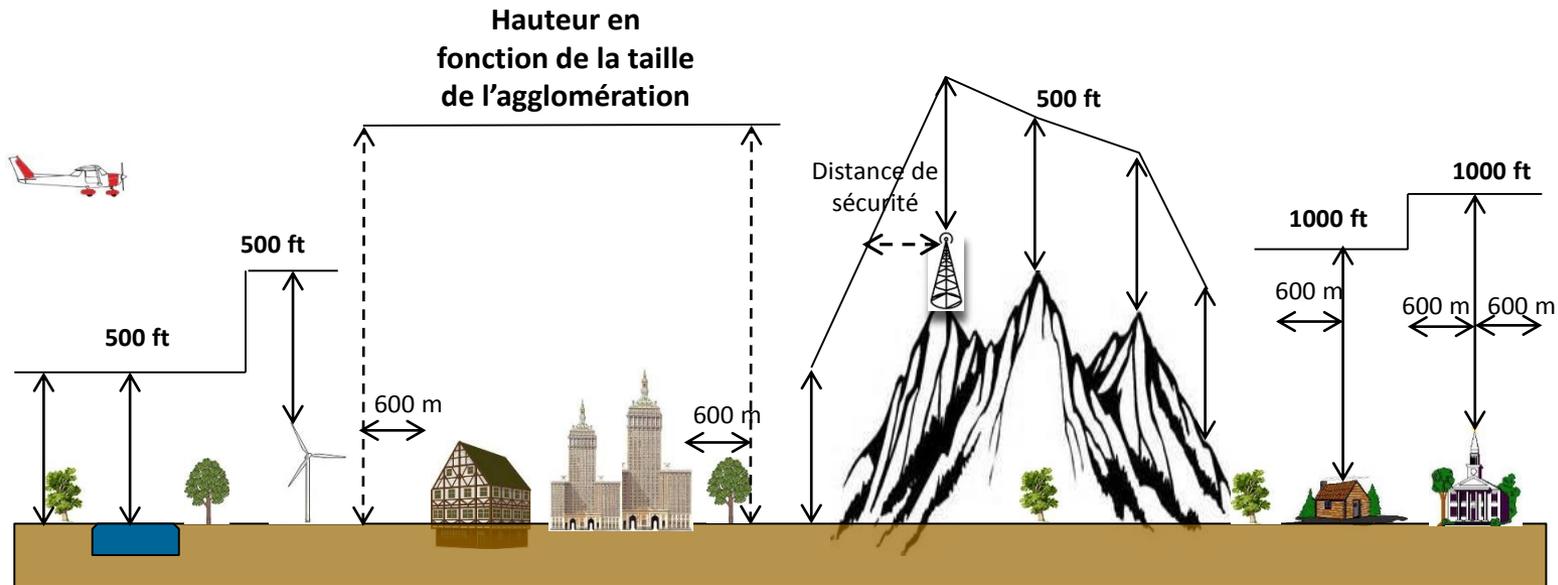
Les règles de l'air

- ✓ Deux types de règles de vol : VFR (vol à vue) et IFR (vol aux instruments)
- ✓ VFR : **V**oir et **E**viter
- ✓ Hauteurs minimales de survol :

| RÈGLES DE SURVOL. AÉRONEFS MOTOPROPULSÉS | | Hauteurs AGL minimales de survol (en pieds). Minimum AGL heights (in feet). | |
|--|--|--|---|
| Agglomérations, installations diverses, réserves et parcs naturels dont le survol est réglementé <i>Built-up areas, various installations, nature reserves and parks over which flight is restricted.</i> | | | |
| Les règles de survol des agglomérations telles qu'elles sont symbolisées sur cette carte résultent de la réglementation nationale, elles ne s'appliquent donc pas aux agglomérations appartenant aux pays limitrophes. <i>Rules for overflying built-up areas comply with national legislation and do not therefore apply to bordering countries.</i> | | Hélicoptères <i>Helicopters</i> | Aéronefs monomoteurs à piston <i>Single piston-engined aircraft</i> |
| | | | Autres aéronefs moto-propulsés <i>Other powered aircraft</i> |
| Parc ou réserve naturelle <i>Park or nature reserve</i> | Étendus <i>Large</i> Très petits <i>Small</i> | | (Sauf indication contraire sur la carte) <i>(Unless otherwise stated on the chart)</i> |
| Installations portant une marque distinctive <i>Site with special marking</i> | | 1000 ft | |
| Agglomérations de largeur moyenne inférieure à 1200 m <i>Small built-up areas less than 1200 m mean wide</i> | | 1700 ft | |
| Agglomérations de largeur moyenne comprise entre 1200 m et 3600 m <i>Medium built-up areas between 1200 m and 3600 m mean wide</i> | | 3300 ft | |
| Agglomérations de largeur moyenne supérieure à 3600 m <i>Large built-up areas more than 3600 m</i> | | 5000 ft | |
| Ville de Paris <i>The city of Paris</i> | (ZONE P 23) | 6500 ft AMSL | |

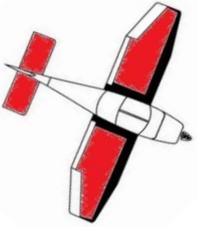
Les règles de l'air (suite)

- ✓ Hauteurs minimales de survol (suite) :



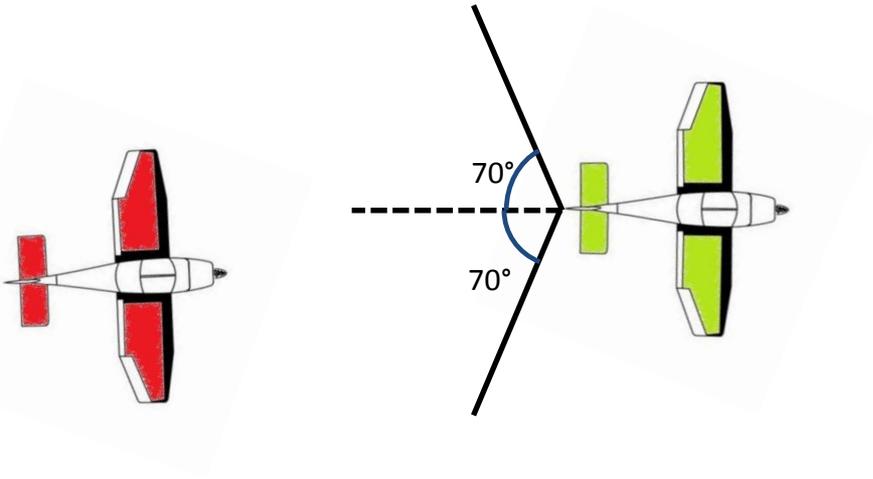
Les règles de l'air (suite)

- ✓ Règles de priorité/évitement



Les règles de l'air (suite)

- ✓ Règles de priorité/évitement (suite)



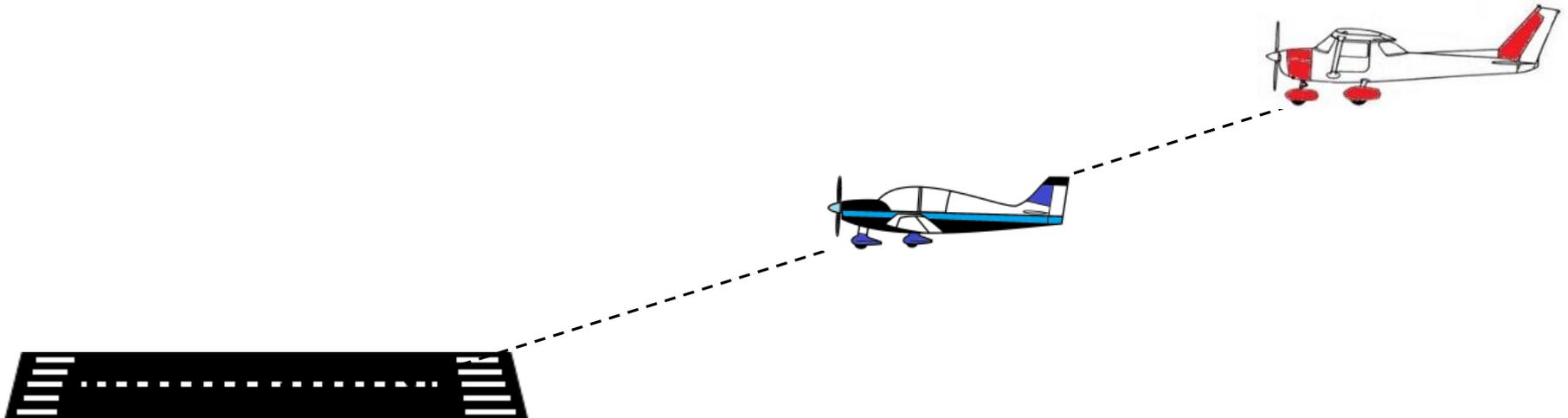
Les règles de l'air (suite)

- ✓ Règles de priorité/évitement (suite)



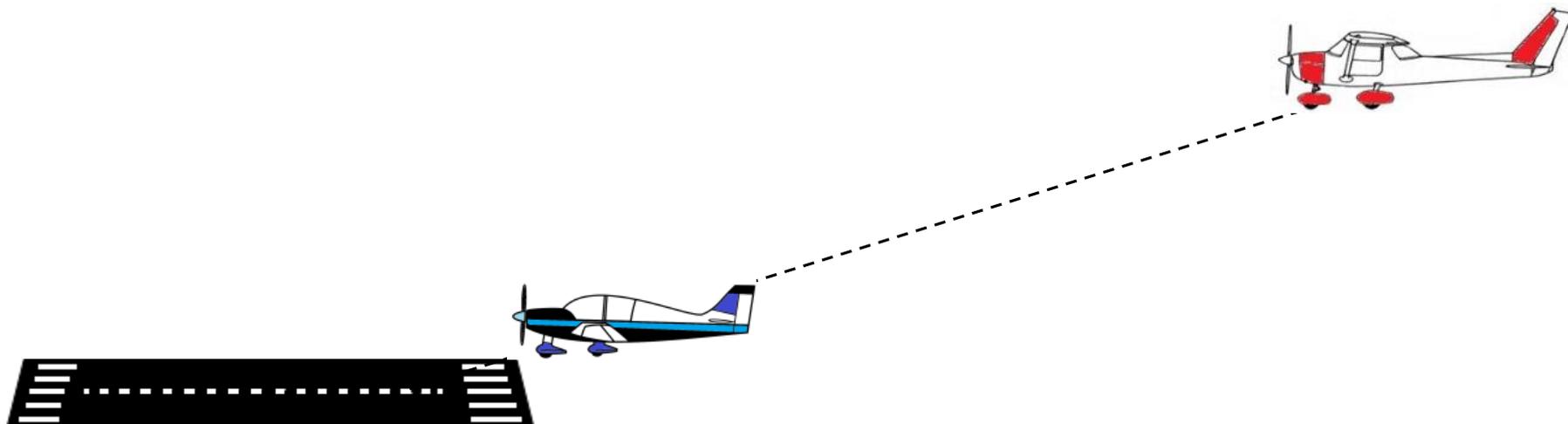
Les règles de l'air (suite)

- ✓ **Priorité dans les séquences de vol :**
 - **Priorité aux aéronefs en finale**, par rapport aux aéronefs au sol, quel qu'en soit le type
 - **Priorité à l'aéronef le plus bas** si deux aéronefs sont en finale
Interdiction de descendre plus bas pour passer devant



Les règles de l'air (suite)

- ✓ **Priorité en courte finale :**
 - Si l'aéronef précédent qui décolle n'a pas franchit l'extrémité de la piste ou amorcé un virage : **ne pas atterrir**
 - Si l'aéronef précédent qui atterrit n'a pas dégagé : **ne pas atterrir**

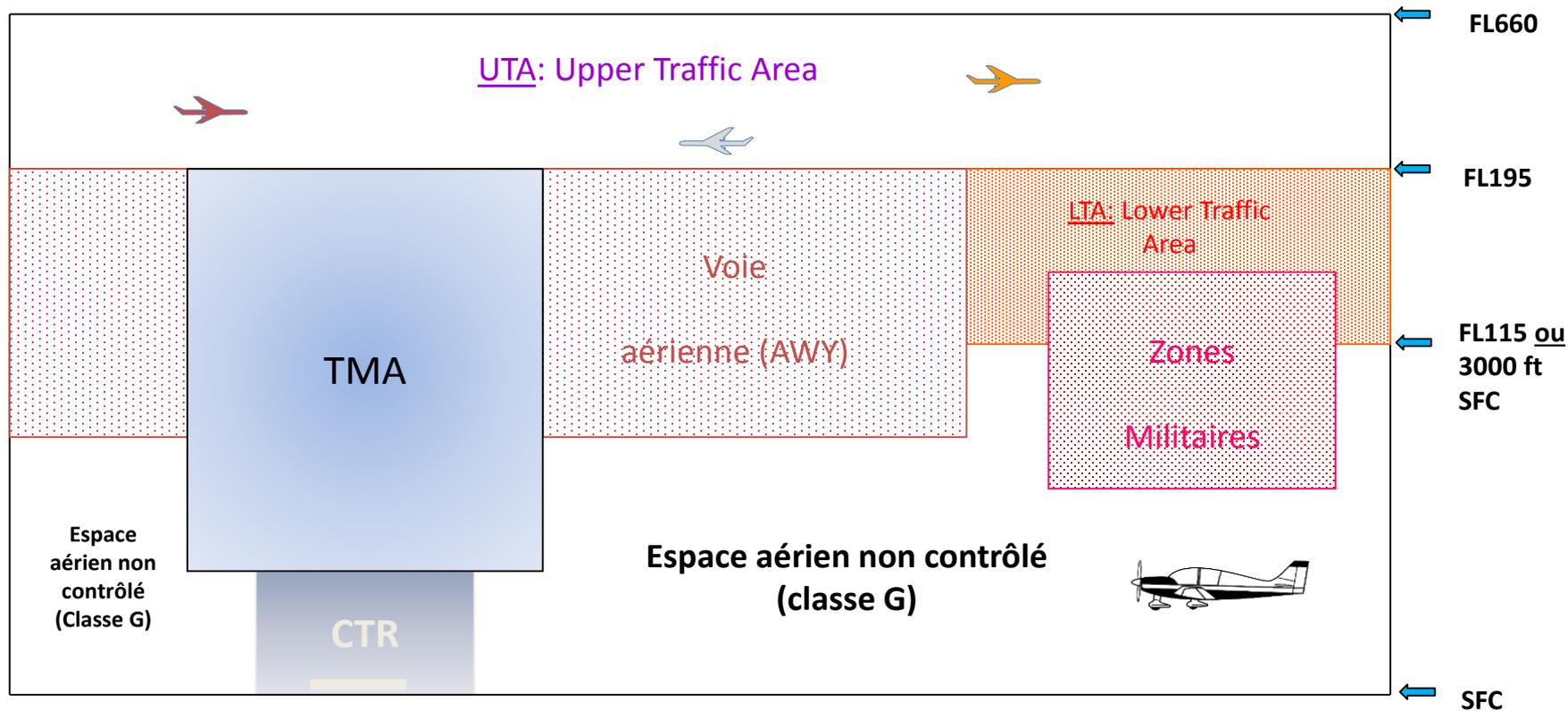


Les règles de l'air (suite et fin)

- ✓ **Priorité au moins manœuvrant :**
 - Ballons
 - Planeurs
 - Dirigeables
 - Aéronefs en formation ou remorqueurs
 - Aéronefs moto-propulsés

- ✓ **Priorité absolue à tout trafic en détresse**

- ✓ **La dernière version de ce texte est toujours disponible sur le site internet du SIA (www.sia.aviation-civile.gouv.fr)**



- ✓ **CTR** - Control Traffic Region
- ✓ **TMA** – TerMinal control Area
- ✓ **AWY** – Arway
- ✓ **LTA** – Lower Traffic Area

| Classes | Vols Admis | Services fournis par les organismes de la circulation aérienne | | Obligation radio et clairance |
|------------------------------|--|--|--------------------|-------------------------------|
| | | Contrôle | Information Alerte | |
| A | IFR | Séparation IFR/IFR | OUI | OUI |
| Interdite au VFR (1) | | | | |
| B | Tous les VFR Non utilisée en France | Séparation VFR/IFR et VFR/VFR | OUI | OUI |
| C | VFR de jour | Séparation VFR/IFR Infos de trafic(2) VFR/VFR | OUI | OUI |
| | VFR de nuit | Séparation VFR nuit/IFR Infos de trafic VFR nuit/VFR nuit | OUI | OUI |
| | VFR spécial (en CTR) | Séparation VFR spécial/IFR Infos de trafic VFR spécial/VFR spécial | OUI | OUI |
| Non utilisé en France | | | | |
| D | VFR de jour | Infos de trafic(2) VFR/IFR VFR/VFR | OUI | OUI |
| | VFR de nuit | Séparation VFR nuit/IFR Infos de trafic VFR nuit/VFR nuit | OUI | OUI |
| | VFR spécial (en CTR) | Séparation VFR spécial/IFR Infos de trafic VFR spécial/VFR spécial | OUI | OUI |
| E | VFR de jour | Infos de trafic (3) VFR/IFR | OUI | NON |
| | VFR de nuit | Séparation VFR nuit/IFR Infos de trafic VFR nuit/VFR nuit | OUI | OUI |
| F | VFR Non utilisée en France | NON | OUI | NON |
| G | VFR | NON | OUI | NON |

Nota: Limitation de vitesse à 250 kts sous FL100 (ou 10000 ft si TA > 10000 ft AMSL)

(1) Sauf dérogation exceptionnelle

(2) Sur demande du pilote, le contrôle suggère une manoeuvre d'évitement

(3) Autant que possible

Espace Aérien Contrôlé
Classes d'espace A, B, C, D et E

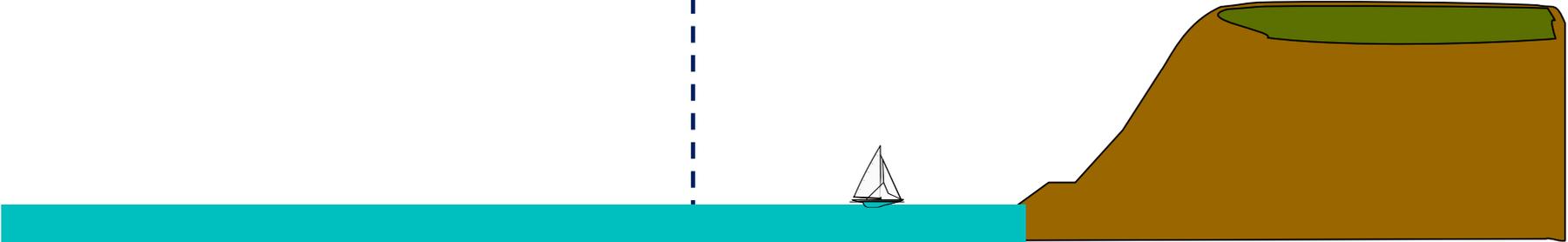
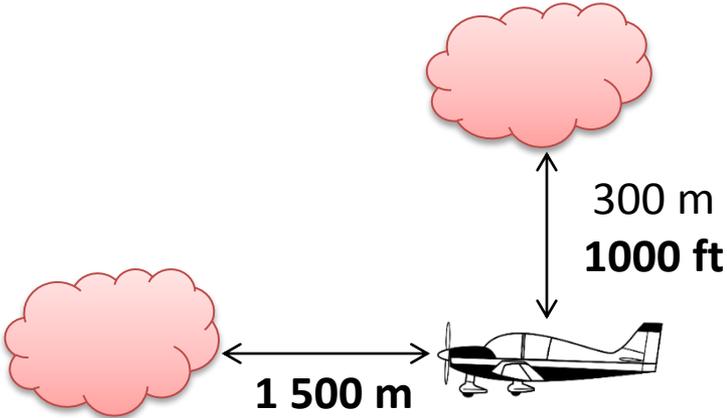
Visibilité

8 Km

Distance par rapport aux nuages

FL100

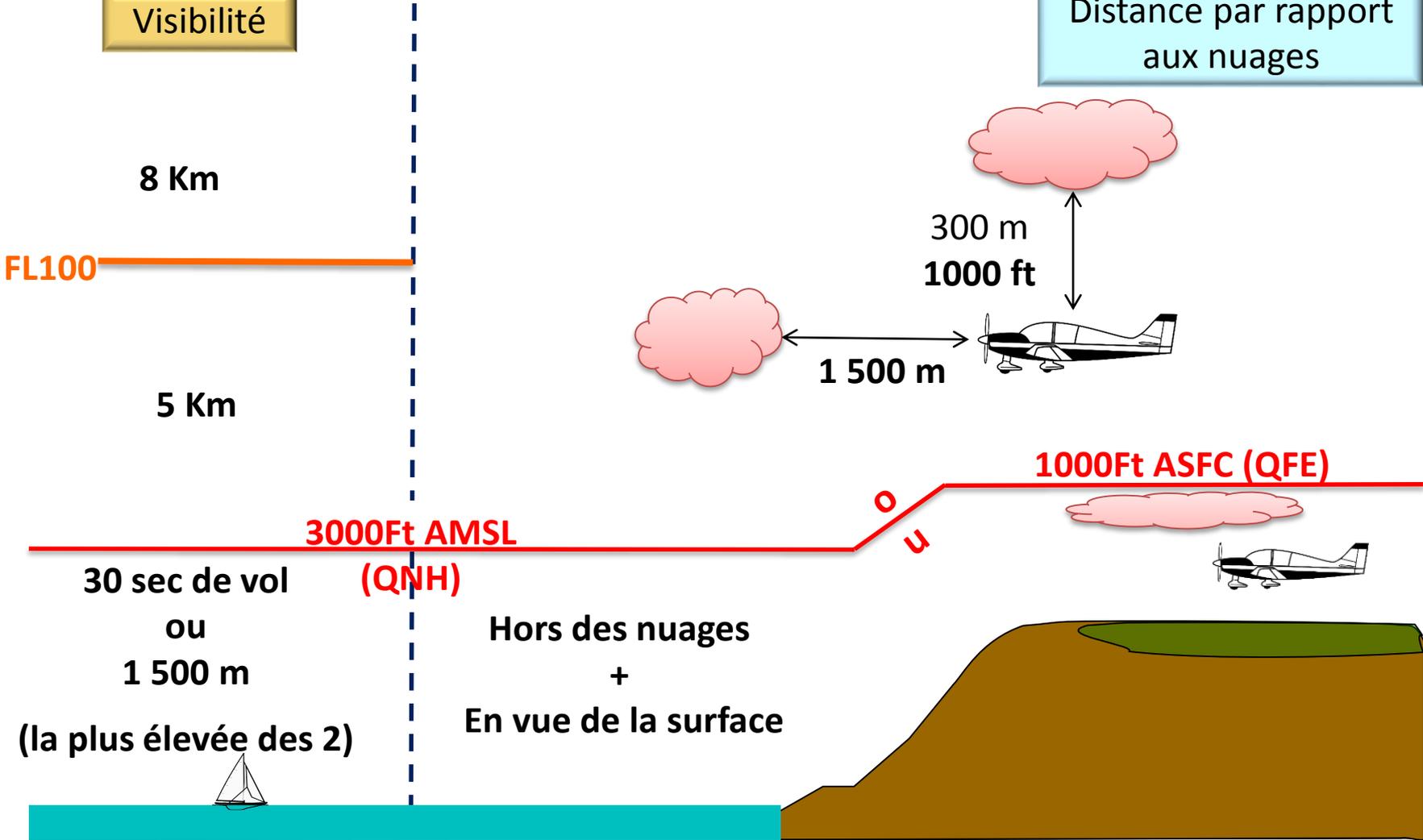
5 Km



Espace Aérien Non Contrôlé
Classes d'espace F et G

Visibilité

Distance par rapport aux nuages



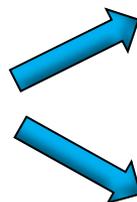
Circulation aérienne

- ✓ Deux circulations distinctes
 - Circulation aérienne générale
 - Circulation aérienne militaire

Services de la circulation aérienne

✓ Service de contrôle

- Eviter les collisions en vol et au sol sur l'aérodrome
- Accélérer la circulation aérienne

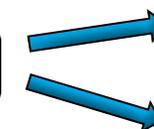


Moyens



La clairance

Méthode



L'espacement

L'information de trafic

✓ Service d'information de vol

- Fournir toute information utile pour que le vol soit sûr et efficace

✓ Service d'alerte

- Prévenir les services de secours et les aider au maximum

Généralités

Catégorie d'aéronef

- ✓ Selon des caractéristiques (avion, planeur, hélicoptère etc. ...)
- ✓ Ce pour quoi on passe la licence

Classe d'avion

- ✓ Classes d'avion mono pilote (SEP, TMG, MEP etc. ...)
- ✓ Qualification de classe valable 12 mois sauf pour la SEP et TMG, valables 24 mois

Prorogation

- ✓ Acte administratif pour renouveler les privilèges d'une qualification de classe, **pendant la période de validité** de cette dernière

Renouvellement

- ✓ Acte administratif pour renouveler les privilèges d'une qualification de classe, **après la fin de sa période de validité**

Licence de pilote d'aéronef léger (LAPL)

Conditions

- ✓ 17 ans révolus
- ✓ 10h en PIC pour transport des passagers
- ✓ Être détenteur d'un certificat médical de classe 2
- ✓ Avoir passé avec succès l'épreuve d'aptitude théorique associée

Privilèges

- ✓ PIC sans rémunération sur une SEP ou TMG, de masse <2000kg
- ✓ Transport de 3 passagers maximum, i.e. 4 personnes dans l'avion au total (avec le pilote)

Expérience requise

- ✓ 30h d'instruction sur SEP ou TMG dont :
 - 15h en double commandes
 - 6 heures de solo supervisé (3h de vol en campagne, et une navigation de 80NM)

Licence de pilote d'aéronef léger (LAPL) (suite)

Expérience récente avant chaque vol

- ✓ Au cours des 24 derniers mois :
 - 12h en PIC incluant 12 décollage et 12 atterrissages
 - 1h de vol avec un instructeur
- ✓ Sinon : contrôle de compétence

Licence de pilote privé (PPL)

Conditions

- ✓ 17 ans révolus
- ✓ Être détenteur d'un certificat médical de classe 2
- ✓ Avoir passé avec succès l'épreuve d'aptitude théorique associée

Privilèges

- ✓ PIC sans rémunération sur une SEP ou TMG

Expérience requise

- ✓ 45h d'instruction sur SEP ou TMG dont :
 - 25h en double commandes
 - 10 heures de solo supervisé (5h de vol en campagne, et une navigation de 150NM avec deux arrêts complets intermédiaires)



Licence de pilote privé (PPL) (suite)

Prorogation de la qualification de classe (obtenue avec la licence)

- ✓ Expérience récente
 - 6h en PIC incluant 12 décollage et 12 atterrissages
 - 1h de vol avec un instructeur
- ✓ Ou contrôle de compétence dans les 3 mois avant la fin de la validité de la qualification de classe

Sinon

Renouvellement

- ✓ Epreuve pratique d'aptitude

| Classe/Type (Class and type ratings) | Durée de validité (Validity) | |
|---|------------------------------|-------------------|
| | Début (Date of issue) | Fin (Valid until) |
| SEP. Terrestre | 01/08/01 | 31/08/03 |
| SEP (T) | 31/08/03 | 31/08/05 |
| SEP (T) | 01.09.05 | 31.08.07 |
| SEPiston Terrestre | 01.09.07 | 31.08.09 |

Facteurs humain

1 heure

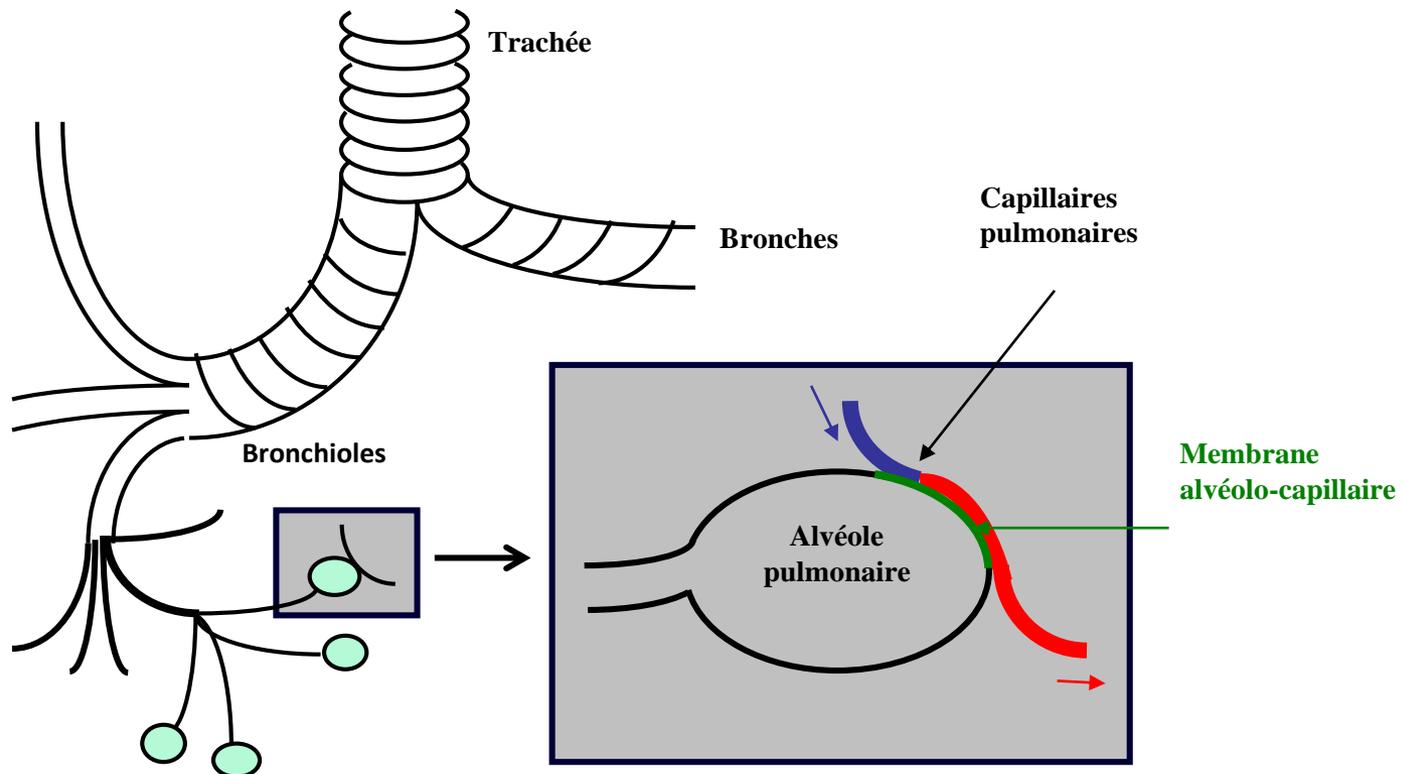
PLAN

- ✓ Physiologie de base
- ✓ L'homme et son environnement
- ✓ Psychologie de base

Rappels

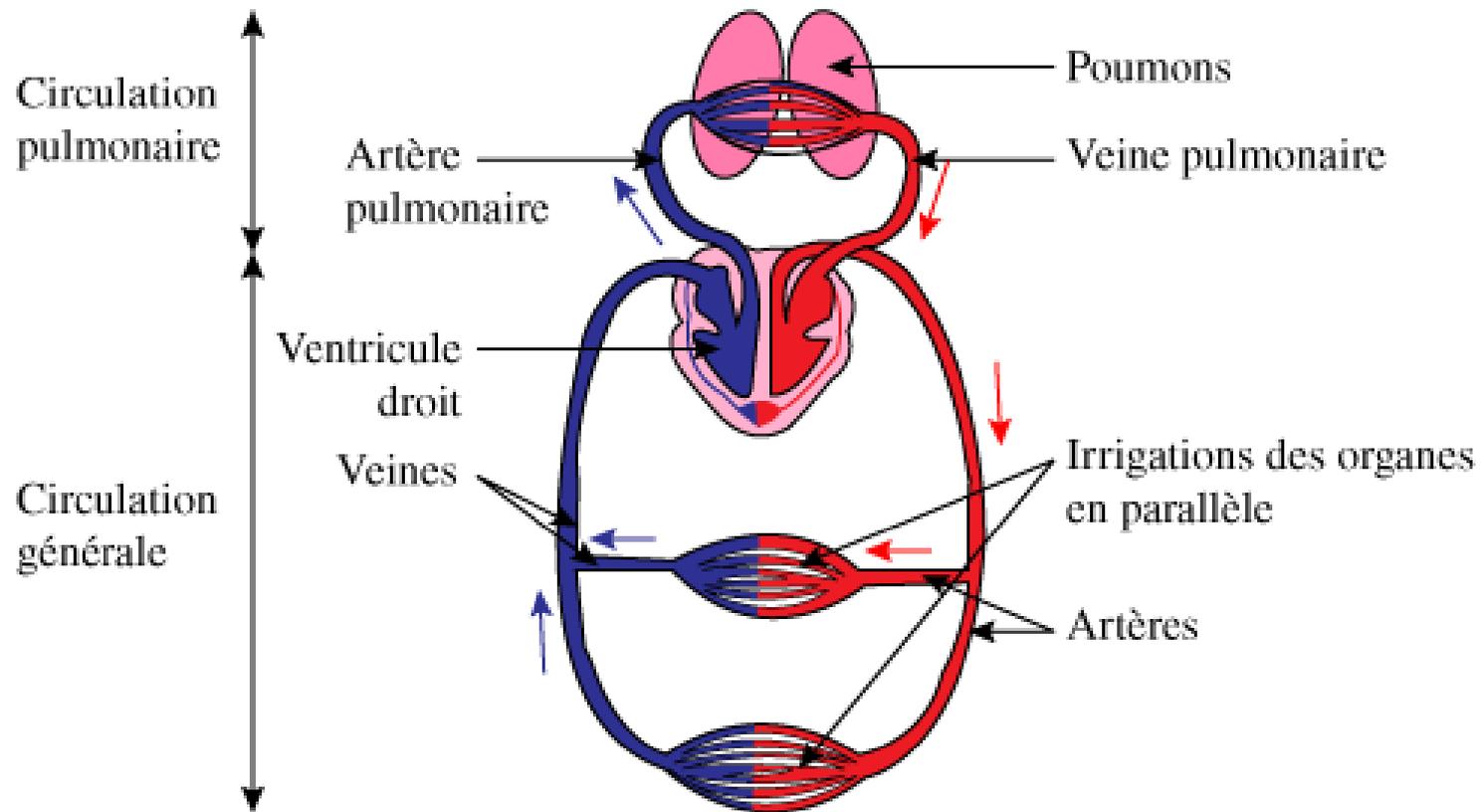
✓ Respiration et besoins d'oxygène de tissus

Aliments (Glucose) + Oxygène → Déchets (H₂O, CO₂, etc...) + **ENERGIE**



Rappels (suite)

- ✓ Circulation sanguine



L'hypoxie

- ✓ Diminution de la pression d'oxygène avec la prise d'altitude
- ✓ Le corps a besoin de cet oxygène pour fonctionner
- ✓ Lorsqu'il en manque, c'est l'**hypoxie**



| ALTITUDE (ft) | SIGNES CLINIQUES |
|---------------|---|
| 12 000 | Maux de tête, fatigue, euphorie |
| 18 000 | Maux de tête, somnolence, vertiges, perturbations visuelles, troubles de la personnalité, pertes de coordination, cyanose |
| 22 000 | Palpitations, hyperventilation, collapsus, perte de connaissance |
| 25 000 | Baisse de tension, coma |

- ✓ Que faire ?

→ Retrouver un niveau d'oxygène compatible avec la survie ...
Donc descendre !

L'hyperventilation

✓ C'est une ventilation non physiologie

CAUSES

Stress
Peur
Mal des transports
Mauvaise respiration

SYMPTOMES

Malaise
Angoisse
Fourmillement des extrémités
Tétanie



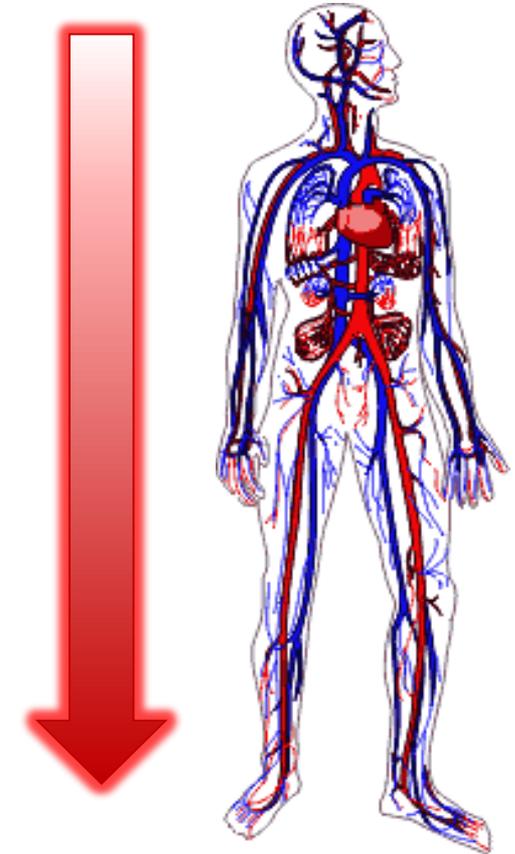
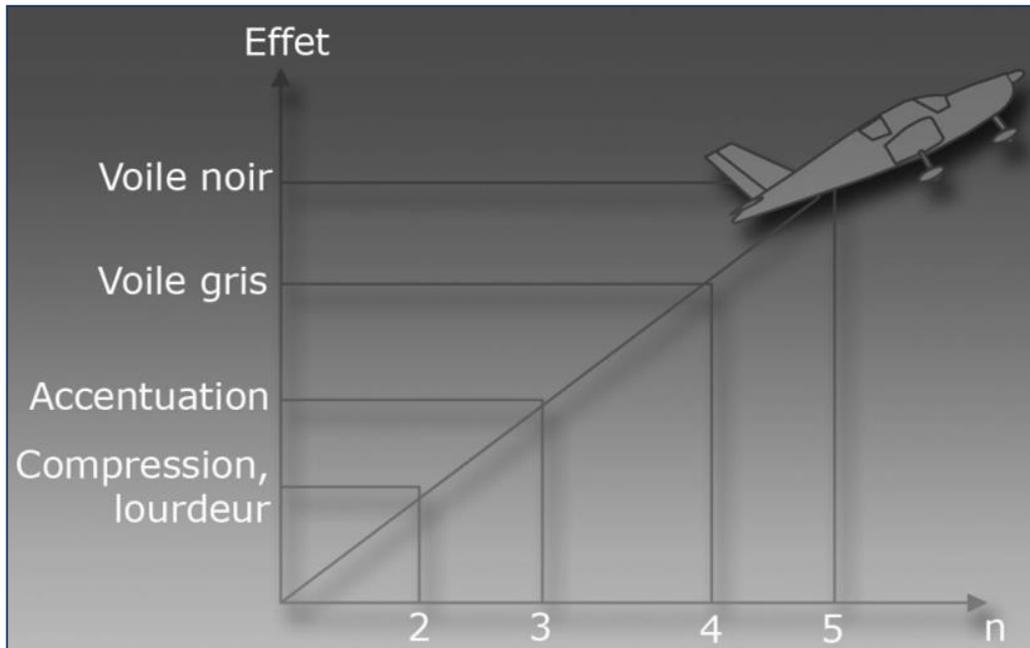
Certains symptômes sont semblables à ceux de l'hypoxie ...

✓ Que faire ?

- Réadapter son rythme de respiration
- Respirer dans un sac en carton
- Communiquer
- Détourner son attention

Les effets des accélérations

- ✓ Les accélérations vont avoir un impact sur la circulation sanguine



- ✓ Que faire ?

→ Limiter les accélérations

→ Revenir à un niveau d'accélération acceptable

Les effets des températures « extrêmes »

✓ En altitude, la température extérieure diminue

✓ Trop froid



- Frissons
- Raisonement difficiles
- Rigidité musculaire

✓ Trop chaud

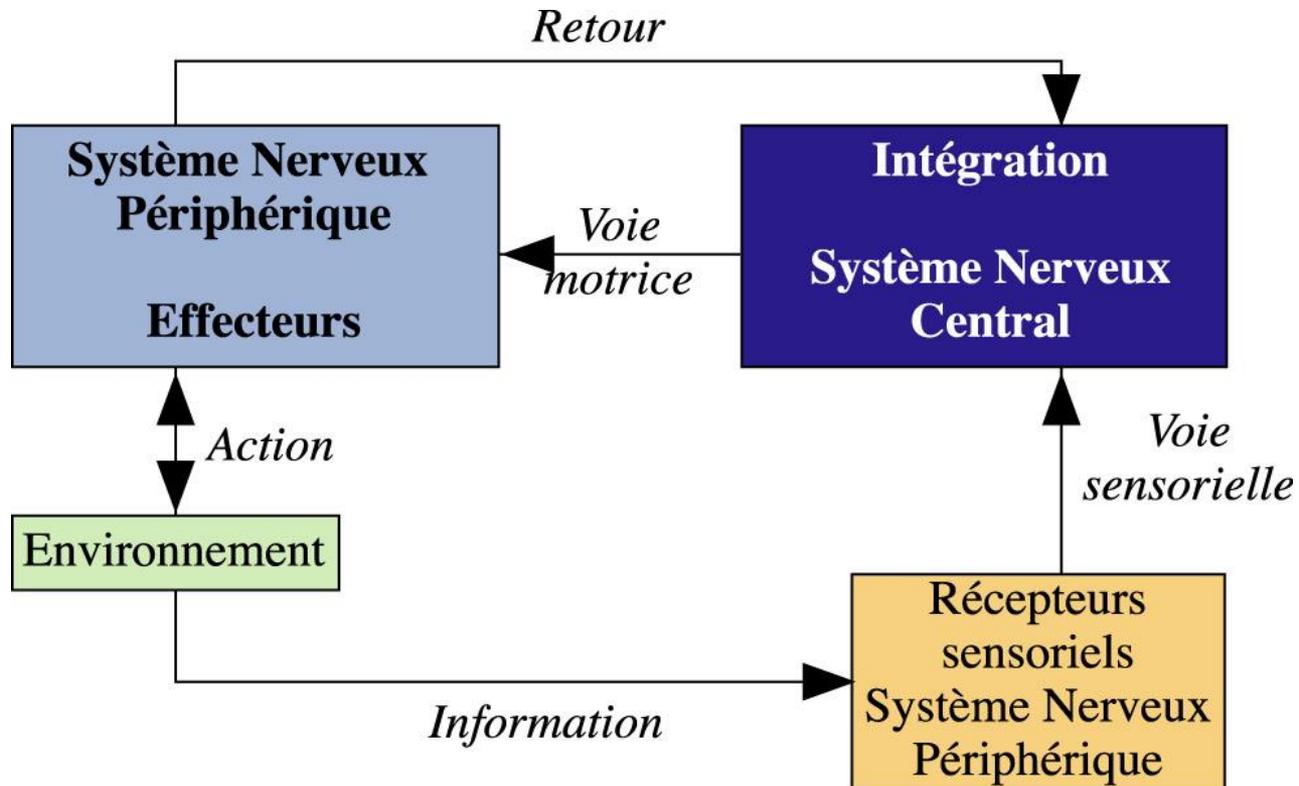


- Sueurs
- Raisonement difficiles
- Déshydratation
- Fatigue

✓ Que faire ?

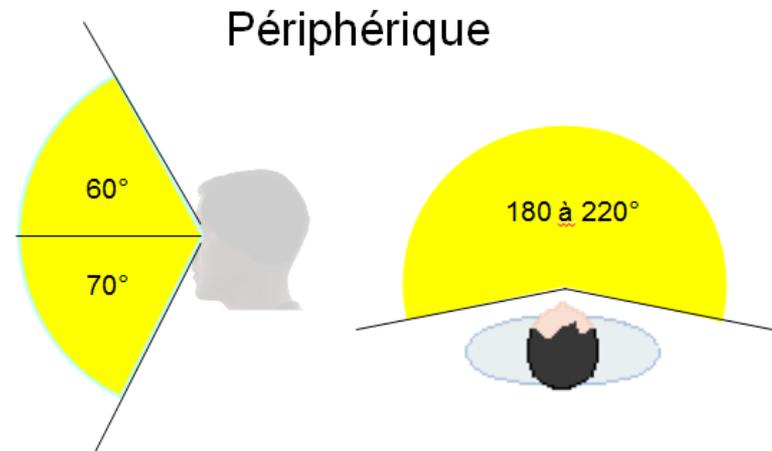
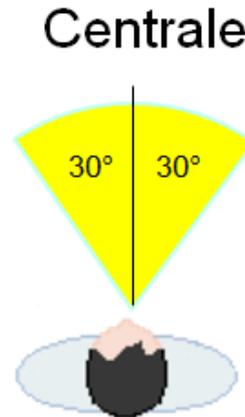
- Essayer de maîtriser la/sa température
- S'hydrater quand il fait chaud !

Le système nerveux



La vision

- ✓ 80% des informations traitées par l'homme sont des informations visuelles
- ✓ La vision centrale permet :
 - de percevoir les détails
 - de percevoir les couleurs
 - d'identifier les textures
 - d'identifier les objets
 - la vision de jour
- ✓ La vision périphérique permet :
 - de percevoir les formes
 - de percevoir les nuances de gris
 - de percevoir les mouvements
 - de détecter les objets
 - la vision de nuit



L'audition : l'exposition au bruit et l'équilibre

✓ L'exposition au bruits peut engendrer :

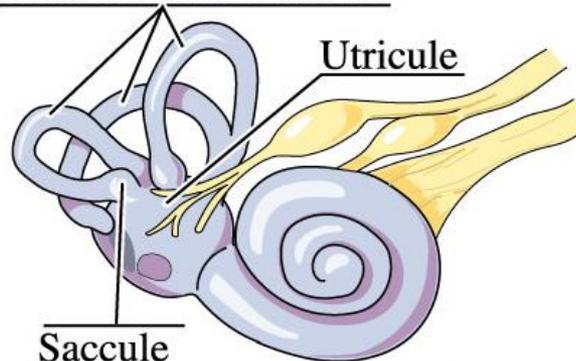
- une fatigue auditive
- une altération de l'attention
- des maux de tête, des troubles de l'humeur
- au delà de 85dB par jour pendant 8h : un risque de lésions auditives
- au delà de 120dB : des douleurs et des lésions



✓ L'oreille interne est composée :

- de trois canaux semi-circulaires qui perçoivent les accélérations angulaires
- de l'utricule et de la saccule qui perçoivent les accélérations axiales
- du système vestibulaire qui est, avec le système visuel, le support essentiel à l'orientation spatiale

Canaux semicirculaires



La cinétose ou le mal des transports



SYMPTOMES

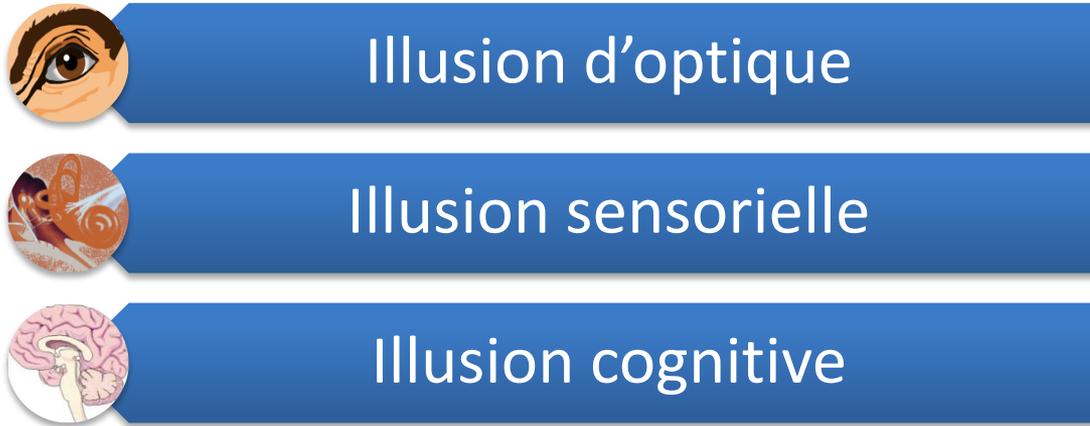
Pâleur
Nausées
Vomissements
Bâillements

PREVENTION

Air frais
Regarder dehors
Eviter de lire
Pour les passagers:
recommander un
antinauséu

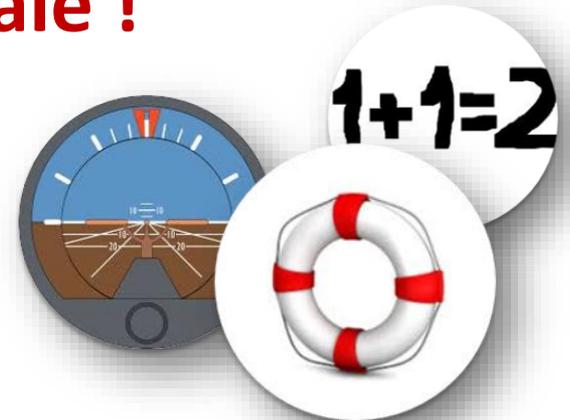
La désorientation spatiale

- ✓ Elle est responsable de près de 37% des accidents en aviation générale



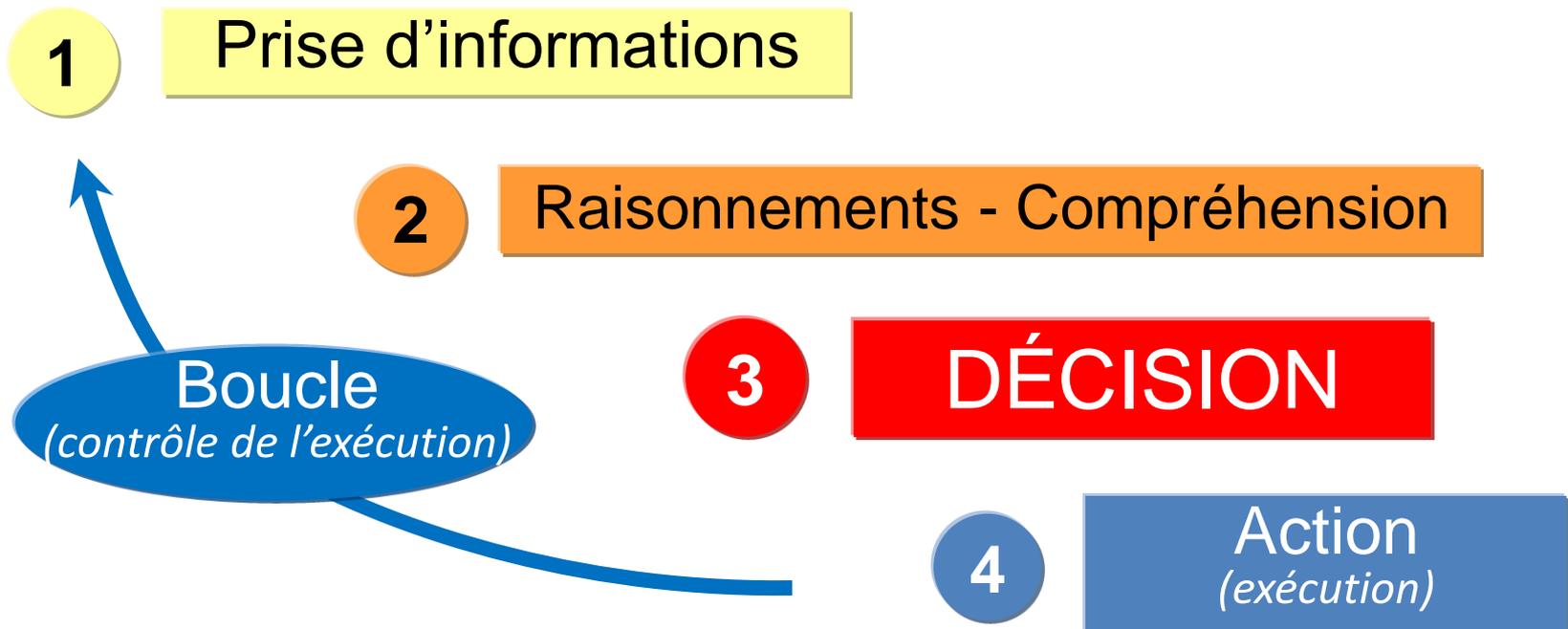
Désorientation spatiale !

- ✓ Que faire ?
 - Se référer aux instruments
 - Revenir aux basiques
 - Solliciter de l'aide extérieure



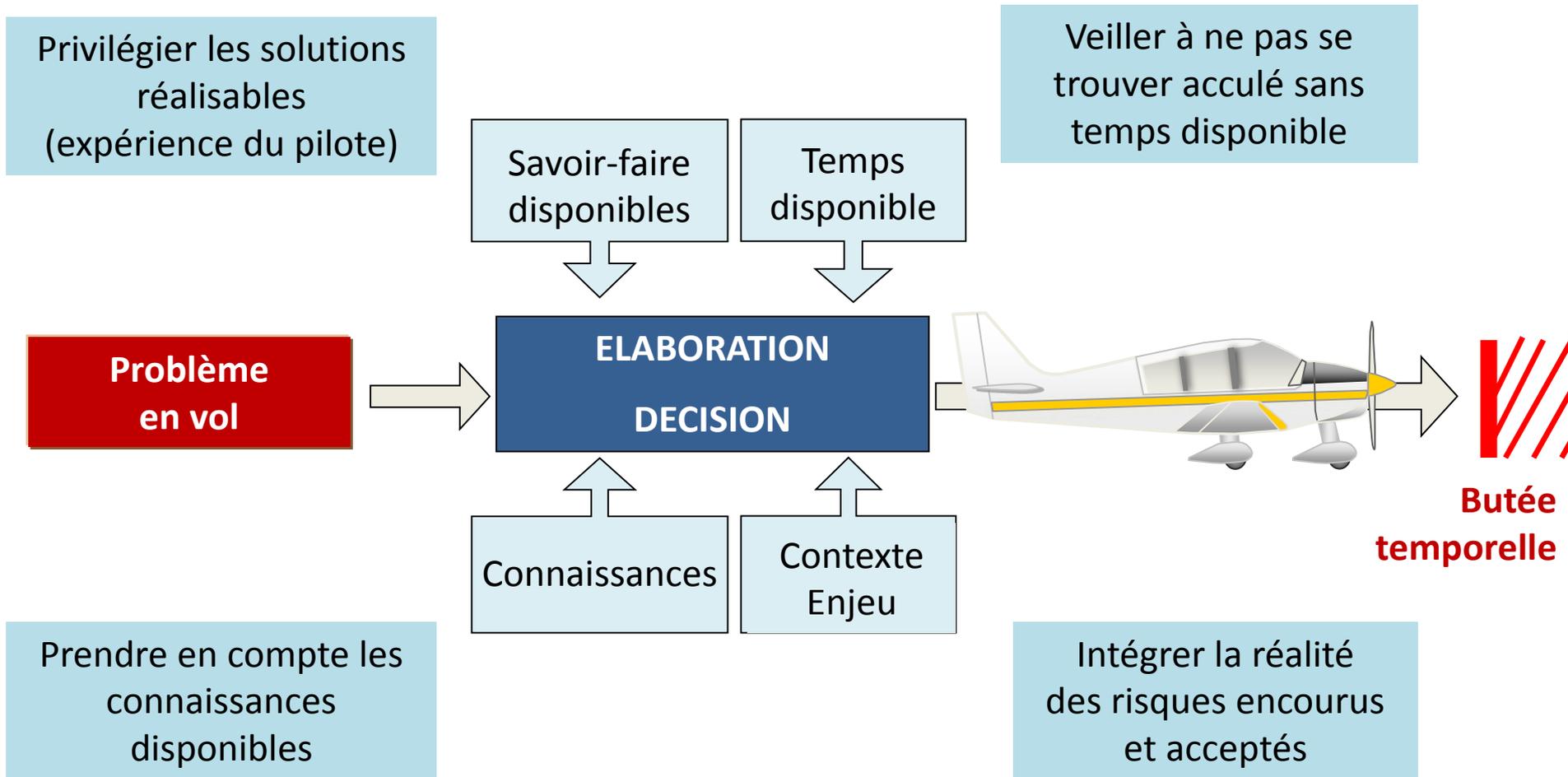
Le processus de prise de décision

- ✓ Le pilote est une « machine » à prendre des décisions
- ✓ Les mauvaises décisions constituent une grande part des causes d'accident
- ✓ **On essaye donc de prendre des décisions selon un processus clair et défini**



Le processus de prise de décision (suite)

- ✓ Facteurs déterminants d'une prise de décision

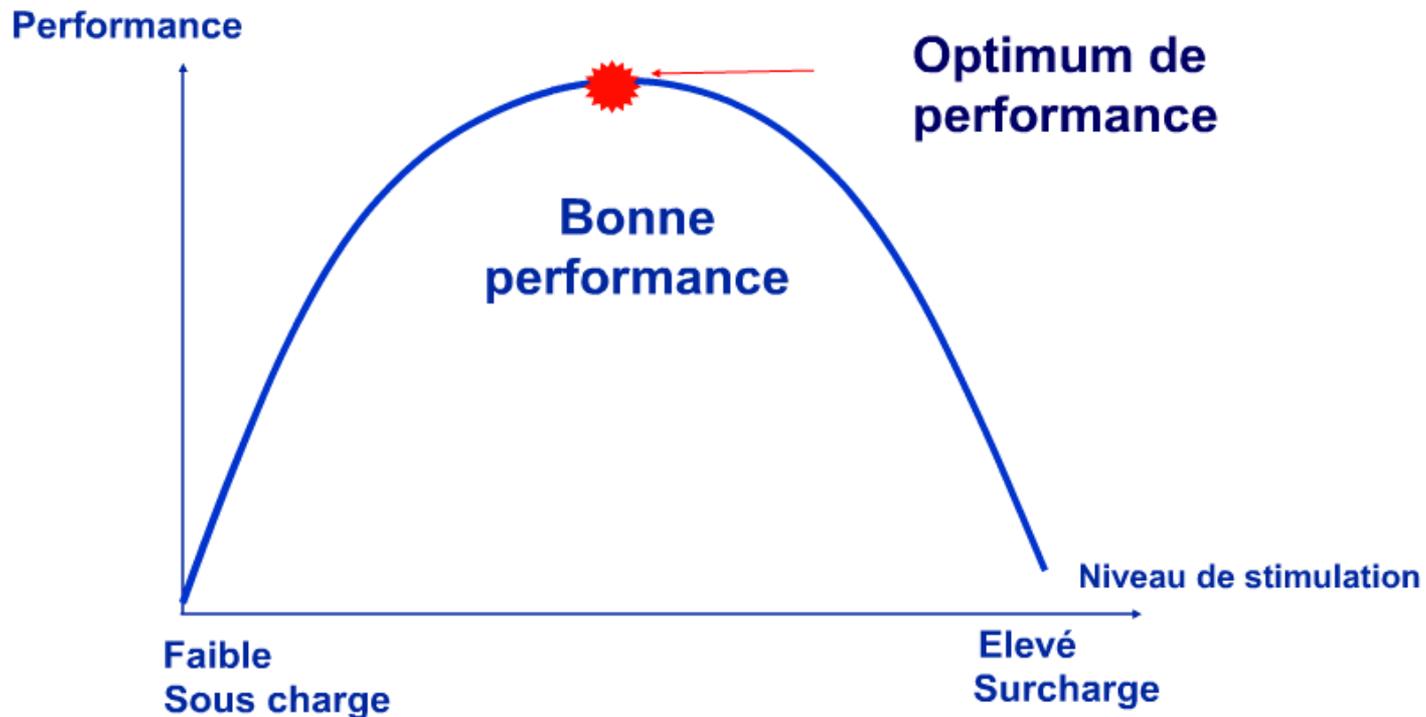


Le niveau de stimulation

- ✓ Facteurs influençant notre prise de décision :
 - Facteurs individuels : personnalité, fatigue, pression
 - Charge de travail
 - Habitudes, préférences personnelles
 - Confirmation
 - Mauvaise évaluation de la fréquence des événements rares
 - Facteurs socio-collectifs
 - « Target fascination »
 - Etc. ...

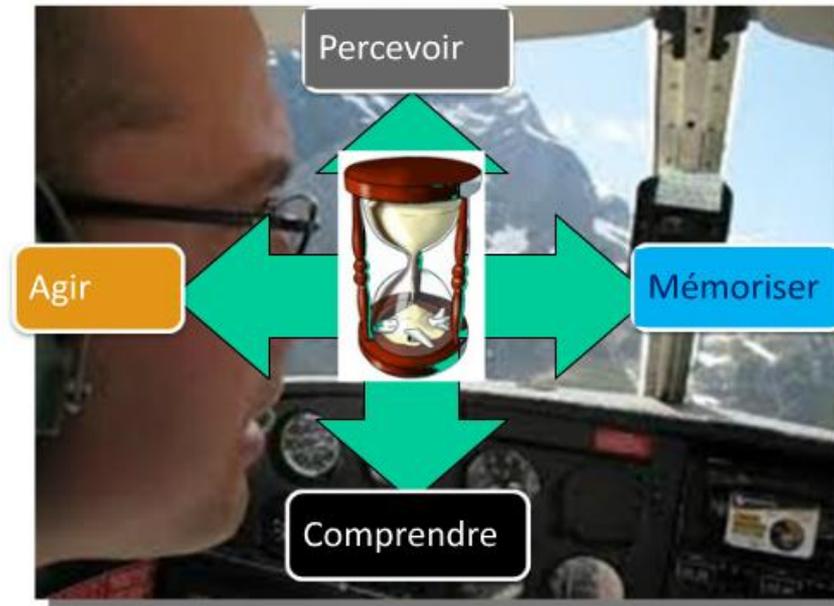
Le niveau de stimulation

- ✓ Il existe deux types de stimulations :
 - Physiologies (capteurs sensoriels)
 - Psychologique (motivation et objectifs de la tâche à effectuer)



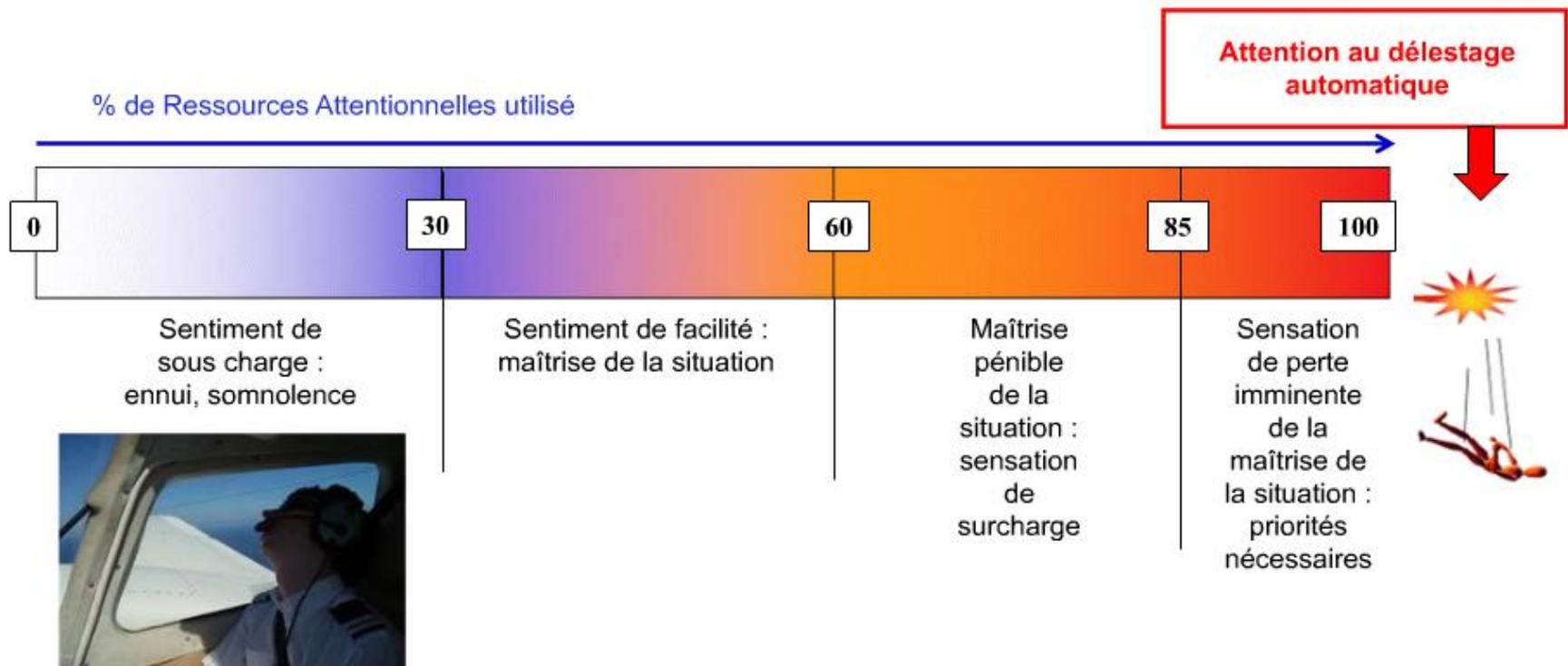
La charge de travail

- ✓ C'est la part de ressource que je vais utiliser pour percevoir, comprendre, mémoriser et agir, afin de traiter une situation donnée



La charge de travail (suite)

- ✓ Regardons à présent l'évolution des performances avec l'augmentation de charge de travail

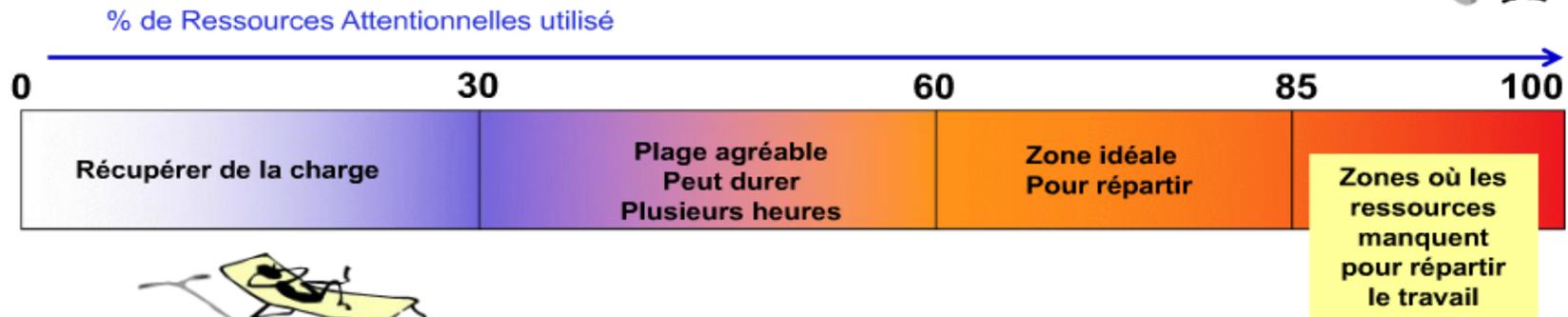


- ✓ Il faut donc essayer de gérer la charge de travail, afin de rester dans le secteur « optimal »

La charge de travail (suite et fin)

- ✓ Regardons enfin comment gérer la charge de travail aux différents stades

C'est la meilleure défense pour gérer les situations complexes



Répartir le travail, c' est anticiper la surcharge suffisamment tôt pour avoir encore assez de ressources pour bien faire la répartition

ATTENTION : Répartir la charge coûte de la charge

Le stress

- ✓ C'est une réaction naturelle d'adaptation, face à une situation pour laquelle on ne dispose pas de solution immédiatement disponible

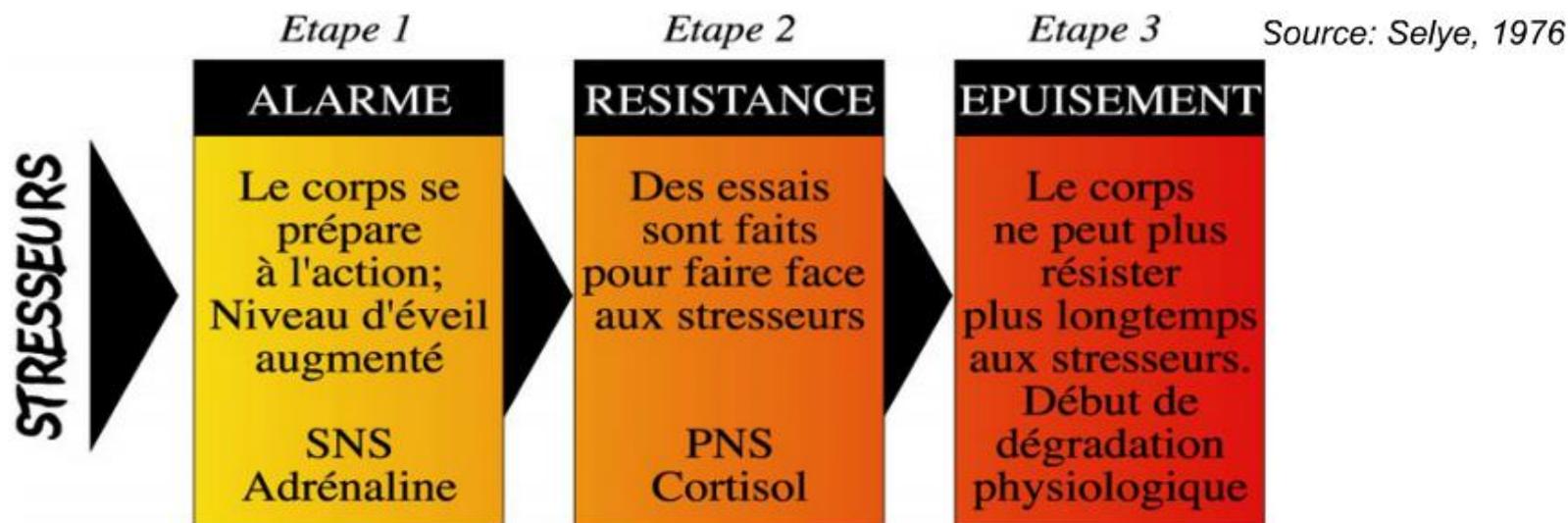
- ✓ Il s'agit d'une adaptation :
 - Psychologique
 - Physiologique
 - Comportementale

Le stress – L'adaptation psychologique



Le stress – L'adaptation physiologique

Le syndrome Général d'adaptation

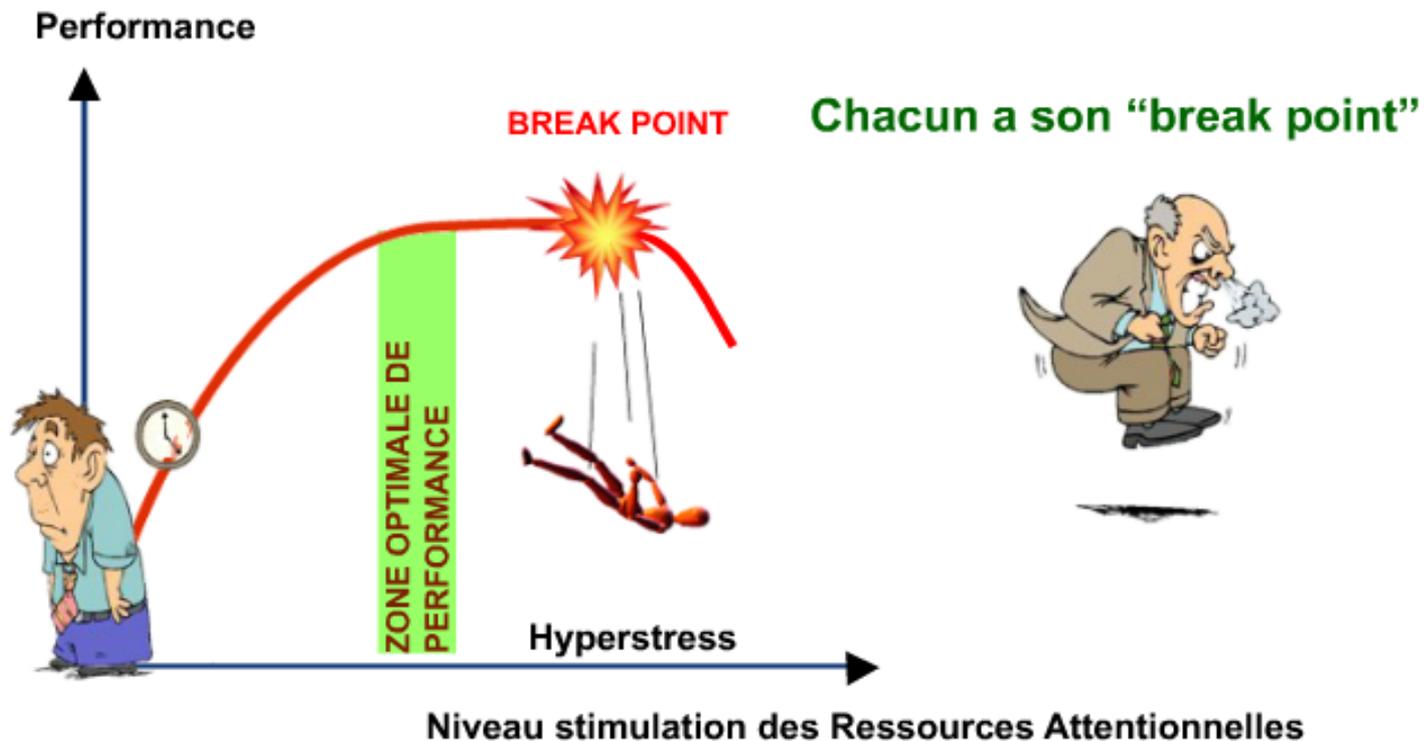


Système Nerveux Autonome : Système Nerveux Sympathique (SNS); Système Nerveux Parasympathique (PNS)

Le stress – L'adaptation comportementale

- ✓ En situation de stress intense, nous pouvons adopter des comportements de fuite, de lutte ou d'inhibition de l'action ...

Le stress et les performances



Météorologie

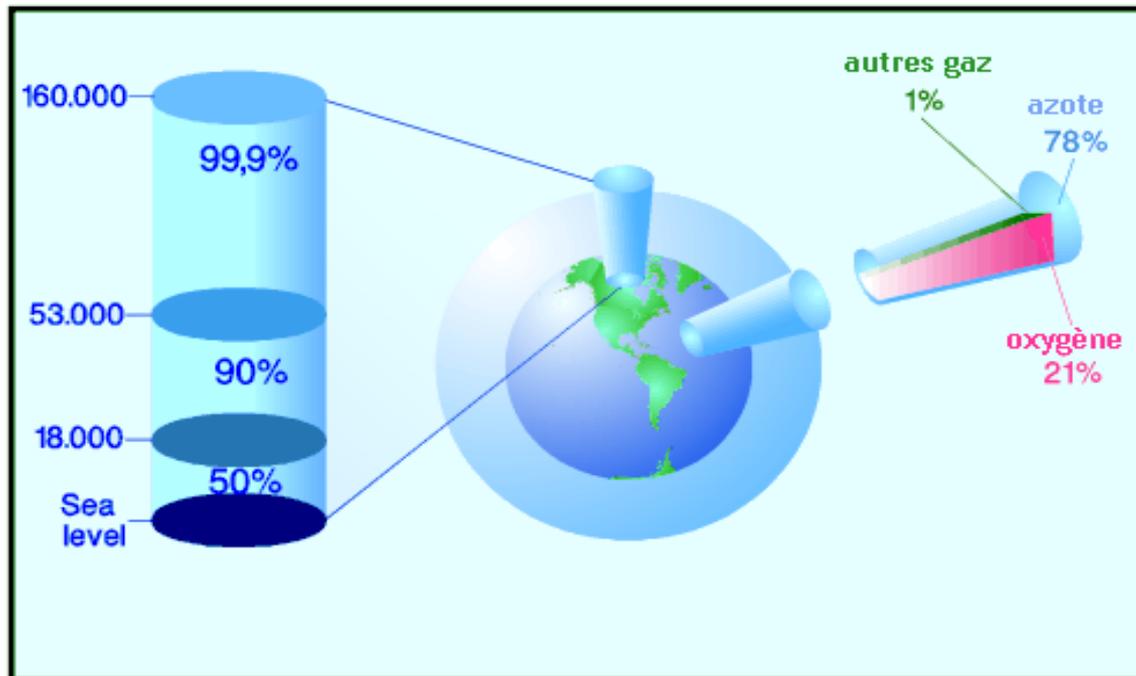
1 heure

PLAN

- ✓ L'atmosphère
- ✓ L'atmosphère standard
- ✓ L'altimétrie
- ✓ Le vent

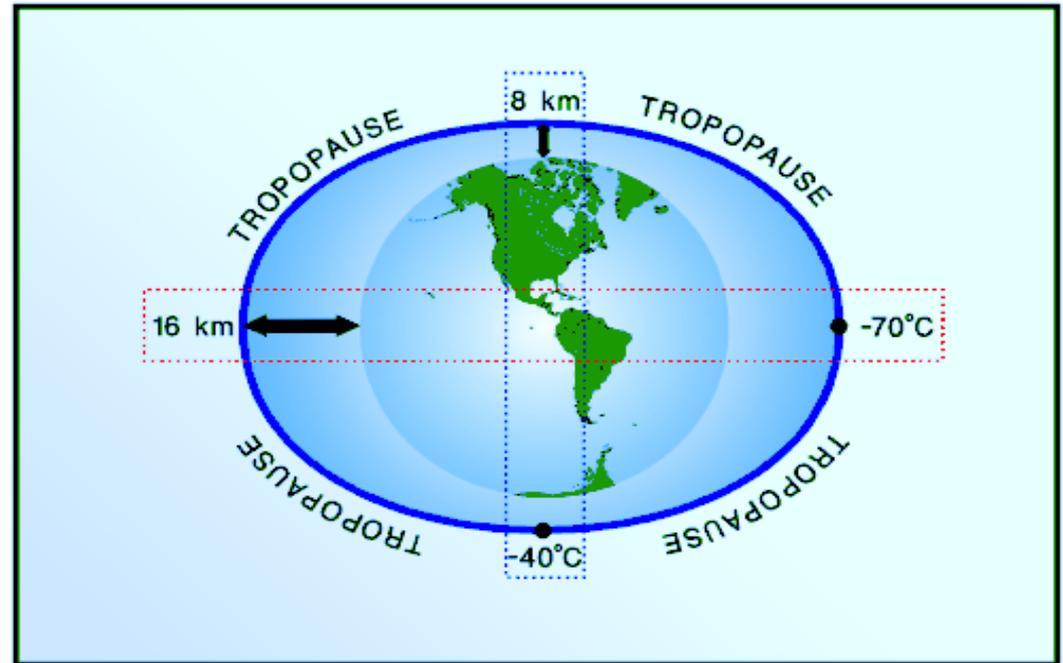
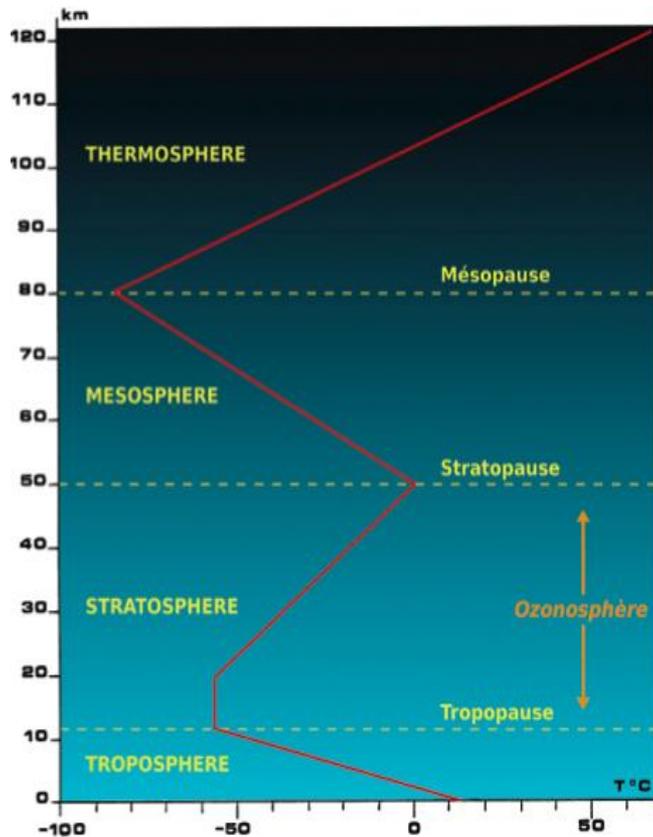
Structure et composition de l'atmosphère

- ✓ La composition de l'atmosphère reste constante entre 0 et 80 km d'altitude
- ✓ Les trois principaux constituants sont l'azote, l'oxygène et l'argon



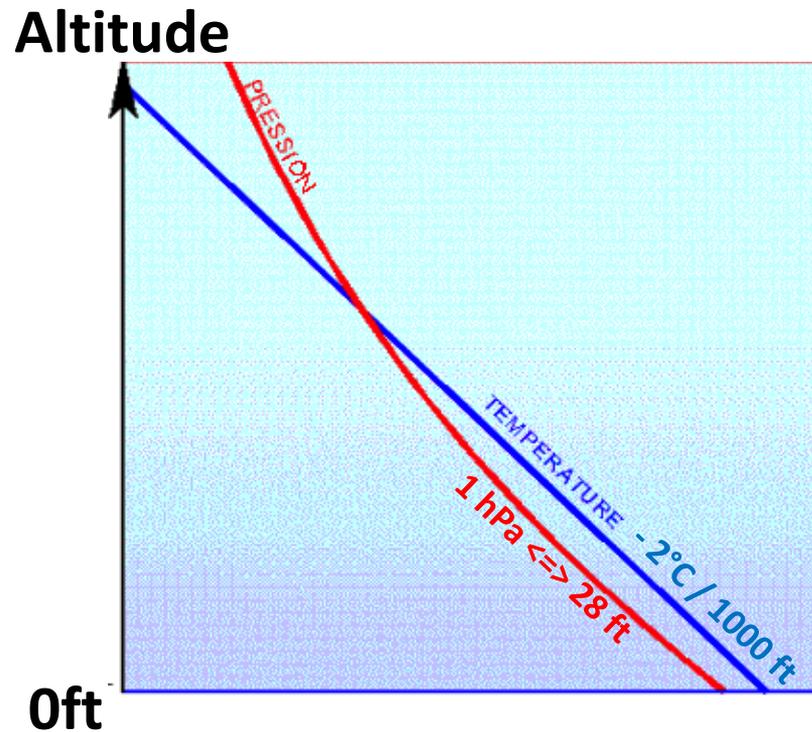
Structure et composition de l'atmosphère (suite)

- ✓ La troposphère est le siège d'hydrométéores, c'est-à-dire les nuages, la pluie, la neige etc. ...
- ✓ La troposphère s'étend entre 6 et 18 km d'altitude selon les régions, en raison de l'activité convective



L'atmosphère standard

- ✓ C'est une atmosphère moyenne, qui sert de référence et permet entre autre différents étalonnages (instruments, performances de l'avion etc. ...)



- ✓ La température varie en moyenne de **2°C / 1000ft**
- ✓ La pression, dans les basses couches, y varie de **1hPa / 28ft**

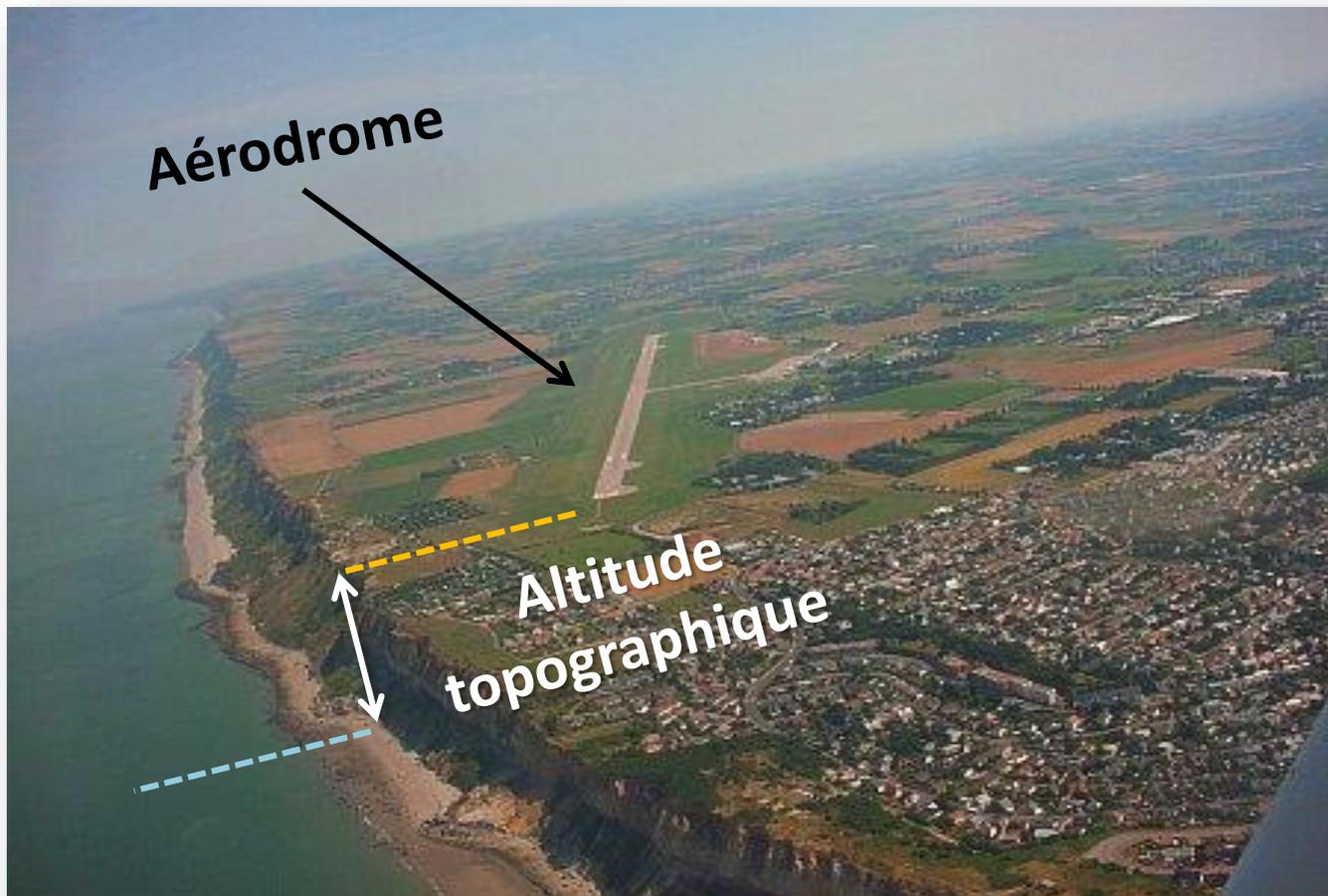
L'atmosphère standard (suite)

✓ Voici un récapitulatif des valeurs standard principalement employées

| Grandeur | Au niveau moyen de la mer (MSL) | Variations avec l'altitude |
|-----------------|---------------------------------|--|
| Température | +15°C | -2°C/1000ft -6.5°C/1000m Jusqu'à -56,5°C |
| Pression | 1013,25hPa | 1hPa = 28ft en basses couches |
| Masse volumique | $\rho_0 = 1,225\text{kg/m}^3$ | Décroissance non-linéaire |

Introduction

- ✓ L'altitude topographique d'un aérodrome est la distance verticale qui sépare le niveau de référence officiel de l'aérodrome au niveau moyen de la mer



Le calage altimétrique

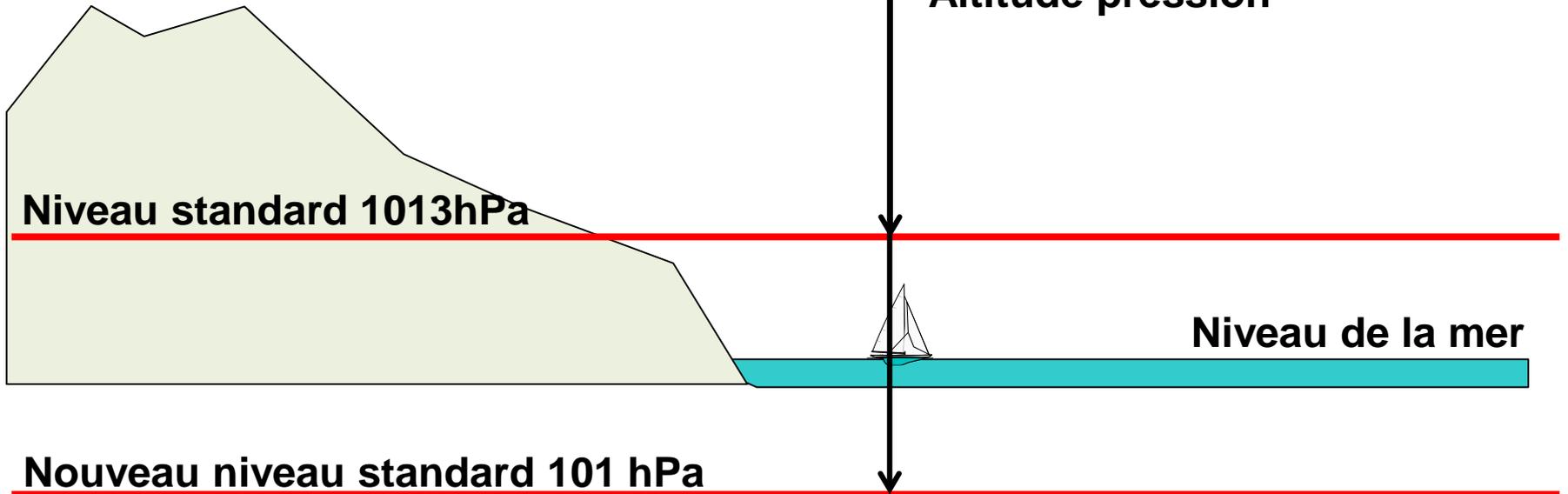
- ✓ L'altimètre étant basé sur une mesure de pression, il faut lui définir une pression de référence pour associée l'altitude indiquée par ce dernier à un « type d'altitude » connu, le calage est donc la définition de cette référence
- ✓ L'altimètre est calibré en atmosphère standard



Le calage standard

- ✓ On cale l'altimètre sur 1013hpa (ou 29,92in.Hg)
- ✓ On lit alors une altitude pression

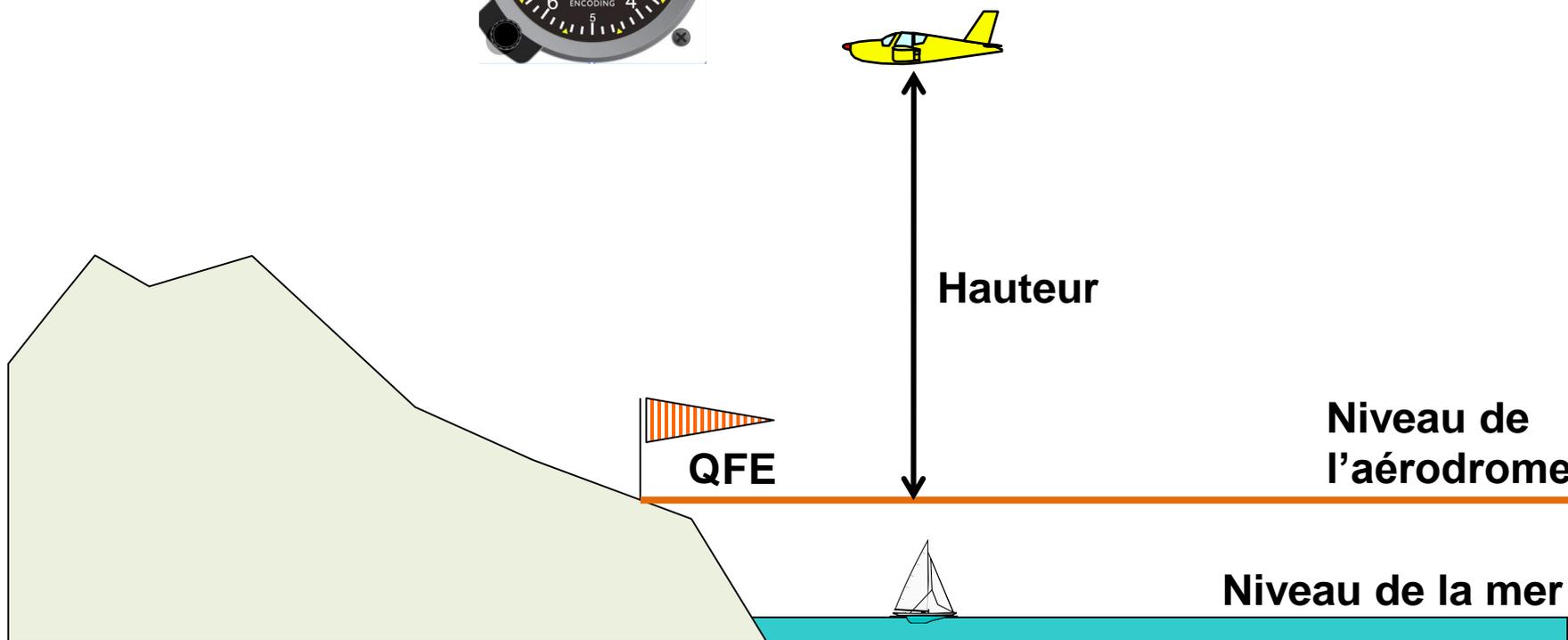
Altimètre calé au standard



Le calage QFE

- ✓ On cale l'altimètre sur la pression qui règne sur l'aérodrome
- ✓ On lit alors une notre hauteur par rapport à cet aérodrome

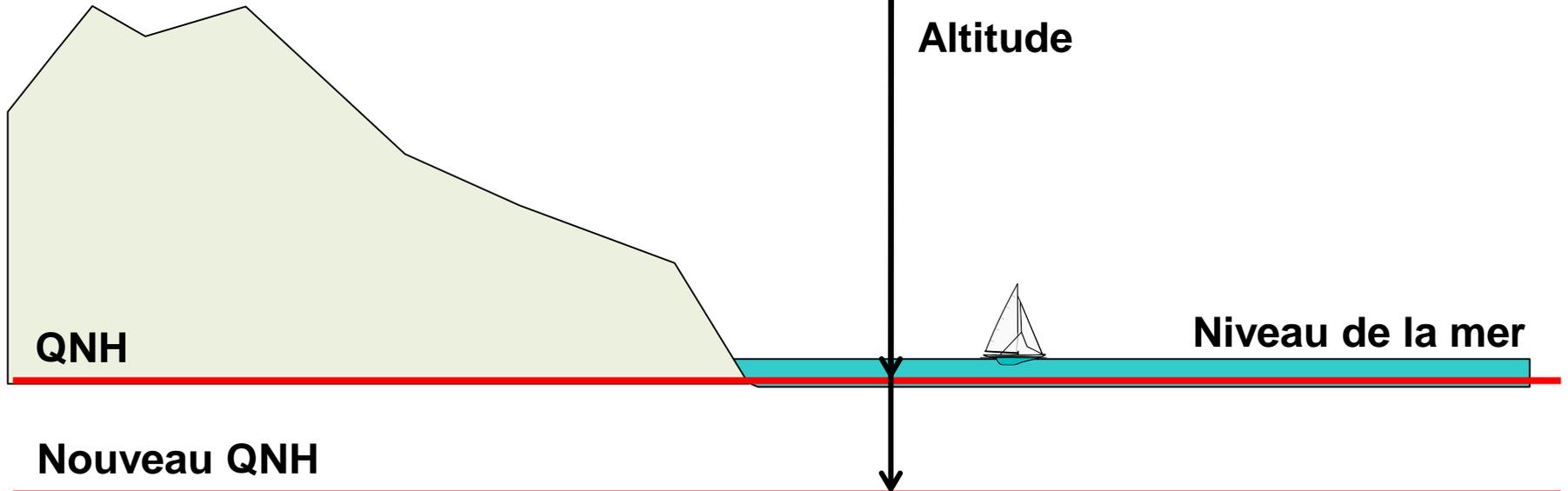
Altimètre calé au
QFE



Le calage QNH

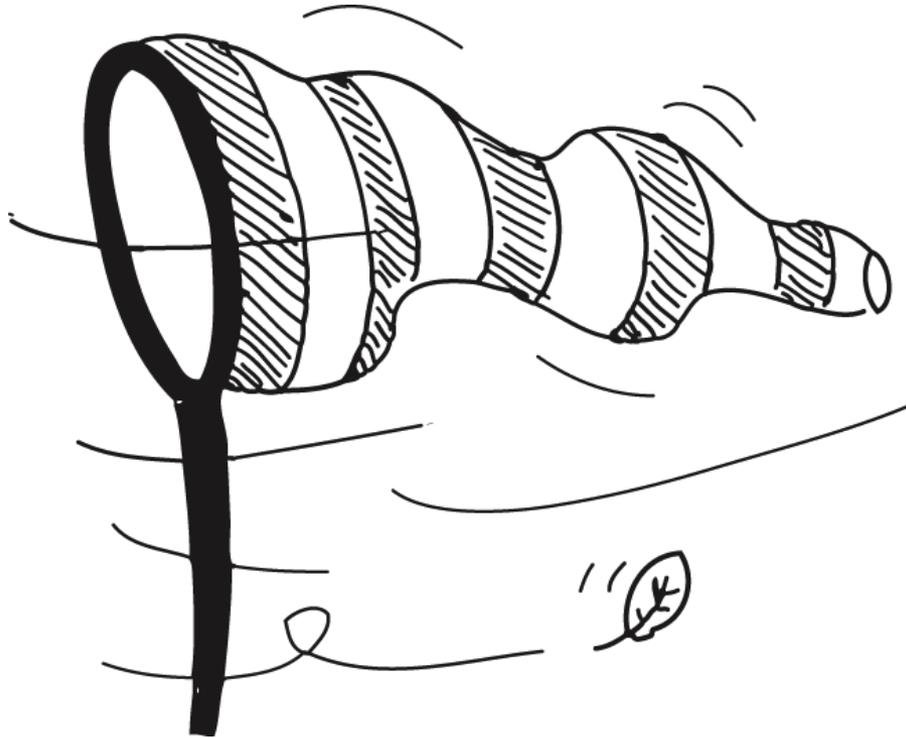
- ✓ On cale l'altimètre sur la pression réduite au niveau de la mer prenant en compte les lois de l'atmosphère standard
- ✓ On lit alors une altitude

Altimètre calé au
QNH



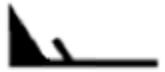
Définition

- ✓ C'est la composante horizontale du **déplacement d'une masse d'air par rapport au sol**



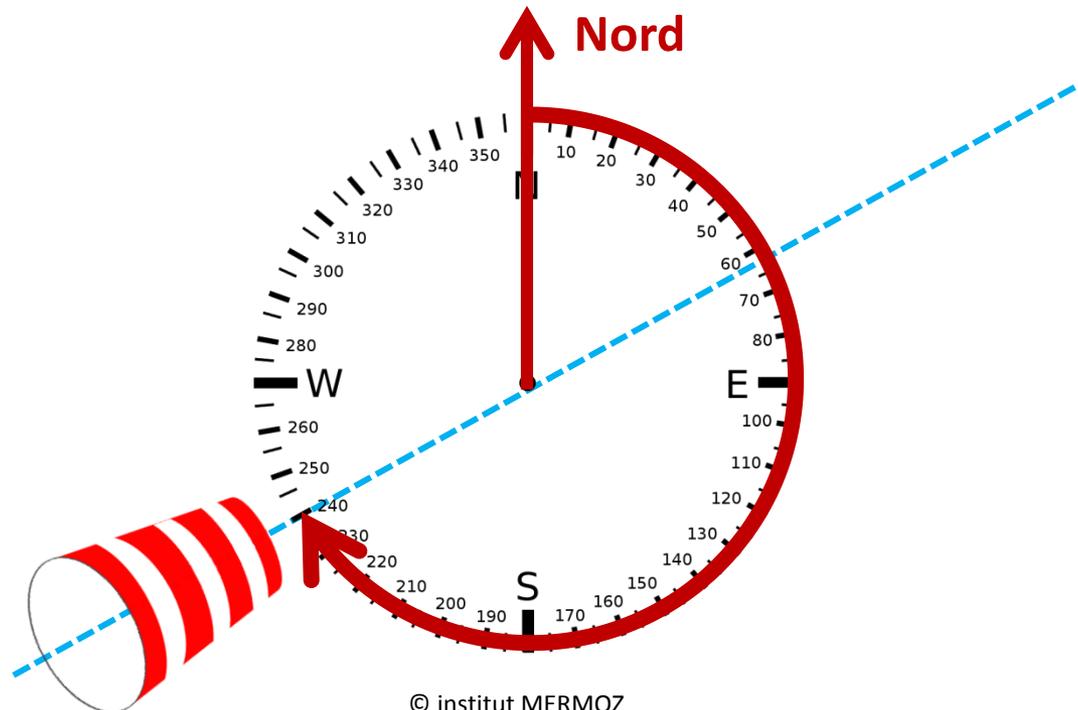
La force du vent

- ✓ La force du vent est donnée par sa vitesse (en kt en aéronautique)
- ✓ Sur les cartes, on pourra voir les notation suivantes apparaître pour la désigner :

| | | | |
|---|------------|--|----------|
|  | Vent calme |  | 10 nœuds |
|  | 5 nœuds |  | 50 nœuds |
| | |  | 55 nœuds |

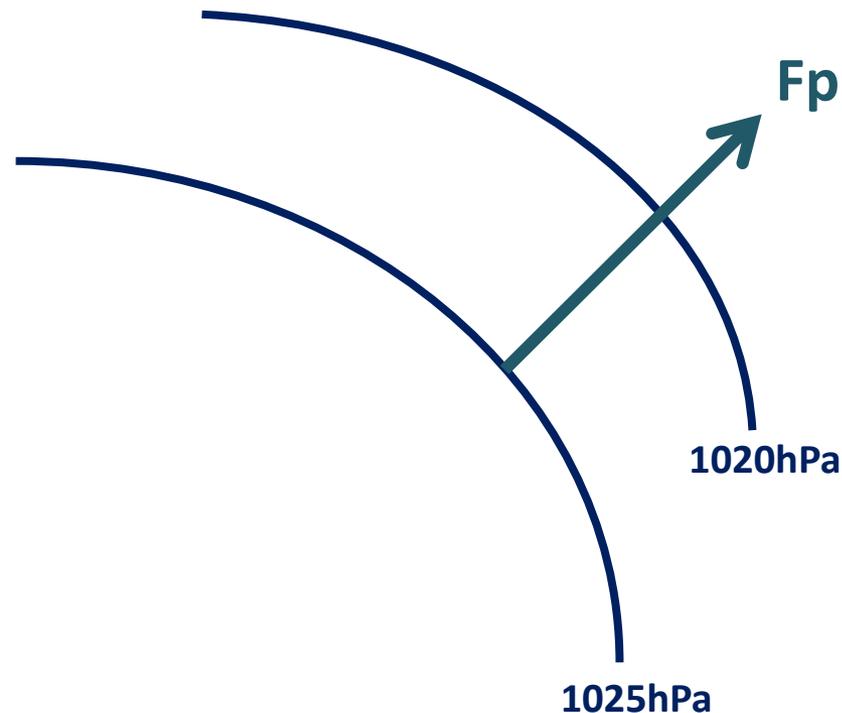
Direction du vent

- ✓ Elle est toujours donnée par rapport à **l'endroit d'où il vient**, par la **mesure d'un angle variant entre 0 et 360°**
- ✓ Elle peut être donnée en référence au nord magnétique ou géographique selon les cas, en général :
 - Ceux transmis par **écrits** ont pour référence le **nord géographique**
 - Ceux transmis par **oral** ont pour référence le **nord magnétique**



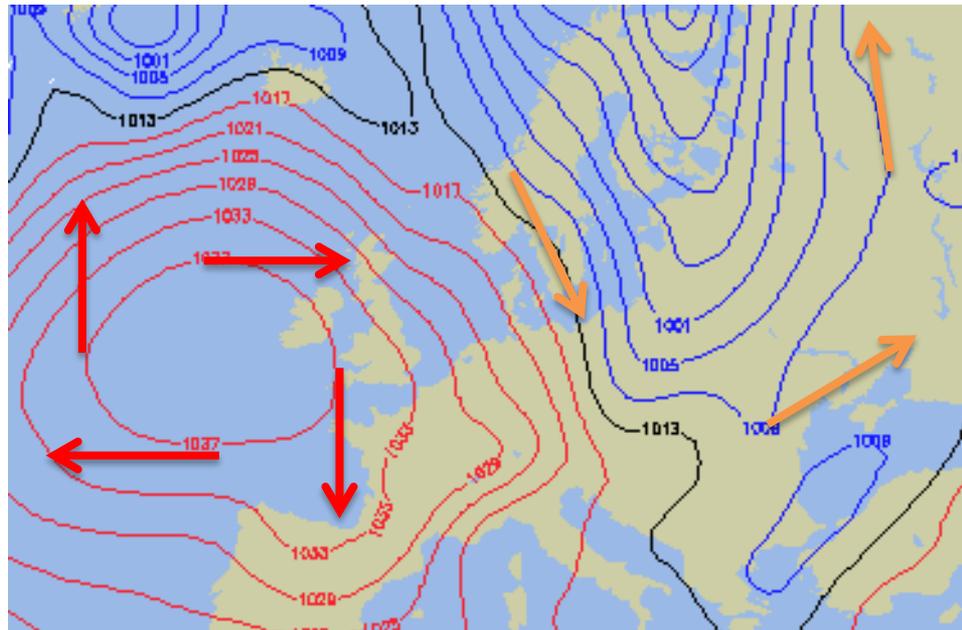
Les cause(s) du vent

- ✓ La première cause du vent est le gradient horizontal de pression, donnant une force motrice au vent
- ✓ Plus les isobares sont rapprochées, plus la force du vent est importante



Les cause(s) du vent (suite)

- ✓ Le vent subit également la force de Coriolis, due a la rotation de la terre, qui va modifier sa direction initiale
- ✓ Ainsi, il va finir par être parallèle aux isobares, il tourne, dans l'hémisphère nord dans le sens horaire autour des anticyclones, et antihoraire autour des dépressions

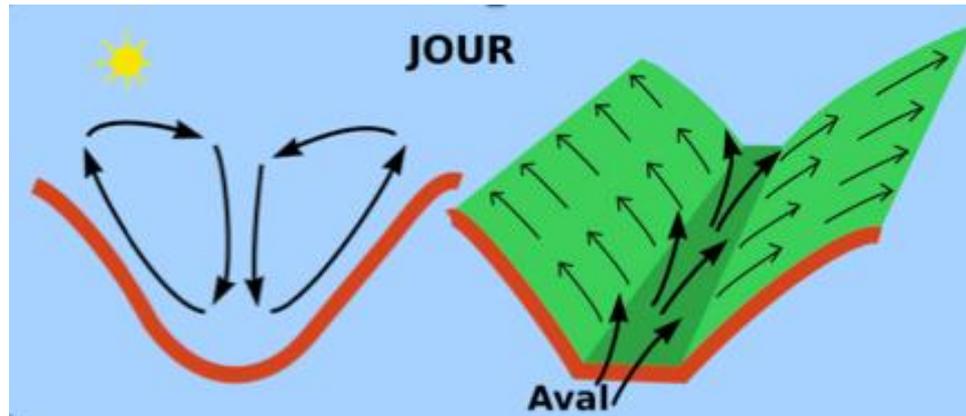


- ✓ C'est bien sûr l'inverse dans l'hémisphère sud !

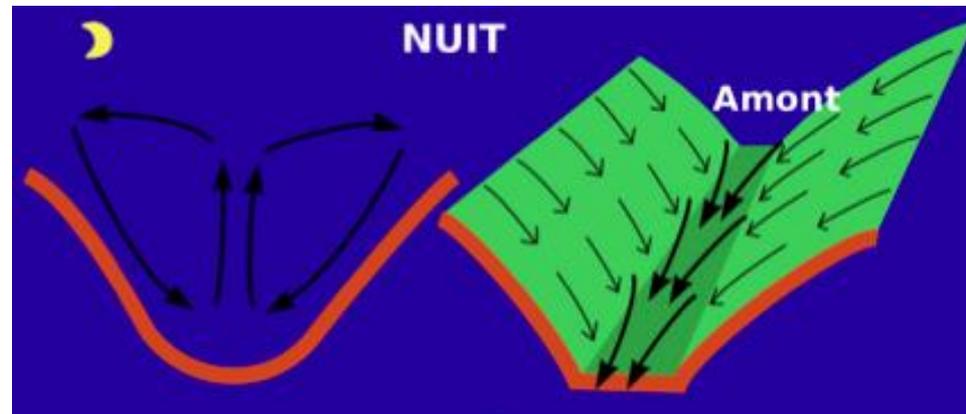
Les cause(s) du vent (suite et fin)

- ✓ Le vent a tendance à tourner sur sa droite au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude dans l'hémisphère nord, et sur sa gauche dans l'hémisphère sud
- ✓ Globalement et de manière générale, la force du vent augmente avec l'altitude

La brise de vallée et brise de montagne



Brise de vallée

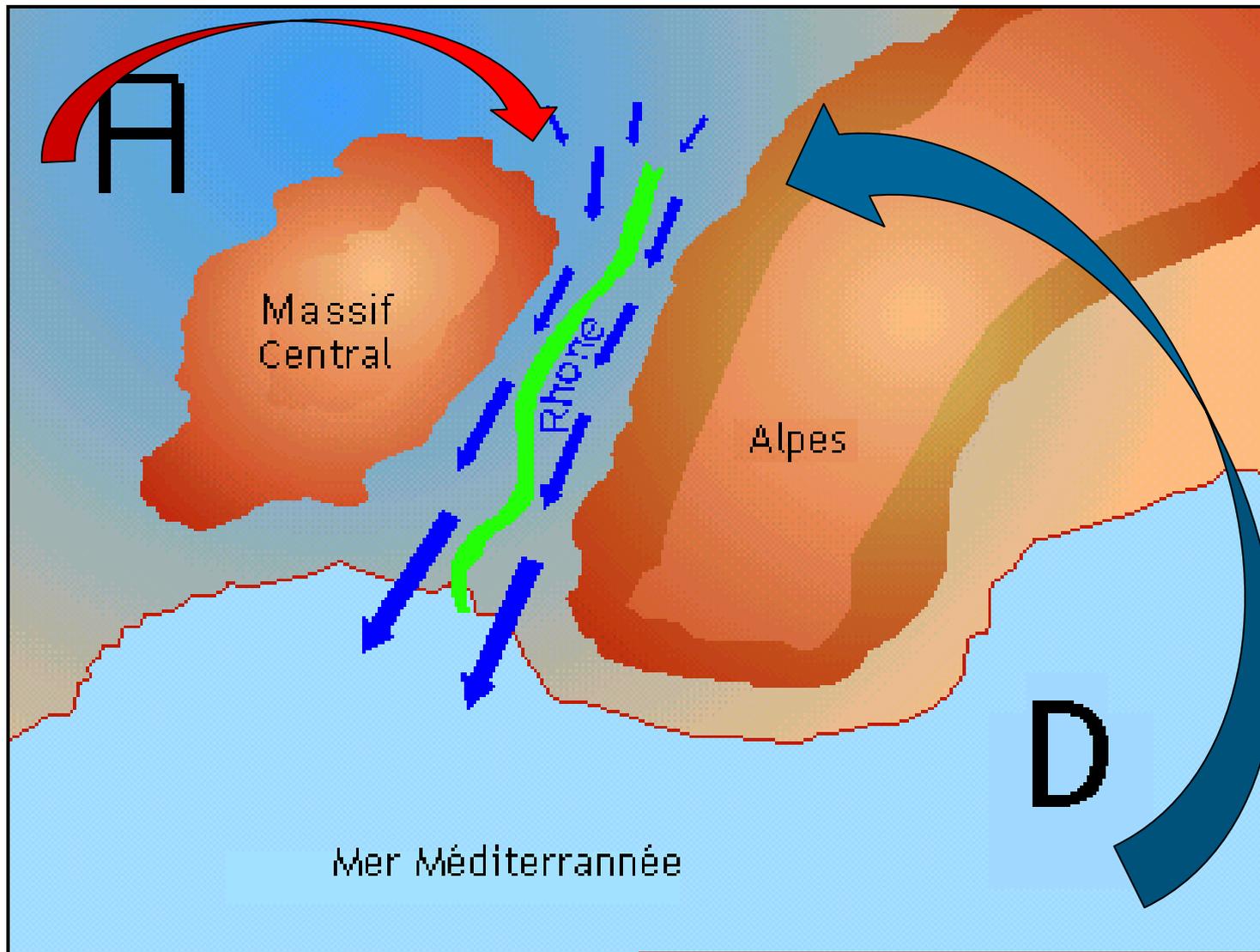


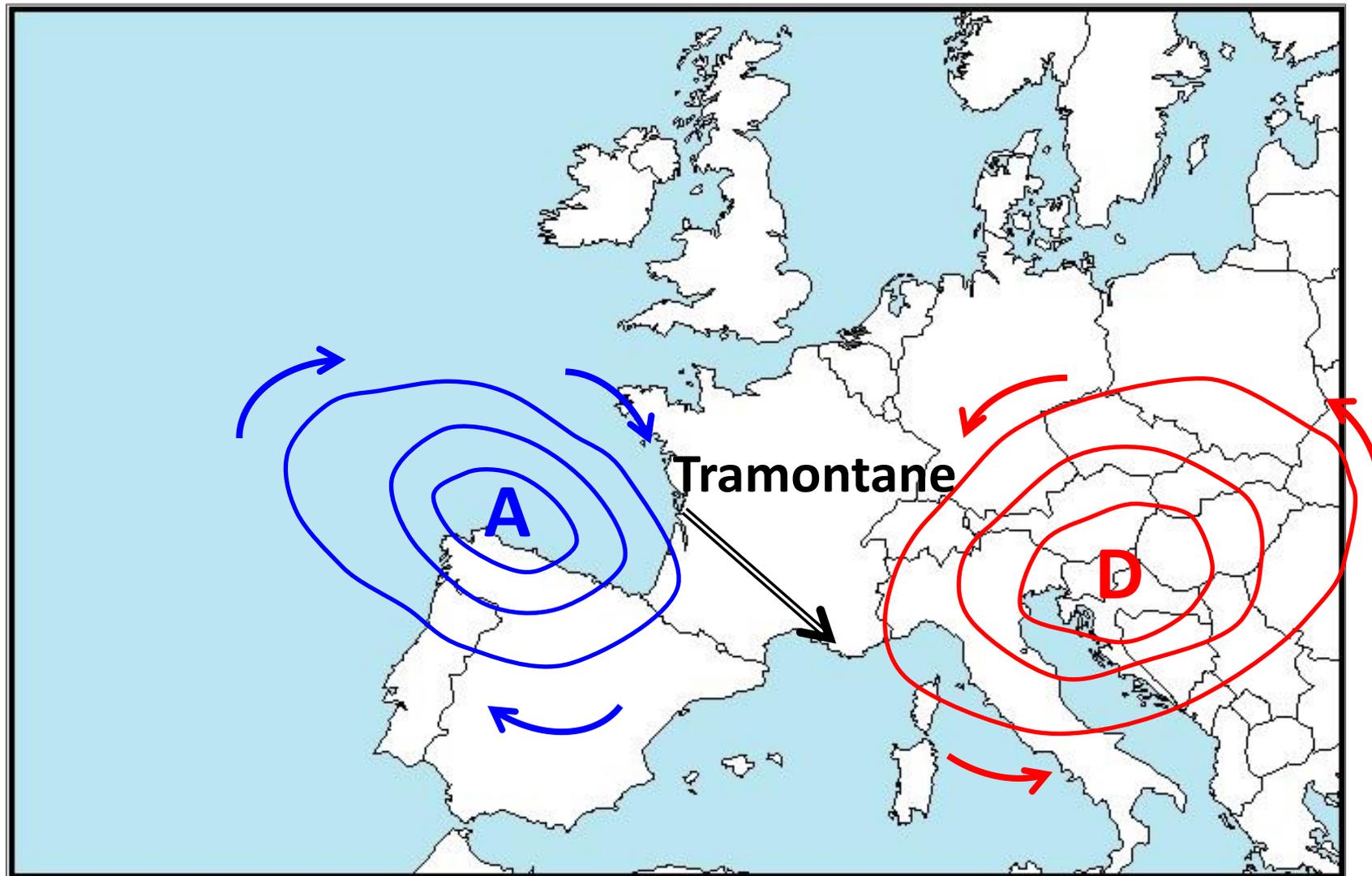
Brise de montagne

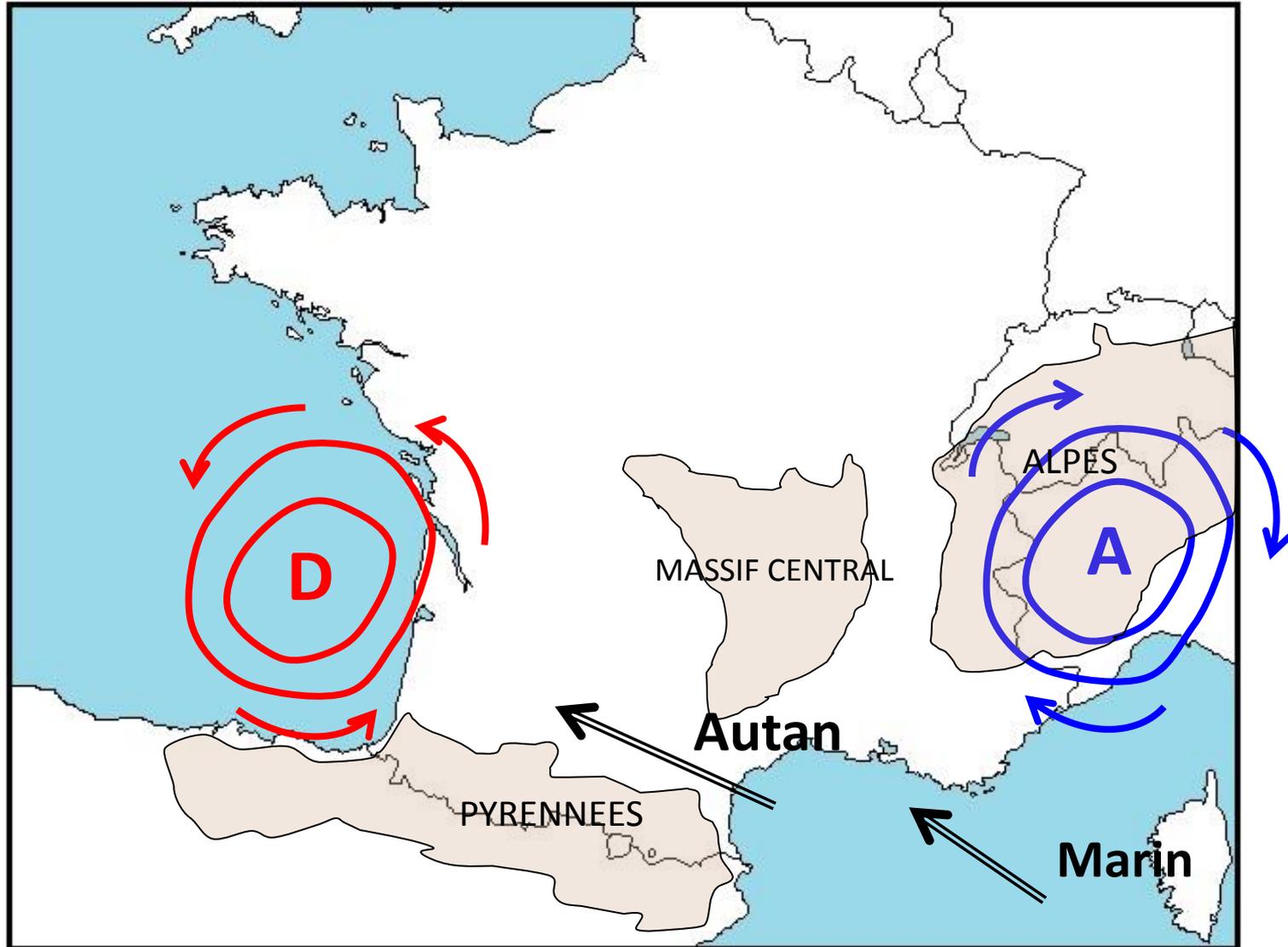
La brise de mer et la brise de terre

La brise de mer et la brise de terre

Le mistral



La tramontane

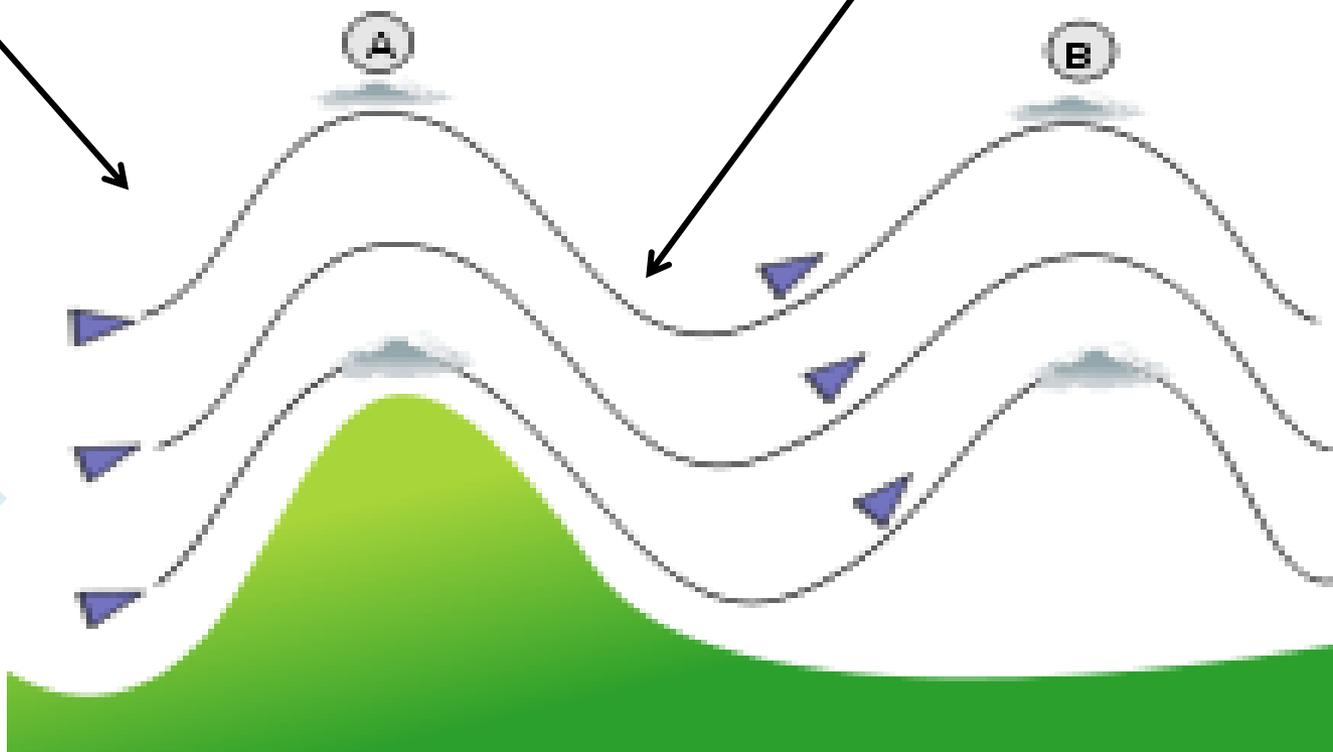
La tramontane

Le vent orographique

Côté au vent

Côté sous le vent

Vent de 20 à
30 kt

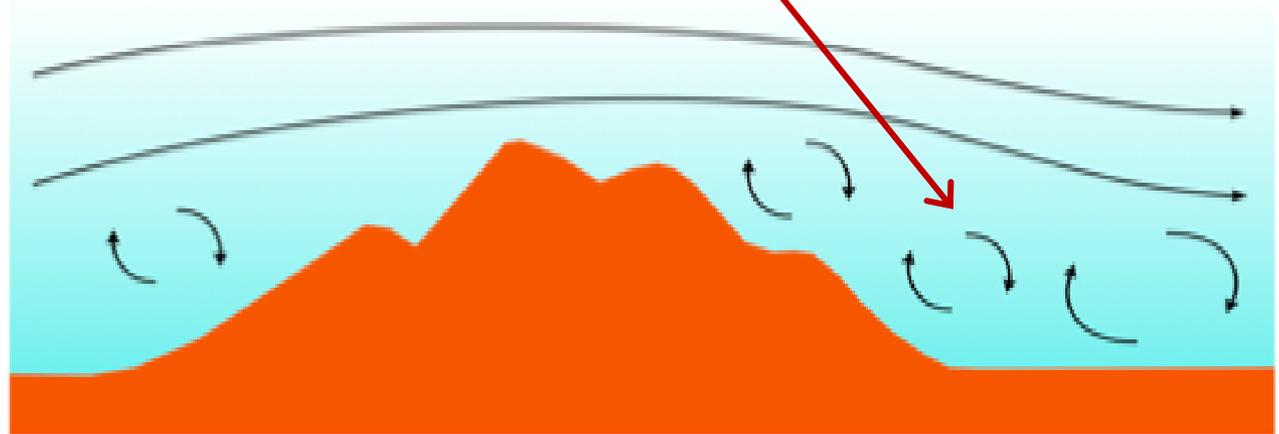


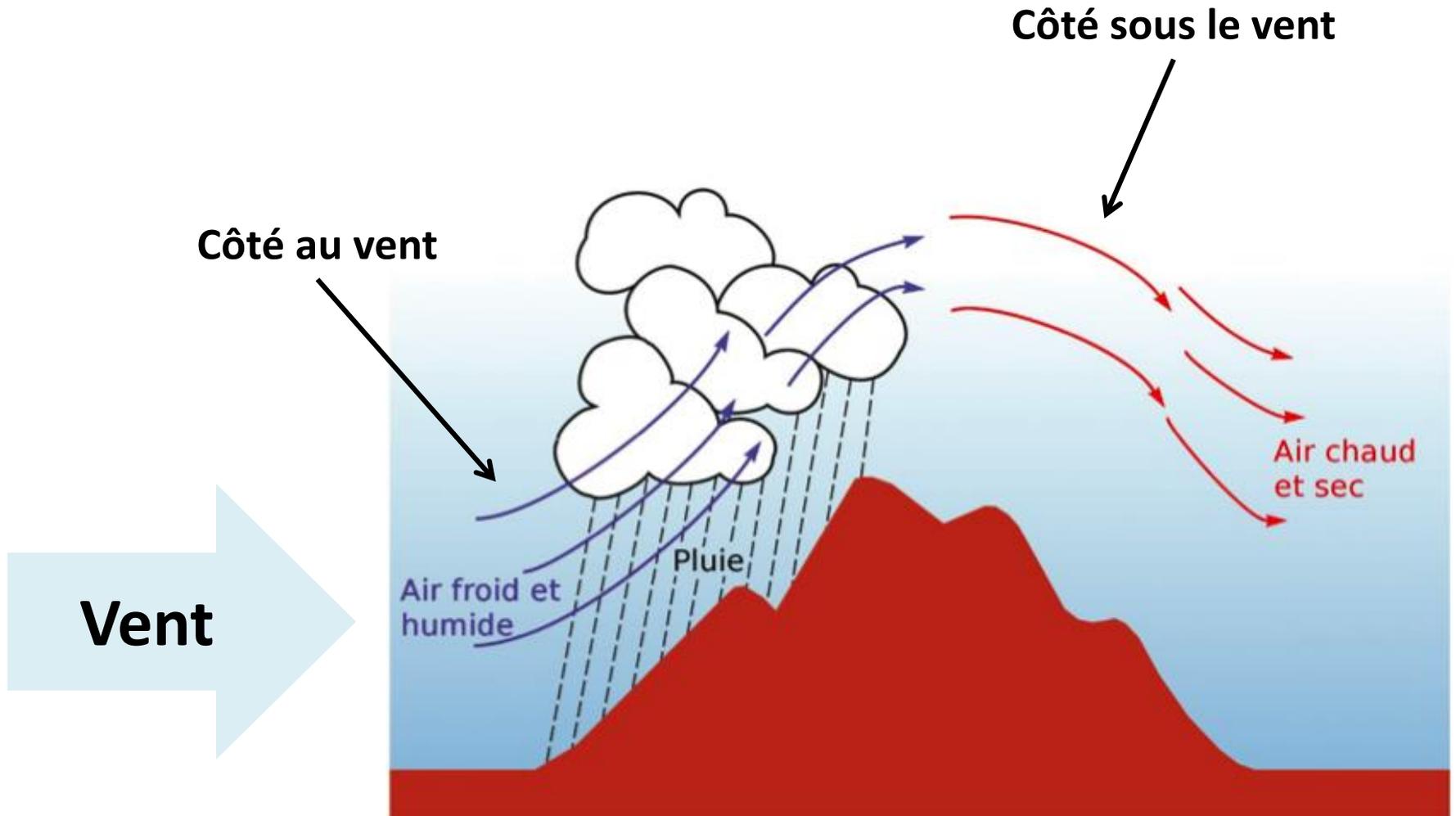
Le vent orographique



Forte turbulence dans la zone
des rotors → **DANGER !**

Vent de 20 à
30 kts



Le vent de foëhn

Communications

45 minutes

PLAN

- ✓ Principes de phraséologie
- ✓ Procédures opérationnelles
- ✓ Procédures d'urgence et de détresse
- ✓ Procédures en cas de panne radio

Définitions

- ✓ Autorisation du contrôle aérien (clairance)
 - Accord donné par un organisme de la circulation aérienne à une aéronef pour circuler ou manœuvrer dans des conditions spécifiées dans un espace contrôle

- ✓ Centre de contrôle
 - Assure le service du contrôle de la circulation aérienne pour les vols contrôlés

- ✓ Centre d'information de vol
 - Assure le service d'information de vol, qui consiste à fournir des avis et renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols

Définitions (suite)

- ✓ Collationnement :
 - Répétition de tout ou partie d'un message, par une station réceptrice, pour confirmer à la station émettrice que l'information a bien été reçu et comprise

- ✓ Transmission en l'air
 - Transmission effectuée par une station à l'attention d'une autre lorsqu'il n'est pas possible d'établir une communication bilatérale, mais qu'il est supposé que la station appelée soit en mesure de recevoir le message

| CODE Q | Signification |
|--------|---|
| QDM | Route magnétique pour atteindre une station |
| QDR | Relèvement magnétique par rapport à une station |
| QNH | Calage altimétrique par rapport au niveau de la mer |
| QFE | Calage altimétrique par rapport à un aérodrome |
| QFU | Piste en service (° magnétique) |

Définitions (suite et fin)

- ✓ Priorité des messages :
 - Message de détresse (Mayday Mayday Mayday ...)
 - Message d'urgence (PanPan PanPan PanPan ...)
 - Message du contrôle de la circulation aérienne
 - Message d'information de vol
 - Message entre exploitant d'aéronefs et pilotes

L'énoncé des nombres

- ✓ Comme dans la vie courante :
 - Altitudes : 4500ft -> « quatre mille cinq cents pieds »
 - Hauteur des nuages : sct 2300ft -> « deux mille trois cents pieds »
 - Visibilité : 2500m -> « deux mille cinq cents mètres »

- ✓ Avec virgule
 - Fréquence : 118,3 -> « unité unité huit décimale trois »

- ✓ Tout le reste chiffre par chiffre
 - Code transpondeur : 4212 -> « quatre deux unité deux »
 - Piste : 05 -> « piste zéro cinq »
 - Cap : 010° -> « cap zéro un zéro »
 - Niveau de vol : FL55 -> « niveau cinq cinq »

L'indicatif

- ✓ Station au sol
 - Emplacement + type de service rendu -> Tours tour, Paris contrôle etc. ...

- ✓ Avion
 - Immatriculation complète -> « F-BVLA »
 - Indicatif abrégé -> « F-BVLA » devient « F-LA »

- ✓ L'indicatif abrégé ne peut être utilisé que sur initiative du contrôleur, et seulement après le contact initial

La lisibilité

- ✓ L'échelle de lisibilité permet de décrire la qualité de réception des messages radio

| | |
|---|-----------------------|
| 1 | Illisible |
| 2 | Lisible par instant |
| 3 | Difficilement lisible |
| 4 | Lisible |
| 5 | Parfaitement lisible |

Les expressions conventionnelles

| Expression | Signification |
|--------------------------|---|
| Accusez réception | Confirmez que vous avez reçu et compris le message |
| Autorisé | Autorisé à poursuivre dans les conditions spécifiées |
| Maintenez | Continuez conformément aux conditions spécifiées (ex maintenez position point d'arrêt 06) |
| Affirme | Oui |
| Négatif | Non |
| Collationner | Répétez tout ou une partie du message |
| Roger | Message reçu |
| Attendez (ou Standby) | Attendez que je vous rappelle |
| Wilco | Le Message compris et sera exécuté |

Le collationnement

- ✓ Il sert à répéter tout ou partie d'un message pour confirmer que le destinataire en ait bien compris son contenu

- ✓ On collationne obligatoirement :
 - Les calages altimétrique
 - Le code transpondeur
 - Les altitudes, caps, vitesses
 - Les autorisations
 - La piste en service
 - La fréquence à contacter
 - Les restrictions du contrôleur

Le message de détresse

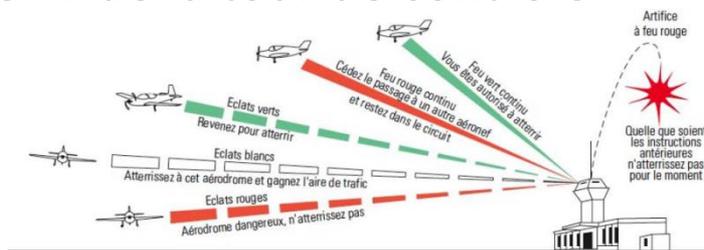
- ✓ **Une détresse nécessite une assistance immédiate**
- ✓ Il est en général transmis sur une **fréquence air-sol active**, ou à défaut sur **121.500 MHz**
- ✓ Structure du message :
 - Mayday Mayday Mayday
 - Nom de la station appelée
 - Indicatif de l'aéronef
 - Nature de la détresse
 - Position, altitude et cap
 - Intentions du commandant de bord
 - Informations complémentaires (nombre de passagers etc. ..., si possible)

Le message de d'urgence

- ✓ Une urgence peut présenter un danger pour l'aéronef, mais ne nécessite pas une assistance immédiate
- ✓ Il est en général transmis sur une **fréquence air-sol active**, ou à défaut sur **121.500 MHz**
- ✓ Structure du message :
 - PanPan PanPan PanPan
 - Nom de la station appelée
 - Indicatif de l'aéronef
 - Nature de l'urgence
 - Position, altitude et cap
 - Intentions du commandant de bord
 - Informations complémentaires et utiles (nombre de passagers etc. ..., si possible)

Procédure en cas de panne radio

- ✓ Lorsque l'avion ne parvient pas à établir la communication avec une station au sol, il cherchera à :
 - Revenir sur la dernière fréquence utilisée
 - En cas d'échec, communiquer sur une autre fréquence appropriée à sa route
 - En cas de nouvel échec, transmettre le message deux fois sur la fréquence désignée, en faisant apparaître l'expression « Transmission en l'air », tout en indiquant ses intentions
 - Afficher 7600 au transpondeur
 - Suivre la dernière clairance reçue
 - Porter une surveillance accrue aux éventuels signaux visuels qui pourrait provenir de la tour de contrôle



Aérodynamique et mécanique du vol

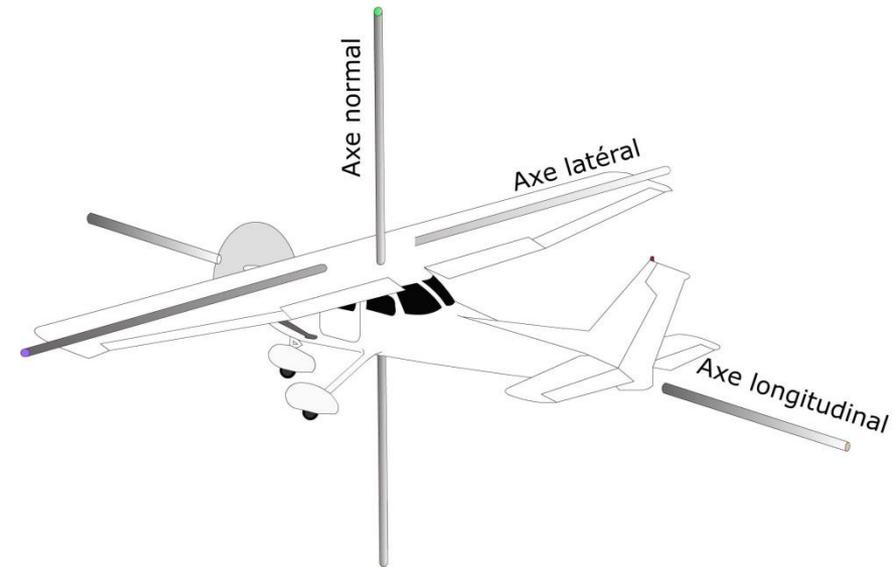
1 heure 10 minutes

PLAN

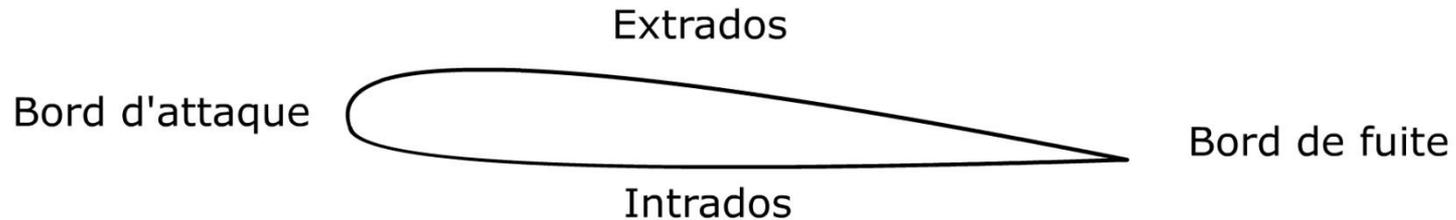
- ✓ Définitions d'aérodynamique
- ✓ Coefficients aérodynamiques
- ✓ Trainées
- ✓ Effet de sol
- ✓ Décrochage
- ✓ Mécanique du vol

Les trois axes

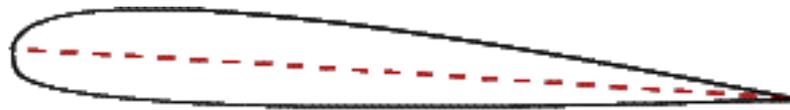
- ✓ Envol, l'avion évolue autour de son centre de gravité
- ✓ L'axe longitudinal ou de roulis
- ✓ L'axe latéral ou de tangage
- ✓ L'axe normal ou de lacet



- ✓ **Profil** : forme aérodynamique en 2D capable de produire de la portance efficacement

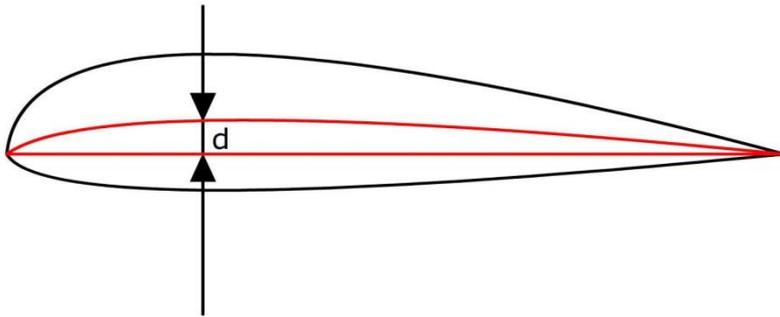


- ✓ **Corde de profil** : ligne joignant le bord d'attaque au bord de fuite du profil

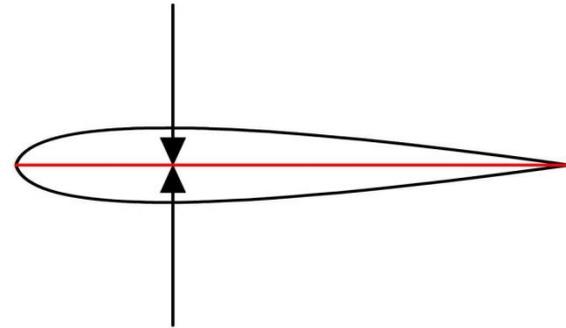


- ✓ **Corde Moyenne Aérodynamique (MAC pour Mean Aerodynamical Chord)** : corde d'une aile équivalente de forme rectangulaire possédant les mêmes caractéristiques aérodynamiques que l'aile étudiée

- ✓ **Ligne de courbure (ou ligne moyenne)** : ligne joignant les points situés à égale distance de l'extrados et de l'intrados.



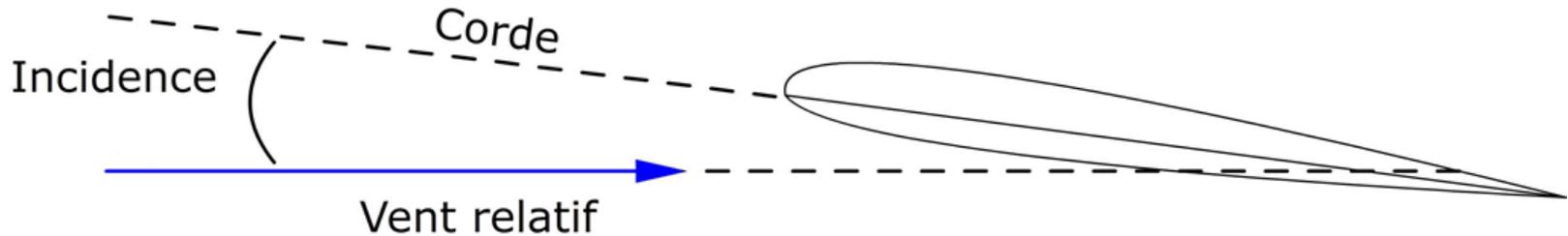
Profil dissymétrique



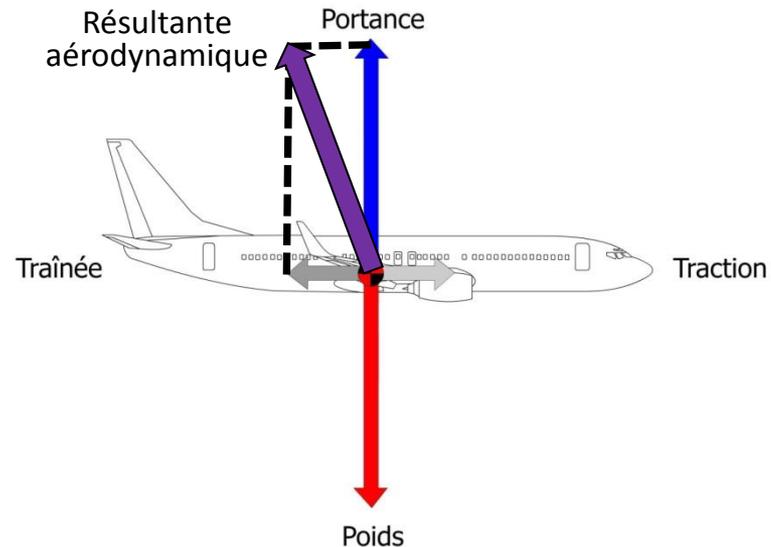
Profil symétrique

- ✓ **Courbure** : distance entre la ligne de courbure et la corde
- Courbure nulle -> profil symétrique
 - Courbure > 0 -> profil dissymétrique

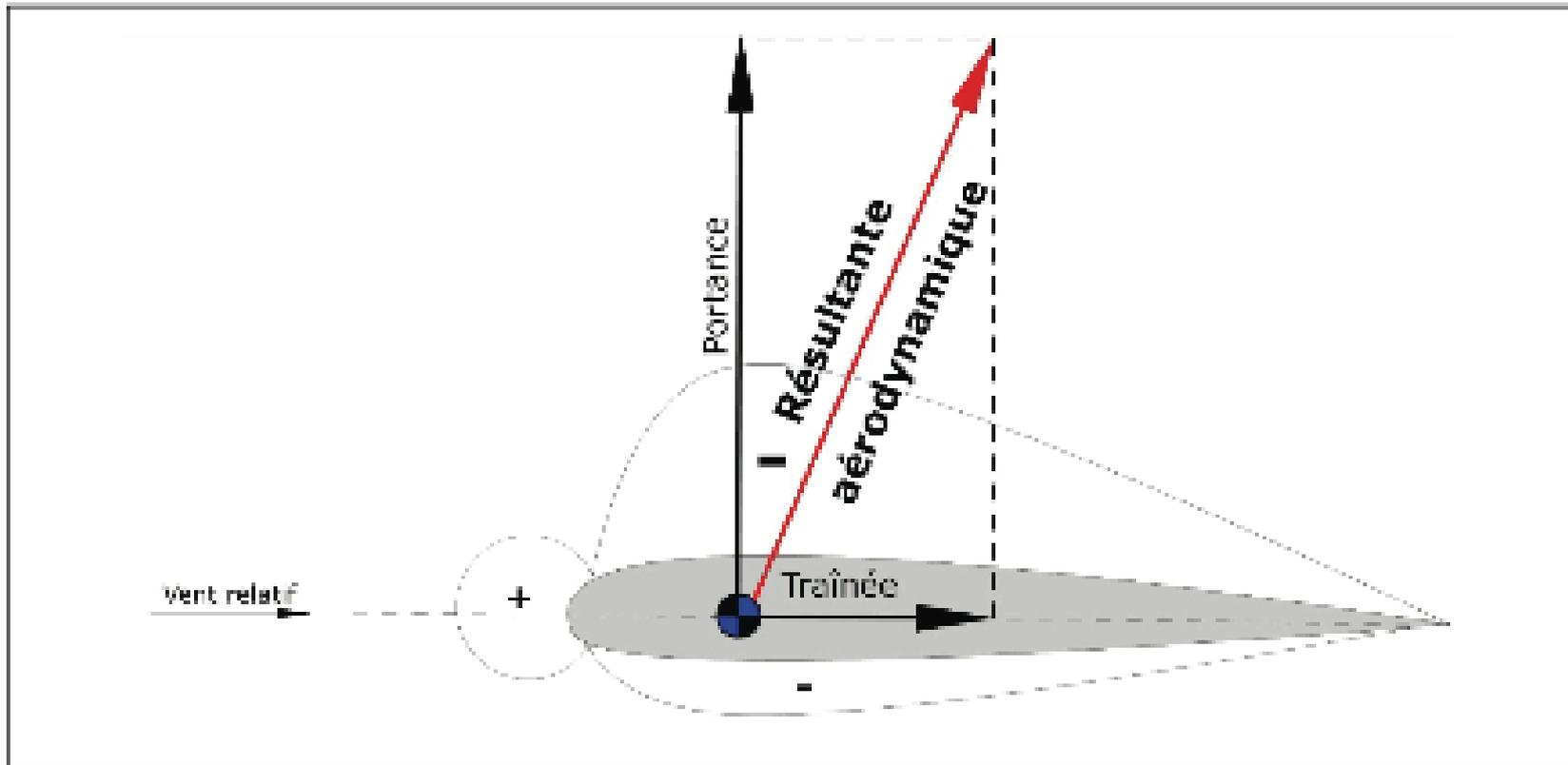
- ✓ **Incidence** : angle entre la direction de l'écoulement d'air et la corde de profil



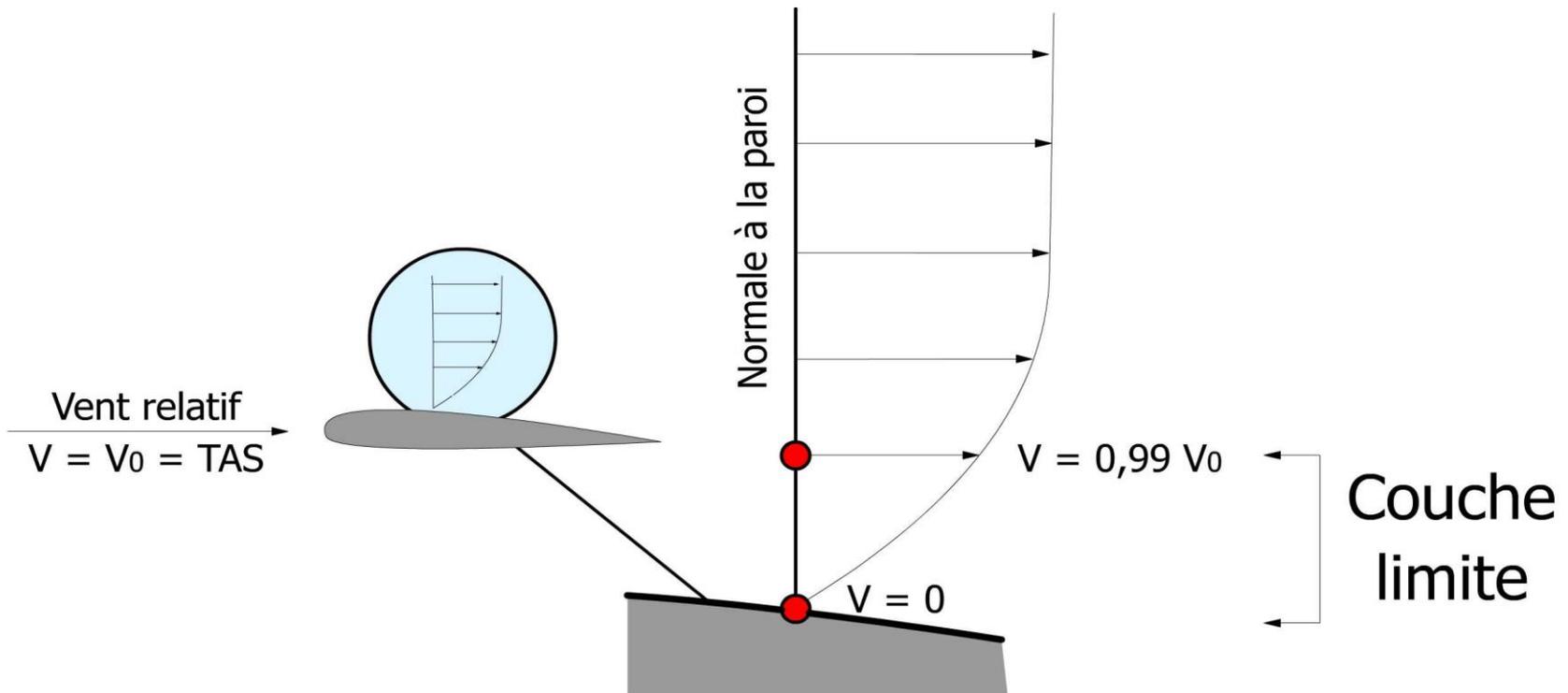
- ✓ **Portance et traînée**: composantes issues de la décomposition de la résultante aérodynamique



- ✓ **Centre de poussée** : point d'application de la résultante aérodynamique d'une aile

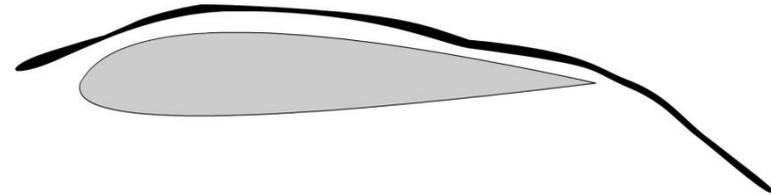


- ✓ **Couche limite** : couche d'air proche du profil pour laquelle la vitesse s'étend de 0 à 99% de la vitesse d'écoulement de l'air



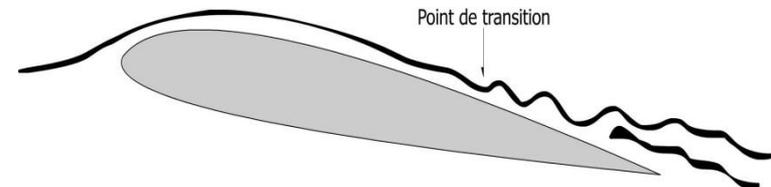
✓ **Ecoulement laminaire :**

- Couches parallèles les unes aux autres
- Création de portance
- Peu de trainée



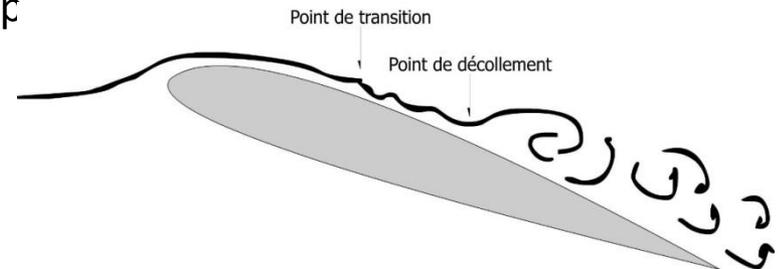
✓ **Ecoulement turbulent :**

- Ecoulement perturbé par une incidence élevée
- Création de portance toujours possible
- Trainée supérieure



✓ **Ecoulement tourbillonnaire (décollé) :**

- Ecoulement perturbé par une incidence trop élevée
- Création de portance impossible
- Trainée très forte



Formule de la portance

$$F_Z = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C_Z$$

Force de portance
(en N)

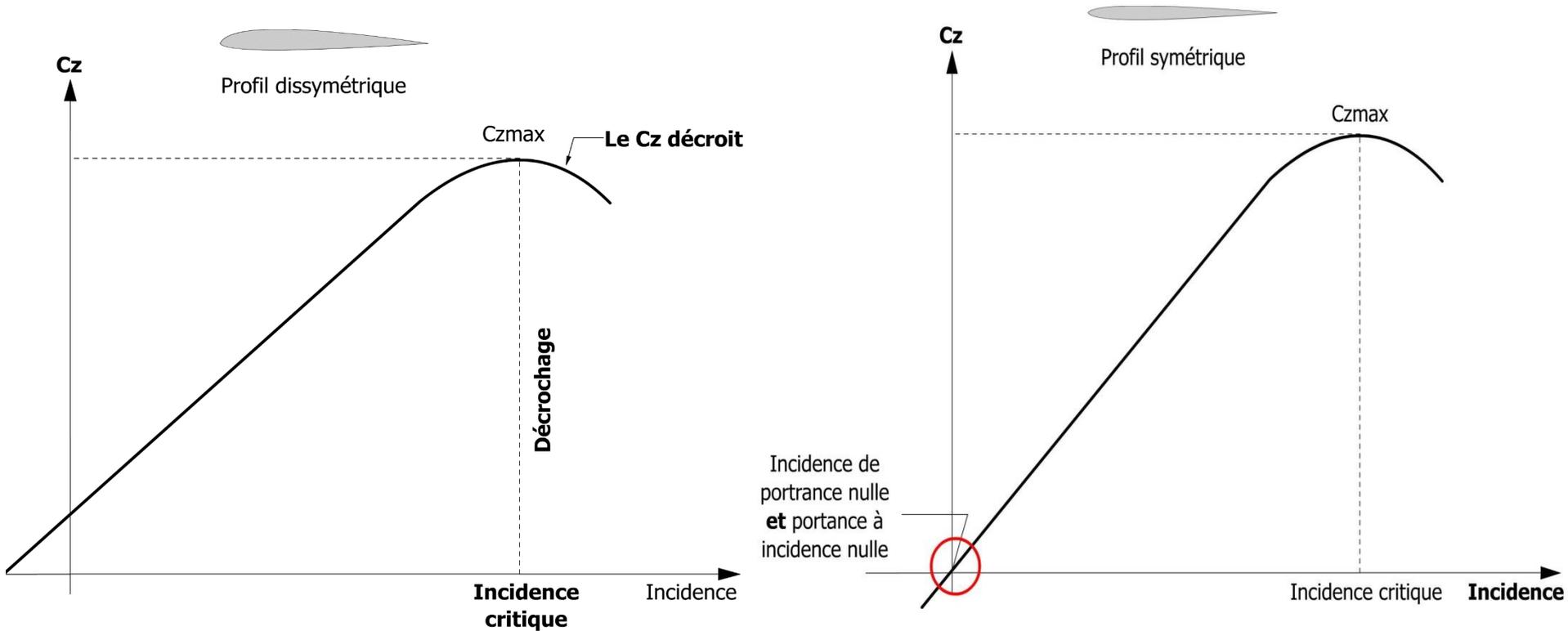
**Pression
aérodynamique**
(en hPa)

**Surface
alaire**
(en m²)

**Coefficient de
portance**
(sans dim.)

Coefficient de portance (C_z)

$$F_Z = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C_Z$$



Relation Cz-vitesse-incidence

$$F_z = \frac{1}{2} \rho V^2 \times S \times C_z$$

Constante

X 2

X 4

X 1/4

- ✓ Si la vitesse augmente, l'incidence doit diminuer pour maintenir le palier
- ✓ Si la vitesse diminue, l'incidence doit augmenter pour maintenir le palier

Formule de la traînée

$$F_X = \frac{1}{2} \times \rho \times V^2 \times S \times C_X$$

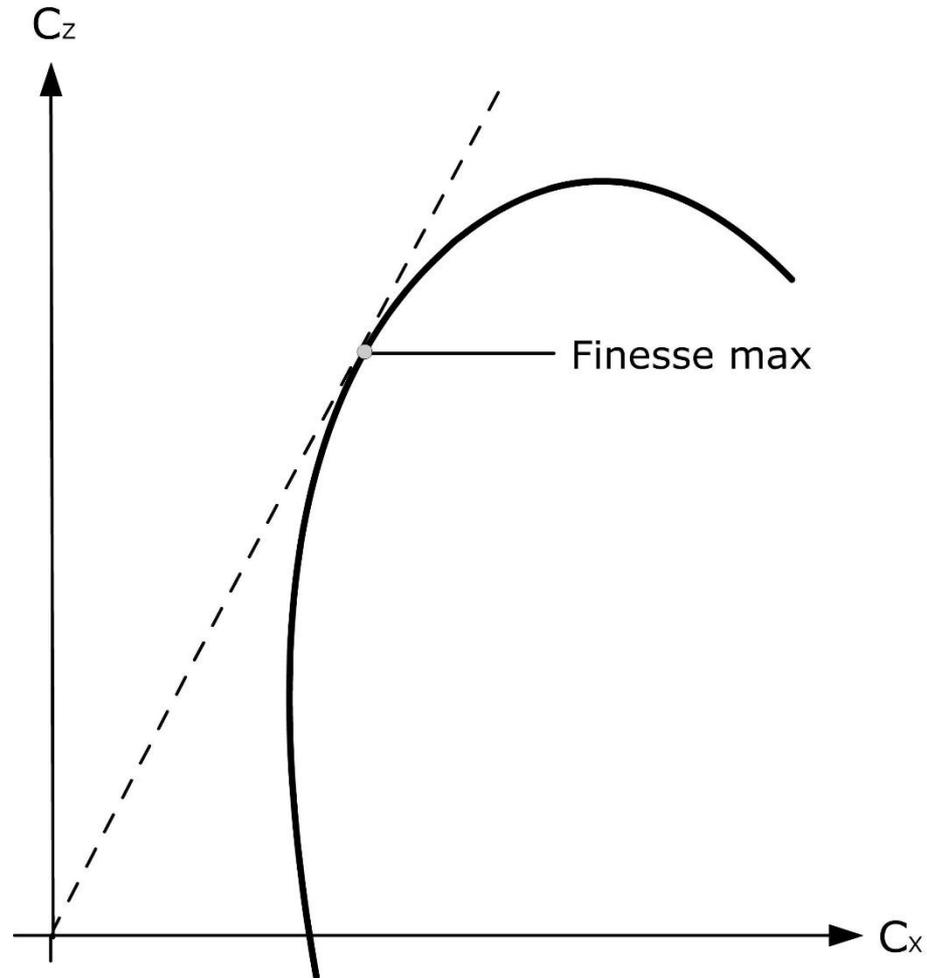
Force de traînée
(en N)

Pression aérodynamique
(en hPa)

Surface alaire
(en m²)

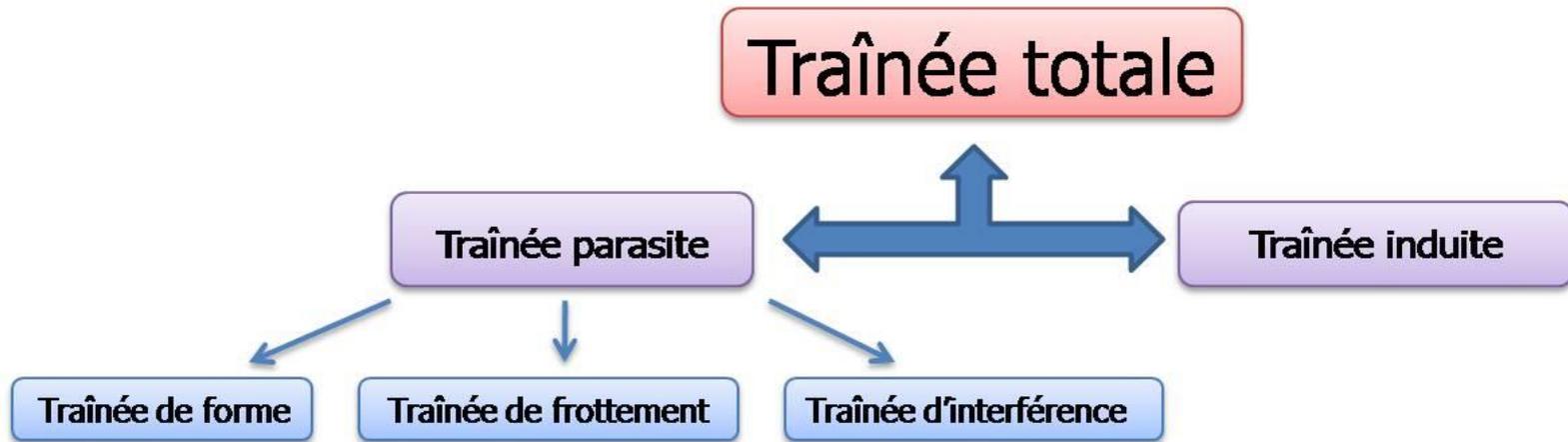
Coefficient de traînée
(sans dim.)

- ✓ Le coefficient de traînée dépend essentiellement :
- De la forme du profil
 - De l'incidence du profil

Courbe polaire

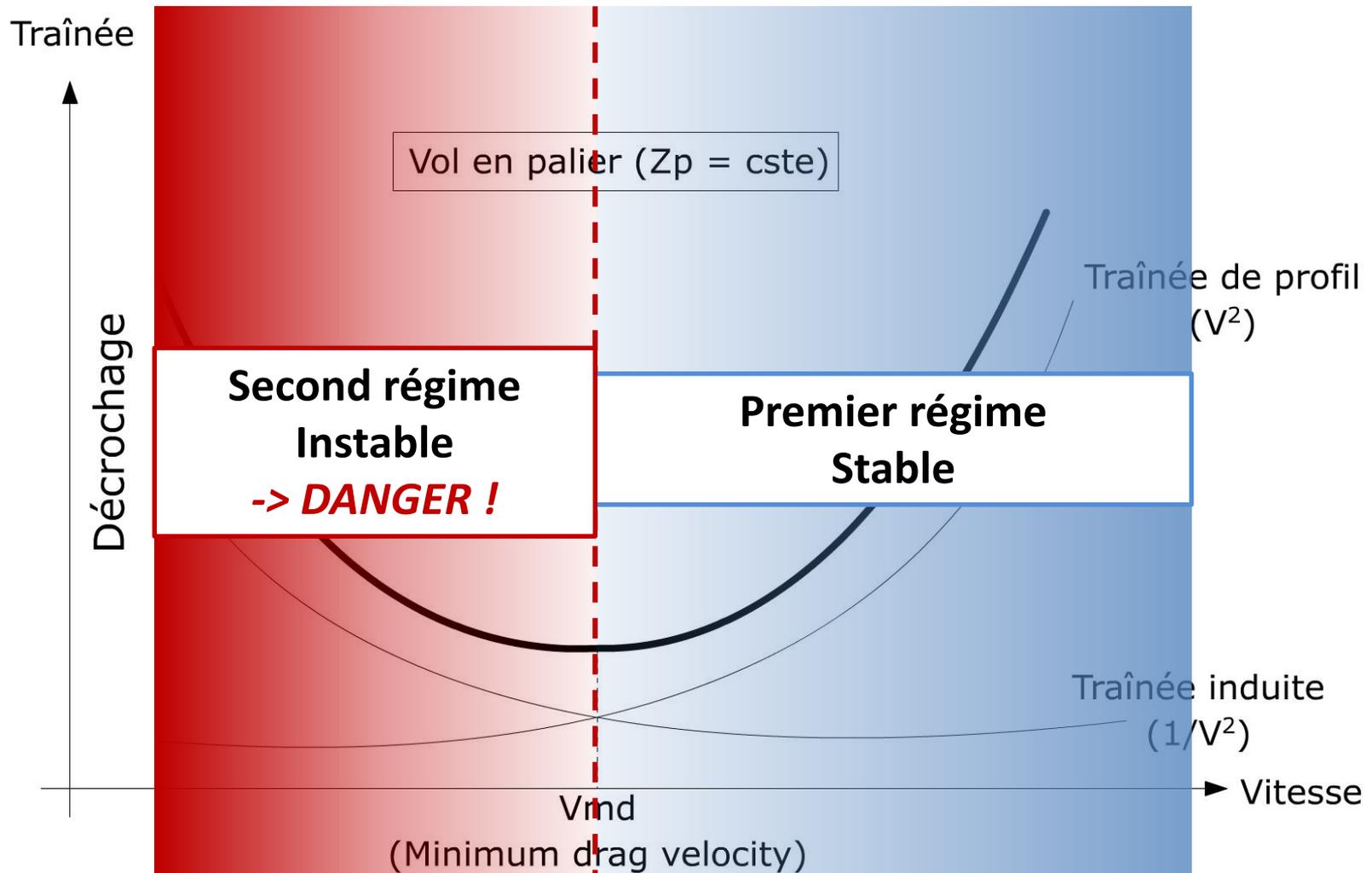
Présentation

- ✓ Les différentes trainées :

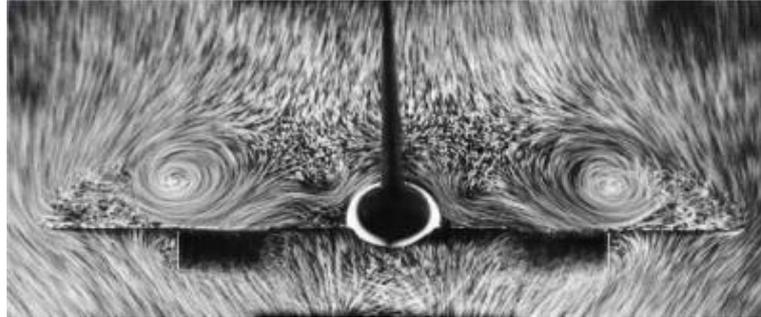


- ✓ La trainée parasite est due à la présence dans un écoulement d'air d'un profil (plus ou moins aérodynamique)
- ✓ La trainée induite dépend de la création de portance du profil

Trainées en fonction de la vitesse

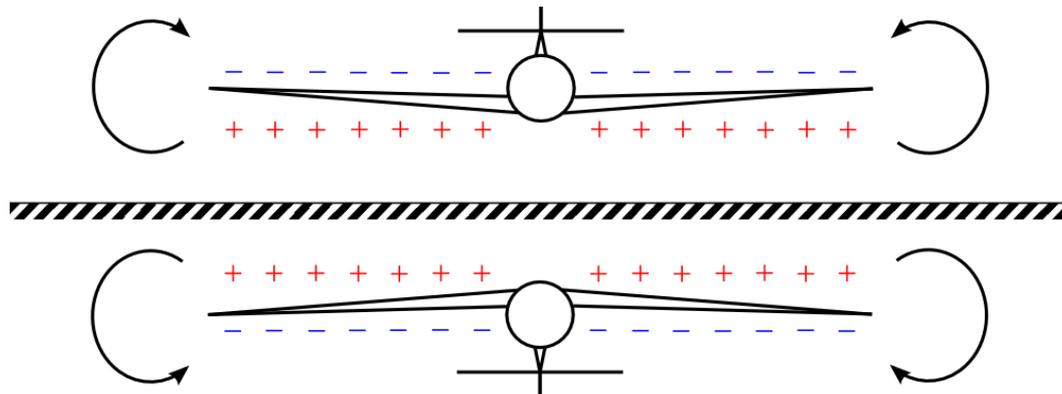


Présentation



Source: ©ONERA/Henri Werlé

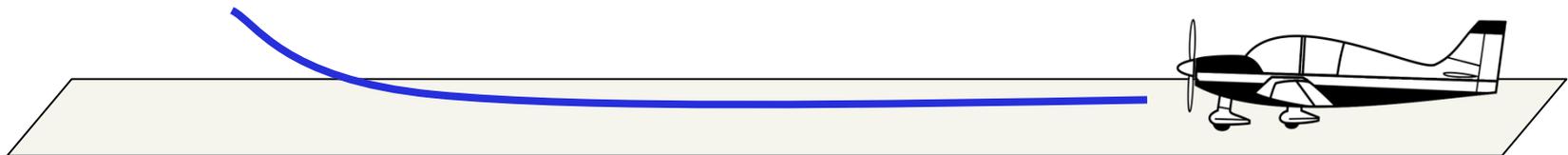
✓ Tourbillons marginaux -> trainée induite



✓ Effet de sol -> le sol perturbe les tourbillons marginaux, la trainée induite diminue et la portance augmente

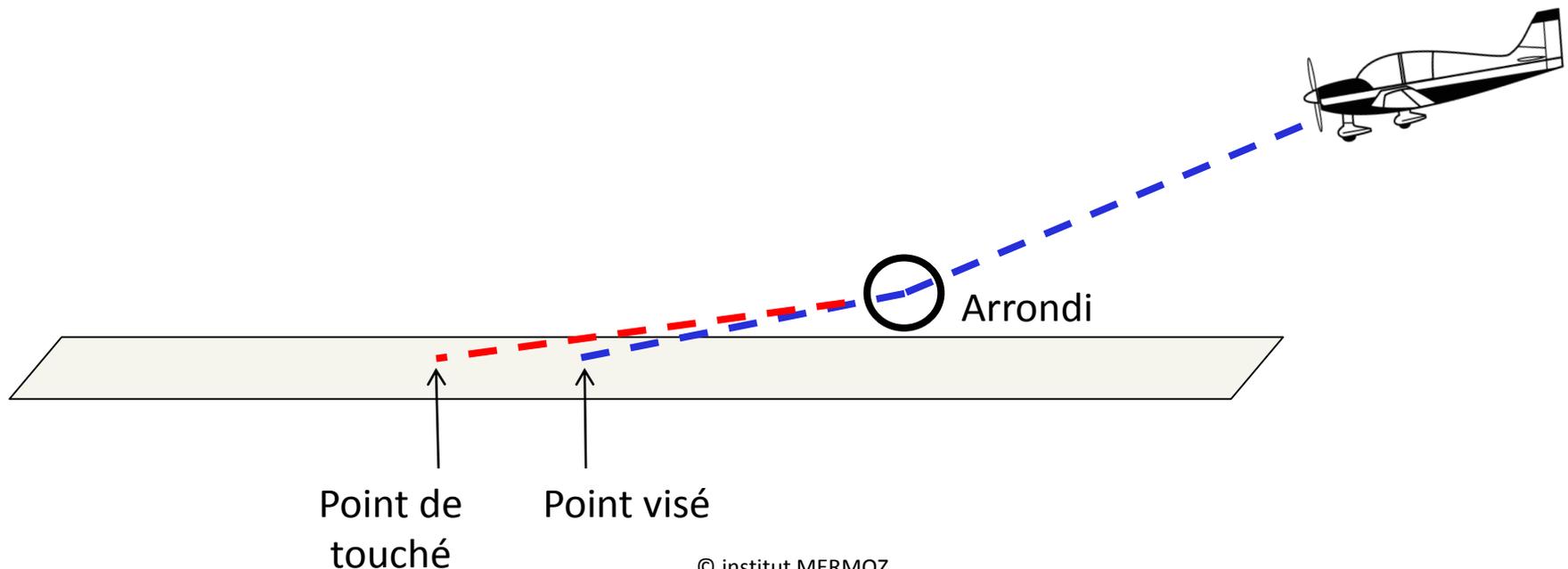
Effets au décollage

- ✓ La traînée induite apparaît au moment de la rotation, et donc avec elle l'apparition des tourbillons marginaux
- ✓ Ces tourbillons vont générer dès que l'on quitte l'effet de sol en montée, une traînée supplémentaire à prendre en compte

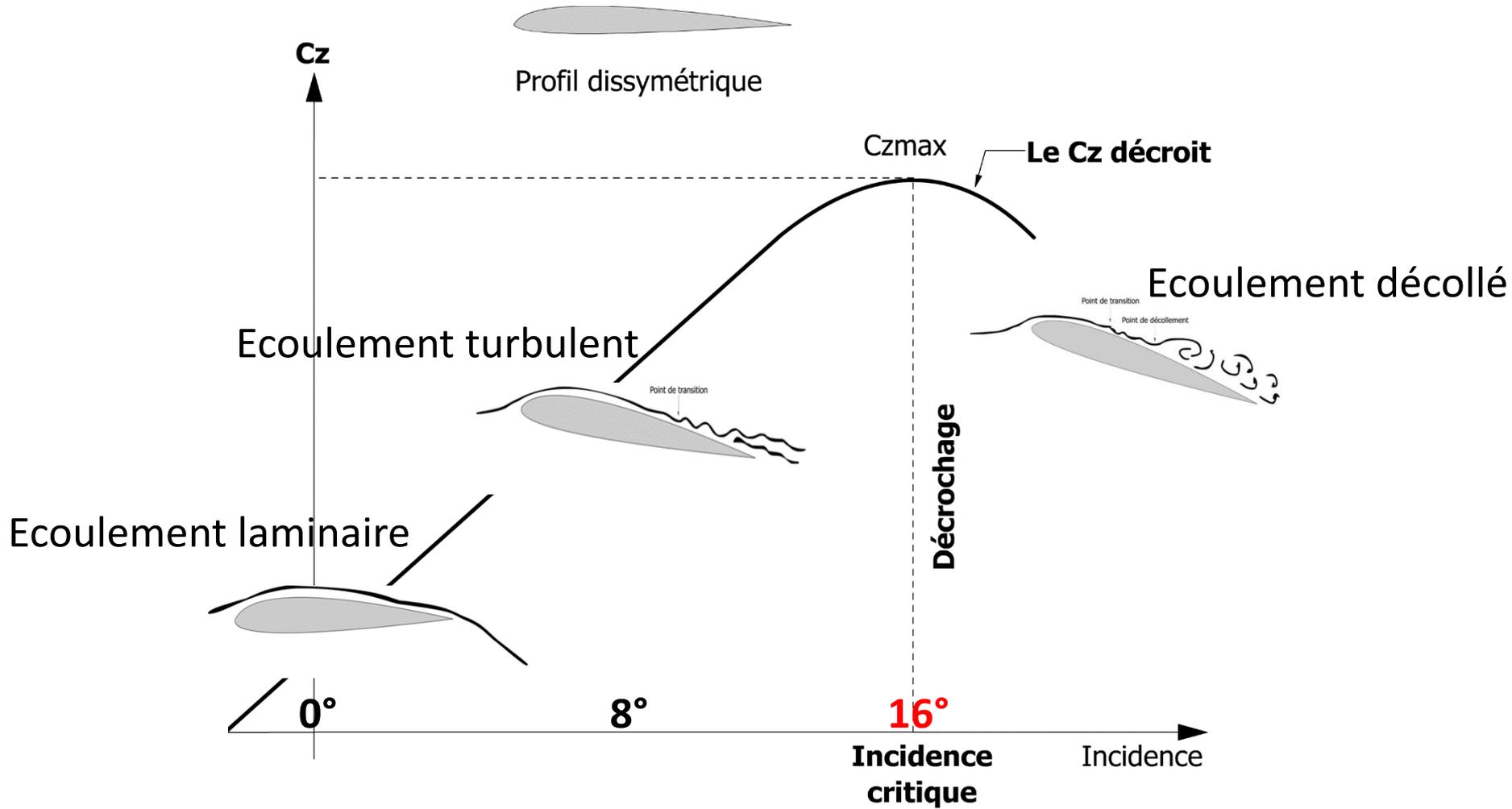


Effets à l'atterrissage

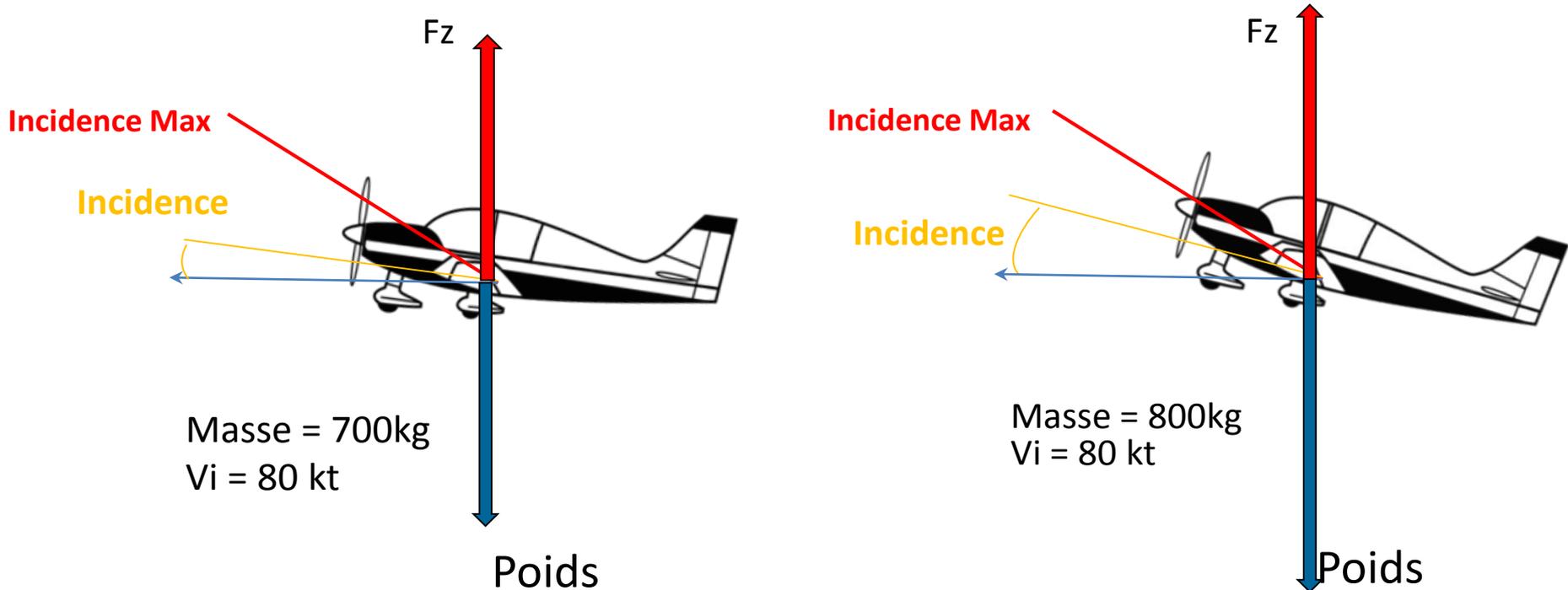
- ✓ La traînée induite diminue quand l'avion est très proche du sol, au moment de l'arrondi
- ✓ Le point visé peut donc se retrouver décaler si ces effets ne sont pas anticipés, et la distance d'atterrissage augmente



Principe général



Influence de la masse

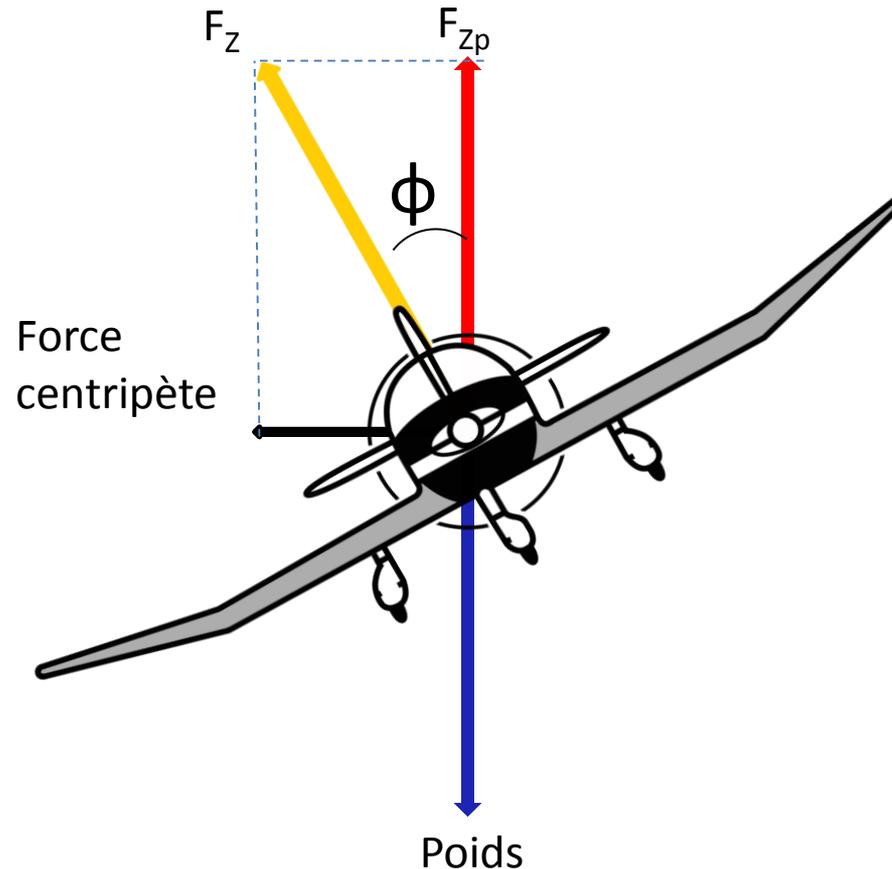


Si la masse augmente, la vitesse de décrochage augmente !

Influence du facteur de charge

$$n = \frac{F_z}{P}$$

$$V_s = V_{s1} \sqrt{n}$$

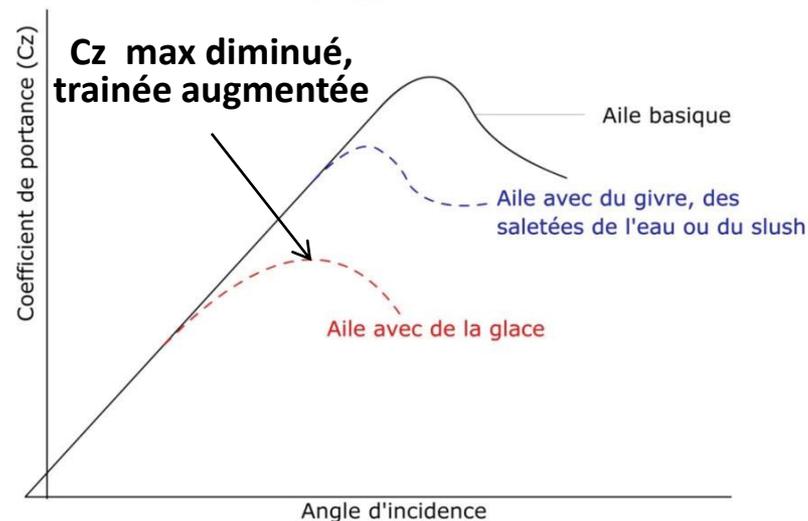


$$n = \frac{1}{\cos \phi}$$

Sous facteur de charge, la vitesse de décrochage augmente !

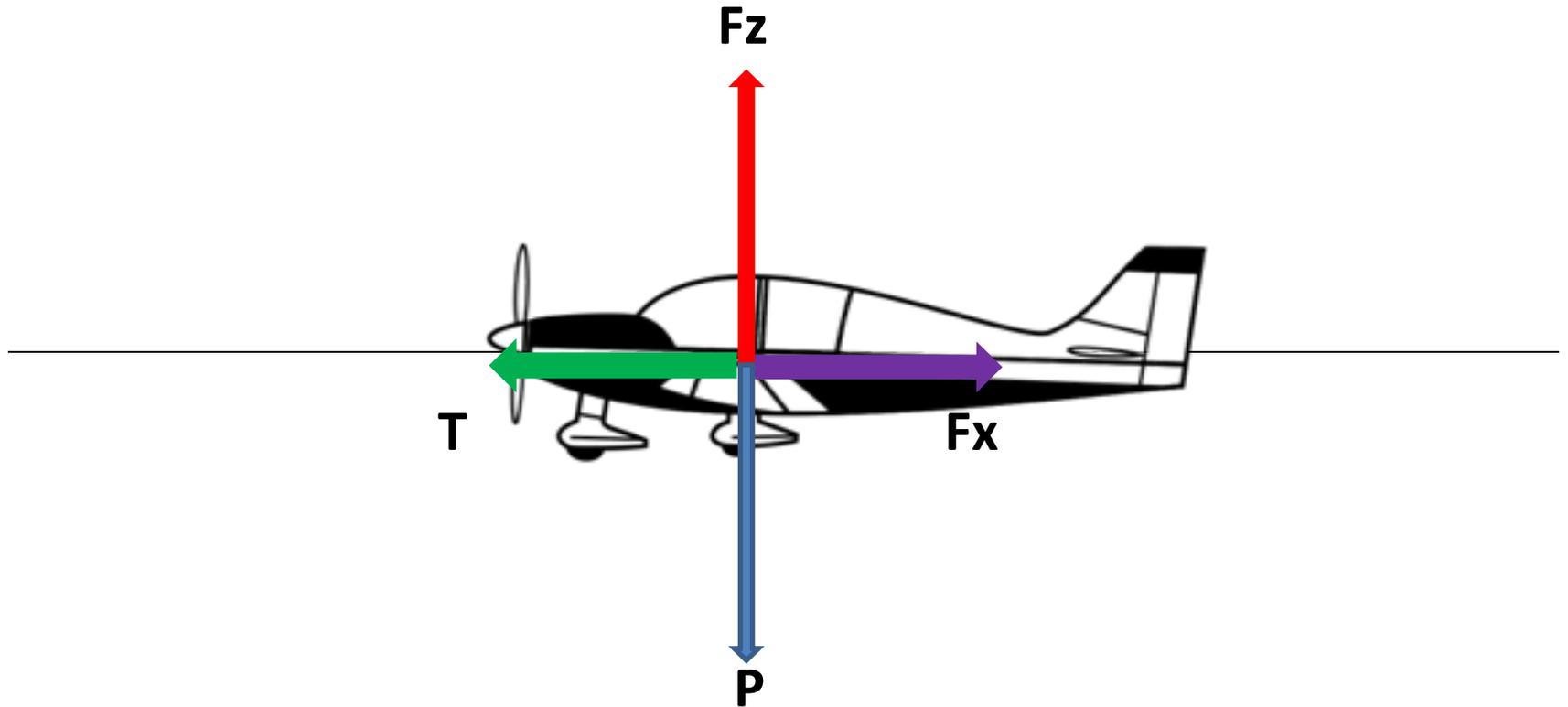
Effets du givrage

- ✓ La présence de givre va avoir les effets suivants :
 - Il augmente la masse de l'avion
 - Il déforme le profil de l'aile
 - Il diminue les stabilités longitudinales et latérales



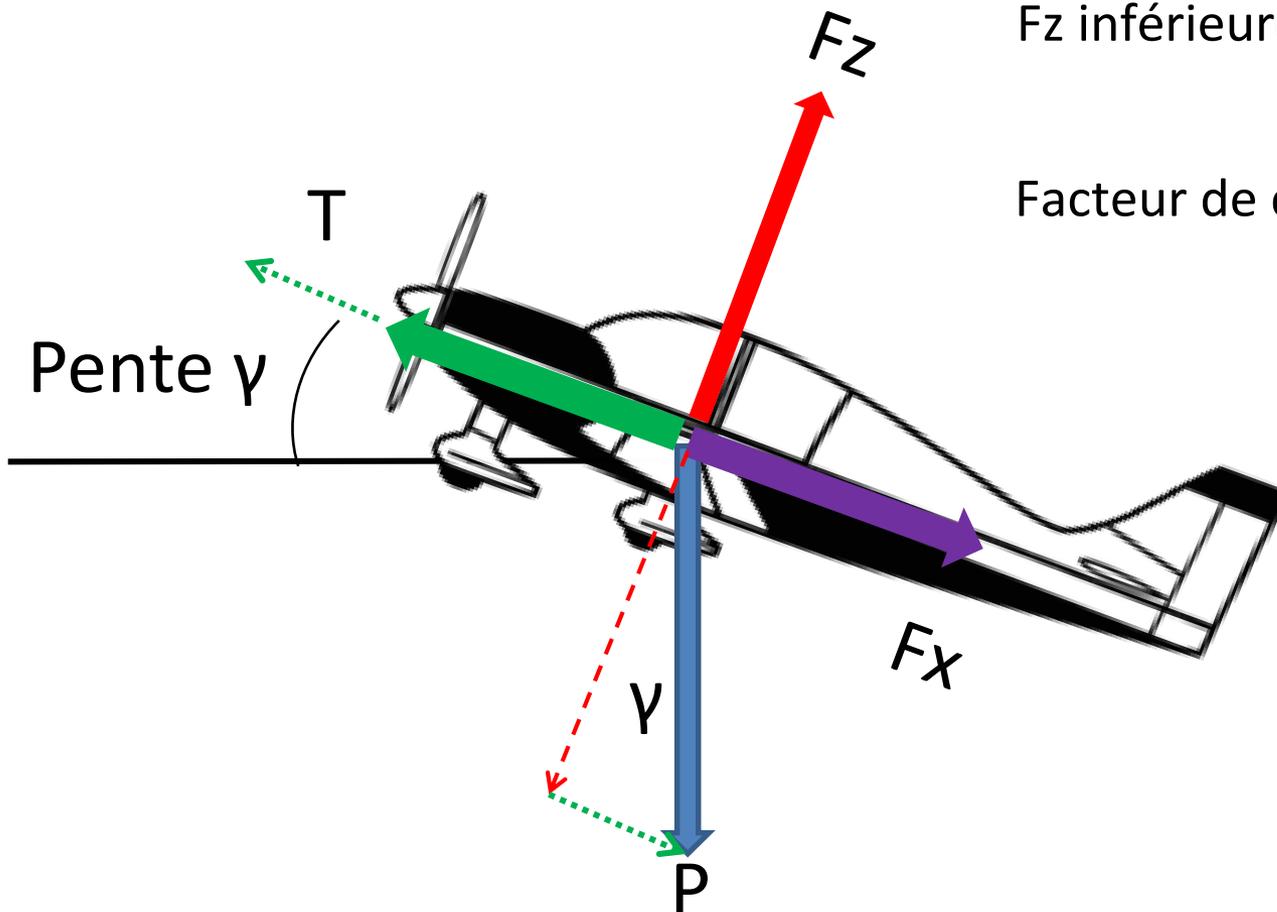
La vitesse de décrochage augmente !

Equilibre des forces



- ✓ La portance compense le poids
- ✓ La traction compense la traînée

Montée stabilisée



F_z inférieure au Poids : $F_z = P \times \cos(\gamma)$

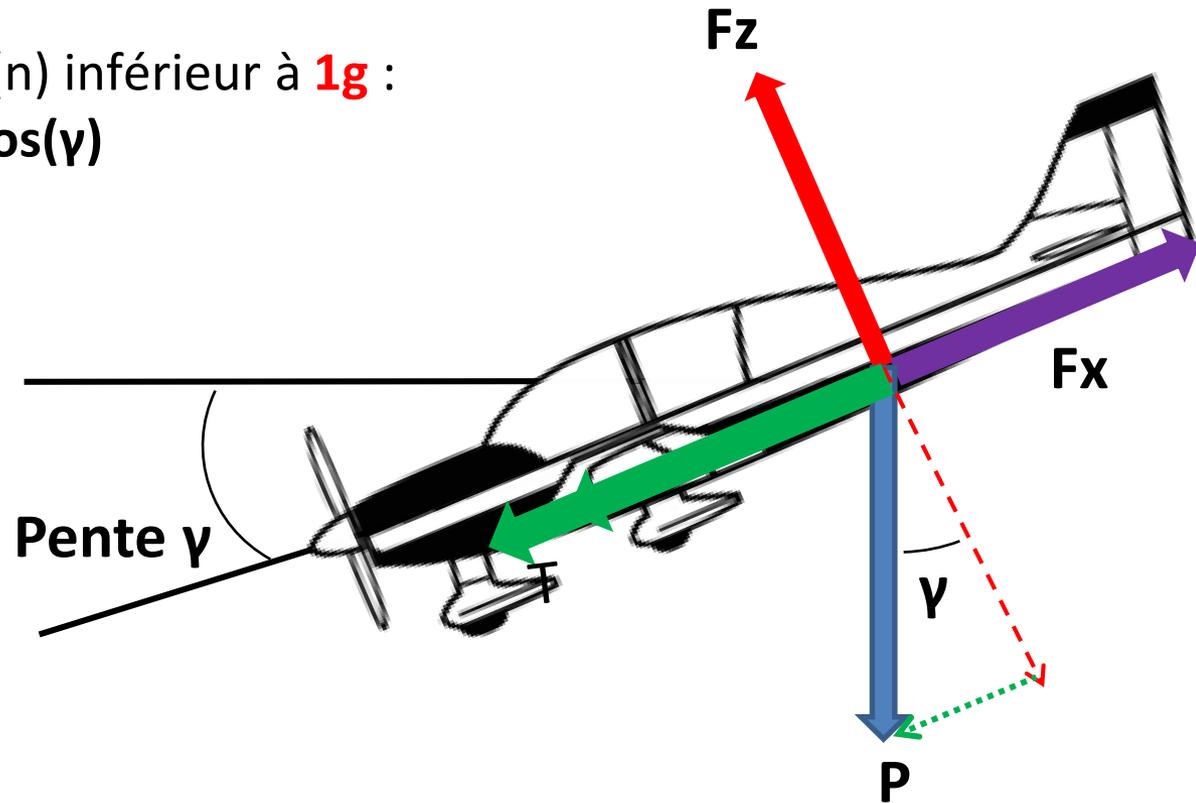
Facteur de charge (n) inférieur à **1g** :
 $n = \cos(\gamma)$

Il faut augmenter la puissance pour conserver la vitesse

Descente stabilisée

Fz inférieure au Poids : $Fz = P \times \cos(\gamma)$

Facteur de charge (n) inférieur à **1g** :
 $n = \cos(\gamma)$

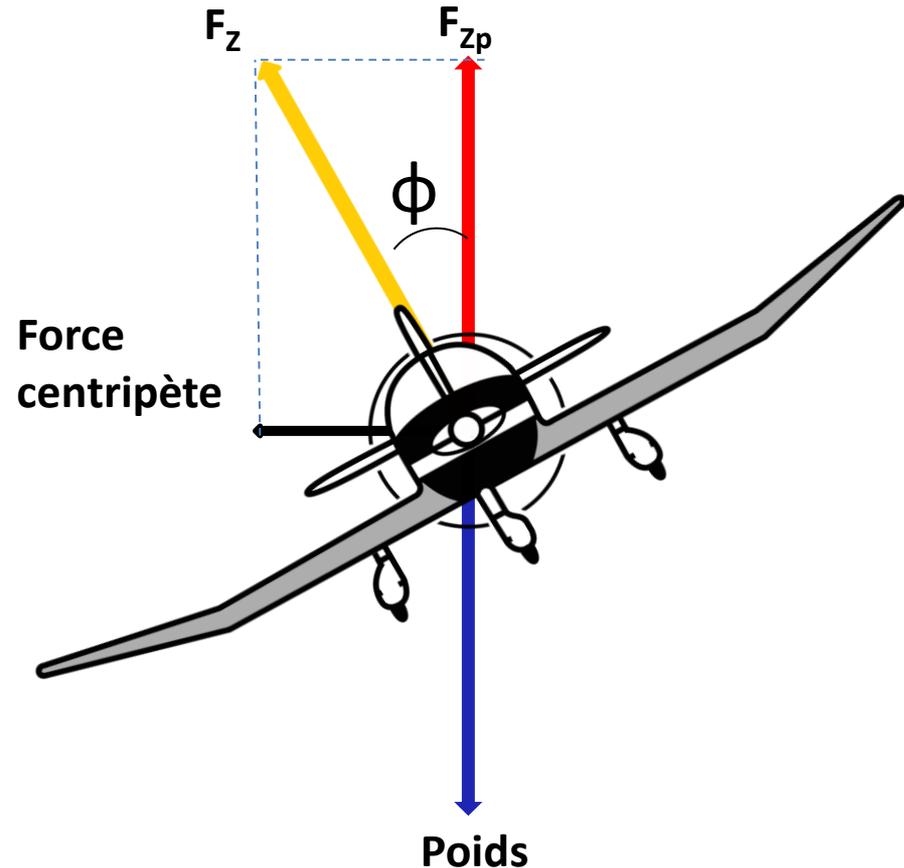


Il faut réduire la puissance pour conserver la vitesse

Virage en palier

Fz supérieure au Poids

$$n = \frac{Fz}{P} = \frac{1}{\cos \varphi}$$



Il faut augmenter l'incidence pour maintenir le palier

Procédures opérationnelles

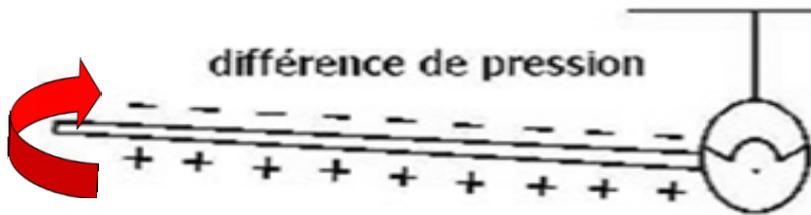
20 minutes

PLAN

- ✓ Turbulence de sillage
- ✓ Contamination de piste

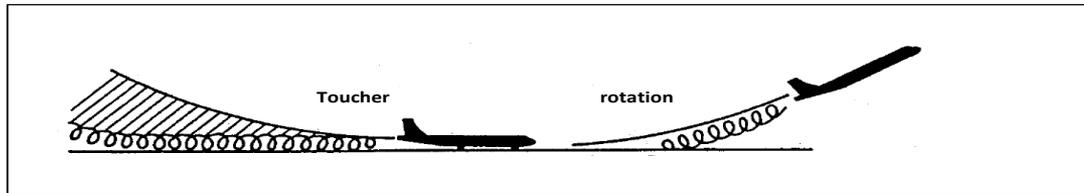
Définition

- ✓ Ce sont les effets de masse d'air tourbillonnantes générées par les extrémités d'aile des avions, et qui sont entraînées à l'arrière de l'appareil
- ✓ Elle est invisible, donc représente un **DANGER**



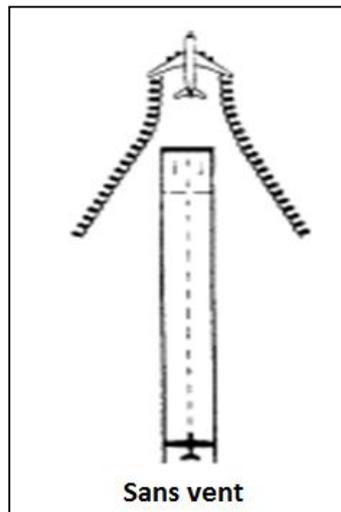
Origine

- ✓ Elle se forme dès lors qu'il existe une différence de pression entre l'intrados et l'extrados, donc dès qu'il y a de la portance

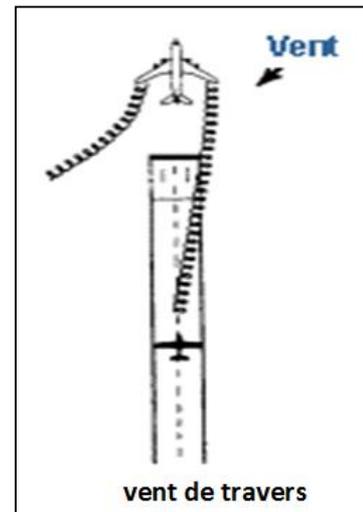


Déplacements

- ✓ Les tourbillons s'écartent latéralement de l'avion au sol, et le vent les déplace, les amenant parfois où on ne s'y attend pas



© institut MERMOZ



Zones de danger

- ✓ On peut donc définir des « zones de danger », après des trafics au décollage et après des trafics à l'atterrissage

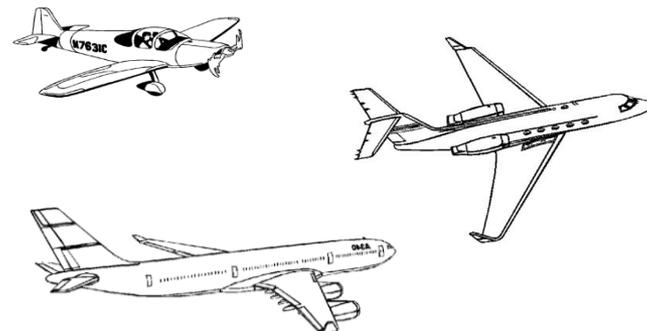


Bien se souvenir que les tourbillons se déplacent avec la masse d'air, donc avec le vent, et peuvent être transportés là où on ne les attends pas forcément ...

Evitement

✓ Pour se protéger de la turbulence de sillage, les avions sont regroupés en catégories en fonction de leur masse :

- L (light) - Masse max $\leq 7T$
- M (medium) - $7T < \text{Masse max} < 136T$
- H (heavy) - Masse max $\geq 136T$



✓ Une séparation va pouvoir être effectuée entre les avions :

| Séparations au décollage | | | |
|---|-----------|------------------|------------------|
| Avion n°1 | H | H | M |
| Avion n°2 | M | L | L |
| Même piste ou Pistes parallèles distantes de plus de 760m | 2 minutes | 2 minutes | 2 minutes |
| Partie intermédiaire de la même piste ou Pistes parallèles distantes de moins de 760m | 3 minutes | minutes | 3 minutes |

| Séparations à l'atterrissage | | | |
|------------------------------|-----------|------------------|------------------|
| Avion n°1 | H | H | M |
| Avion n°2 | M | L | L |
| | 2 minutes | 3 minutes | 3 minutes |



Bien assurer sa séparation quand celle-ci n'est pas assurée par le contrôleur

Définitions

- ✓ On considère une piste comme contaminée dès lors qu'elle est recouverte à plus de 25% :
 - d'eau (> 3 mm)
 - de neige tassée
 - de neige mouillée
 - de glace
- ✓ Lorsque la couche d'eau qui recouvre la piste est < à 3mm, on dit qu'elle est **mouillée**
- ✓ Lorsque la surface n'est pas sèche mais dont l'humidité ne confère pas un aspect brillant, on dit qu'elle est **humide**
- ✓ Si elle n'est ni contaminée, ni mouillée, ni humide, on dit qu'elle est **sèche**



Dangers

- ✓ L'hydroplanage représente l'un des principal danger des pistes contaminées



- ✓ Lors de fort vents de travers, la contamination de la piste peut devenir limitante (impossibilité de contrôler l'avion une fois au sol)



Attention à la longueur de piste utilisable lors des calculs de performance dans ces conditions !

Masse et centrage

1 heure 10 minutes

PLAN

- ✓ Avant propos : foyer et stabilité longitudinale
- ✓ Principe général de « masses et centrage »
- ✓ Les limites de masses et centrage
- ✓ Les effets de centrages avant, arrière, et hors limites
- ✓ Utilisation pratique : le devis de masses et centrage
- ✓ Conclusion

Le centre de gravité (CdG)

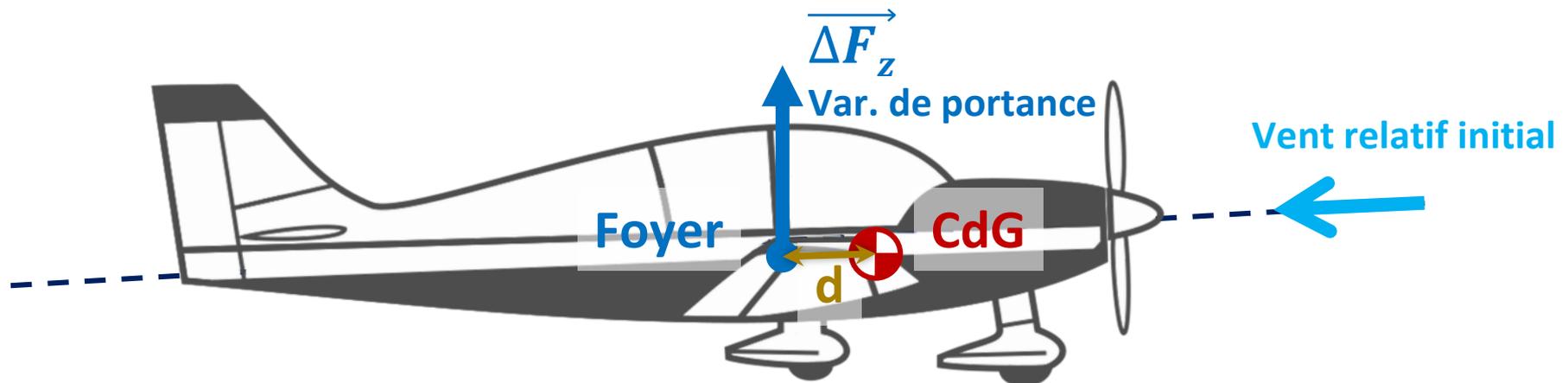
- > Point d'application du poids
- > Dépend du positionnement des masses dans l'avion
- > Les trois axes de l'avion (tangage, roulis et lacet) s'y rejoignent

La marge statique

- > C'est **d**, la distance entre le foyer et le centre de gravité

Le foyer

- > Point d'application des « variations de portances »
- > Fixe pour un profil donné ($\approx 25\%$ de la corde de profil)
- > On utilise le foyer résultant de l'ensemble de la voilure



Le centre de gravité (CdG)

- > Point d'application du poids
- > Dépends du positionnement des masses dans l'avion
- > Les trois axes de l'avion (tangage, roulis et lacet) s'y rejoignent

La marge statique

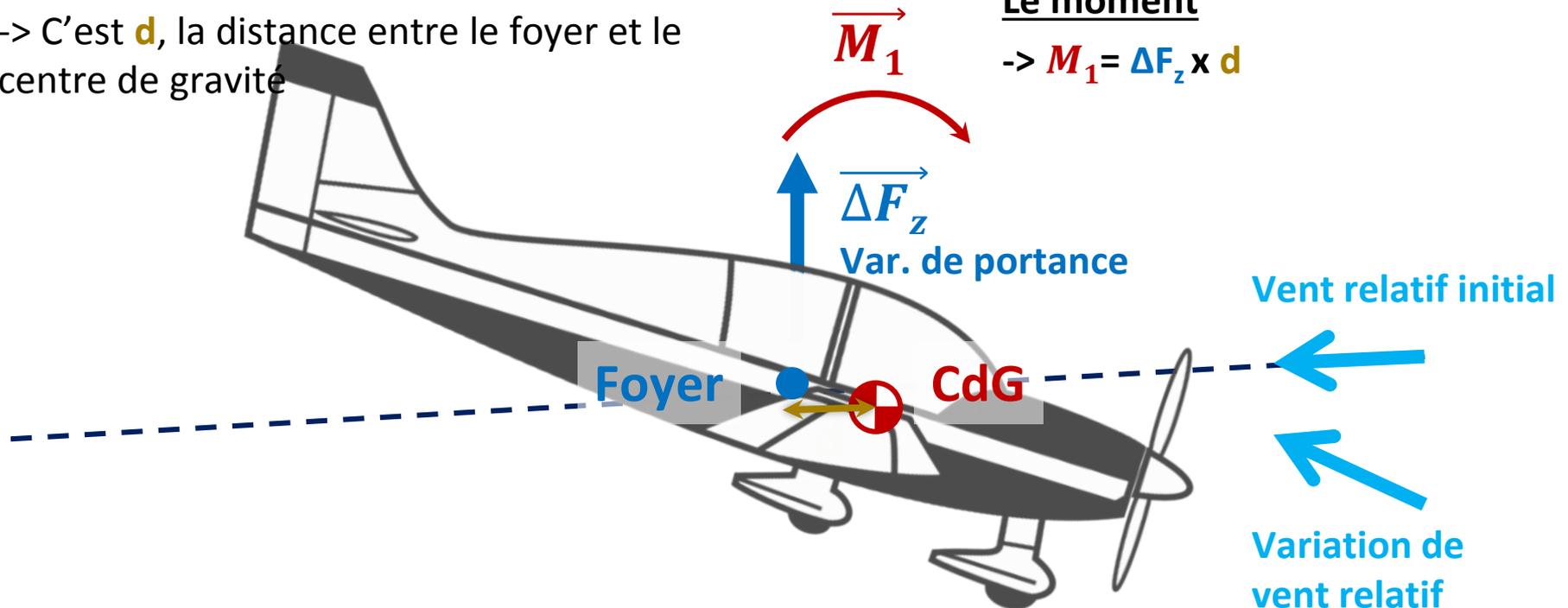
- > C'est **d**, la distance entre le foyer et le centre de gravité

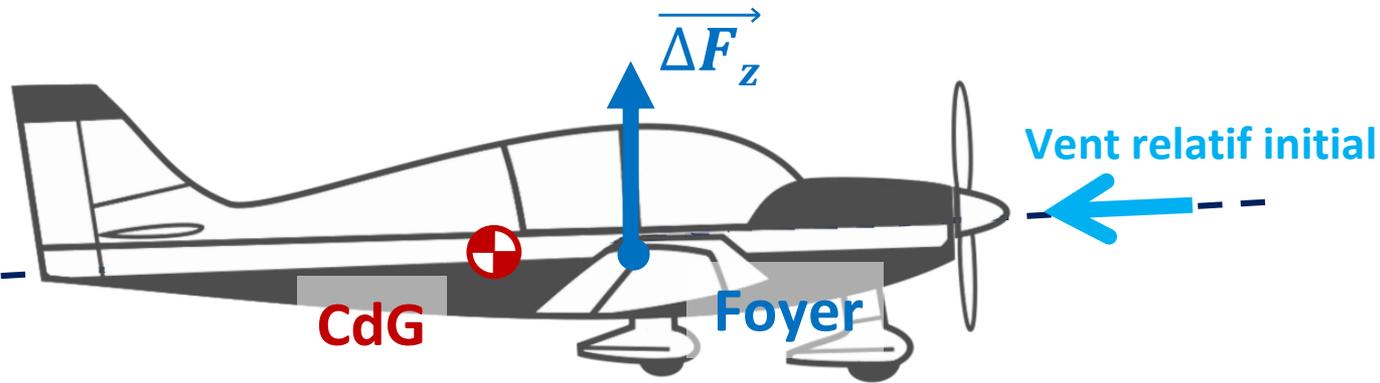
Le foyer

- > Point d'application des « variations de portances »
- > Fixe pour un profil donné ($\approx 25\%$ de la corde de profil)
- > On utilise le foyer résultant de l'ensemble de la voilure

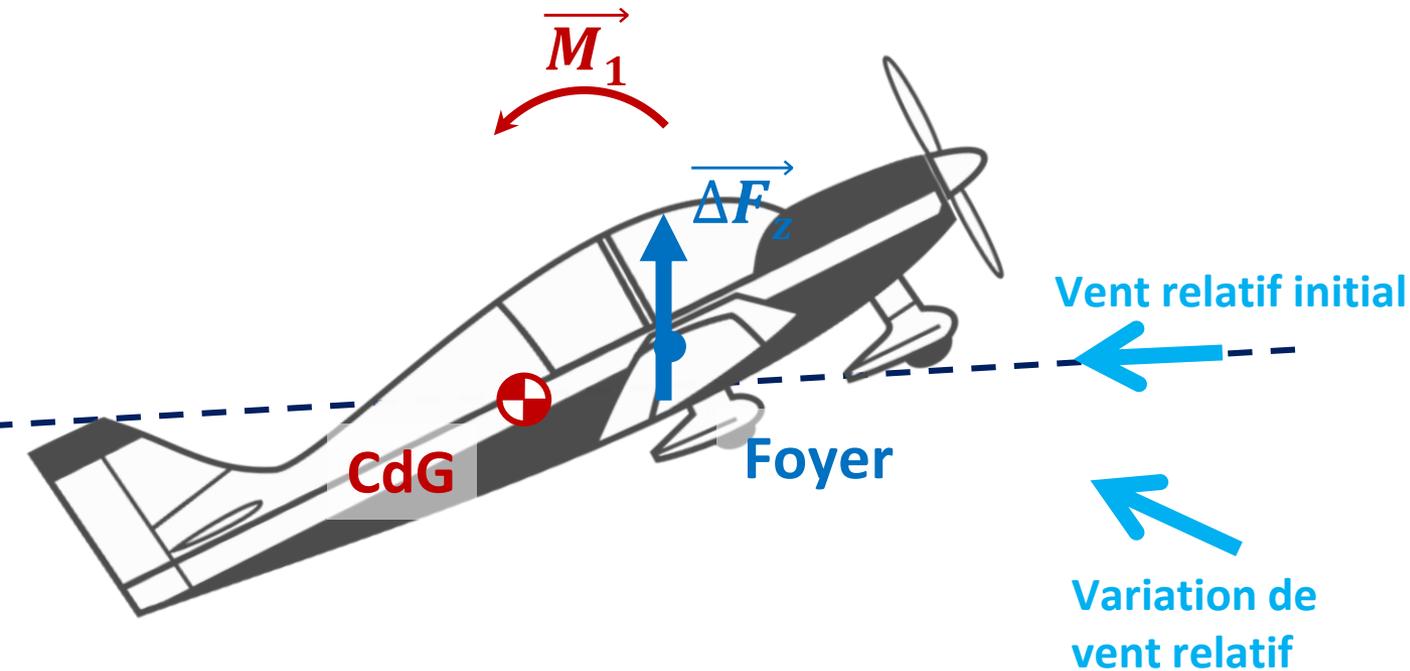
Le moment

$$\rightarrow M_1 = \Delta F_z \times d$$





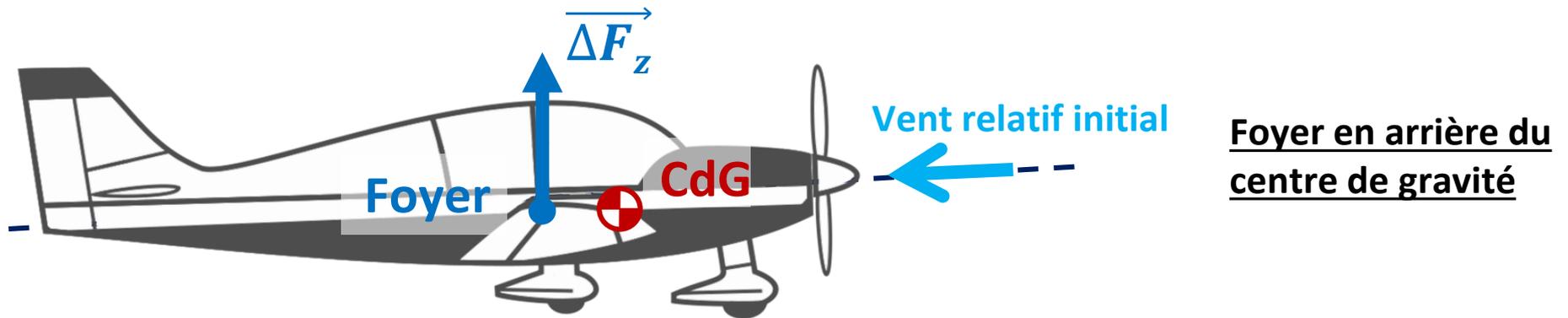
Foyer en avant du
centre de gravité

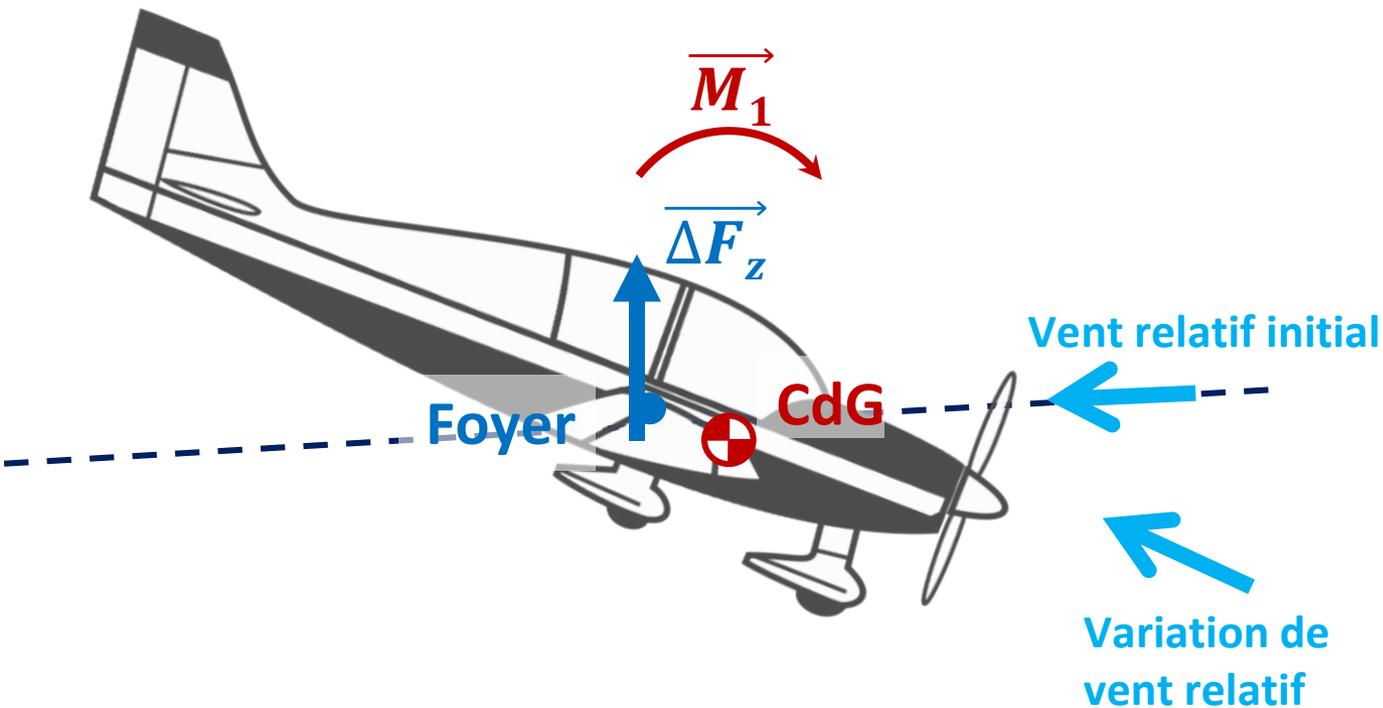


Foyer en avant du centre de gravité

-> Après perturbation, l'incidence continue d'augmenter

-> **Système instable**





Foyer en arrière du centre de gravité

-> Après perturbation, l'incidence diminue

-> **Système stable**

Objectif :

Déterminer la masse ET la position du centre de gravité de l'avion, afin de s'assurer que ces deux éléments sont compatibles avec la conduite du vol souhaité.

Vérification obligatoire avant chaque vol, sous la responsabilité du commandant de bord.

«4.1.5. Passagers et chargement

4.1.5.1. Le commandant de bord doit :

[...]

b) s'assurer que le chargement respecte à tout moment du vol les limitations de masse et de centrage fixées par la documentation associée au certificat de navigabilité ou son document équivalent; »

Extrait de l'arrêté du 24 Juillet 1991

La limitation de la masse :

Combien de portance nous faut-il ?

Résistance structurelle de l'avion ?

Puissance moteur disponible ?

-> Existence d'une masse maximum autorisée
(voir le manuel de vol)

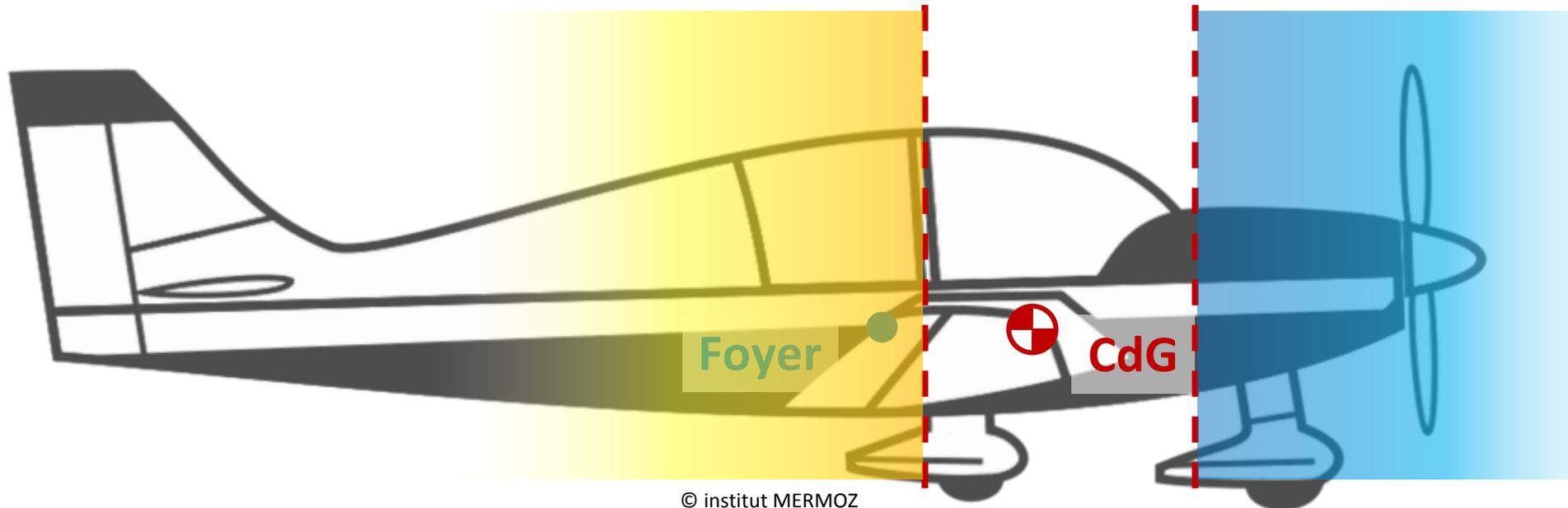
Attention : la masse maximum peut parfois être différente suivant les phases du vol (roulage, décollage, atterrissage ...)

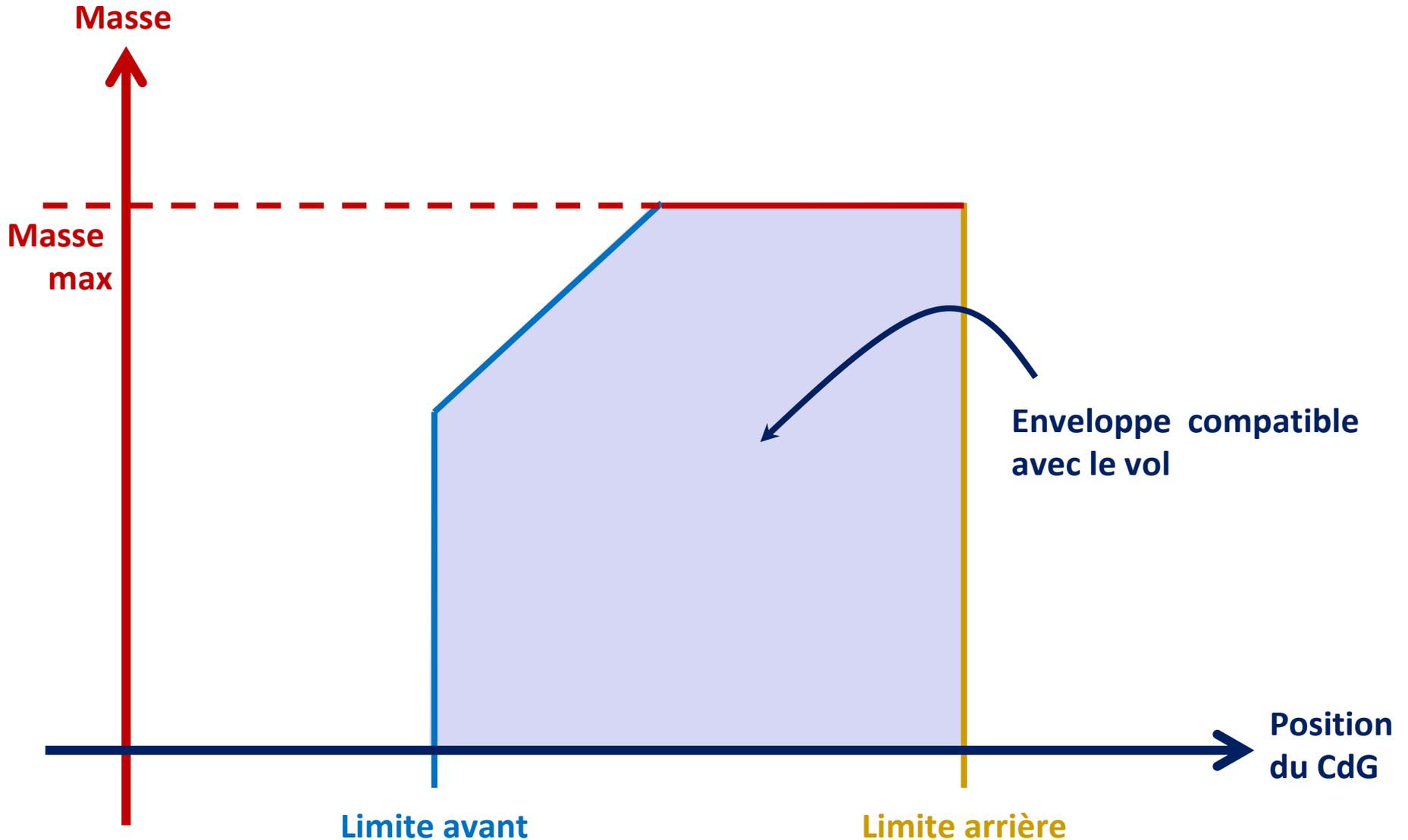
La limitation de centrage :

Stabilité -> le centre de gravité se situe en avant du foyer

Limite avant : principalement liée à la limite de « dé-portance » disponible grâce à la gouverne de profondeur

Limite arrière : liée à la nécessité de garder à la fois de la stabilité et de « limiter » la maniabilité de l'avion



Représentation graphique:

Effets d'un centrage avant

- > Stabilité longitudinale importante
- > Efforts à exercer sur la gouverne de profondeur importants
- > Maniabilité réduite sur l'axe de tangage
- > Marge de manœuvre de la gouverne de profondeur réduite (notamment à l'arrondi)
- > Trainée augment : consommation-distance augmente

Effets d'un centrage arrière

- > Maniabilité accrue (axe de tangage)
- > Stabilité longitudinale réduite
- > Efforts à exercer sur la gouverne de profondeur plus faibles (attention au décollage et à la montée initiale)
- > Trainée diminuée : consommation-distance diminuée

Centrage hors limite ->



DANGER

Le devis de masse et centrage

Masses associées à des positions particulières dans l'avion (pax, bagages, carburant ...)



Bras de levier associés aux positions particulières dans l'avion



Moments associés aux positions particulières dans l'avion

Enveloppe graphique pour visualiser les résultats calculés et vérifier le centrage

DA40 MASS AND BALANCE SHEET

| DATE | AIRCRAFT | LEG | FILLED BY |
|------|----------|-----|-----------|
| | | | |

See on the back the quick reference table

| CALCULATION OF LOADING CONDITION | mass (kg) | Lever arms | Moments (kg.m) |
|--|-----------|--------------|----------------|
| 1. Empty mass | | X | |
| 2. Front seats | | 2.30 | |
| 3. Rear seats | | 3.25 | |
| 4. Baggage | | 3.65 | |
| 5. Total mass and total moment with empty fuel tanks (1 + 2 + 3 + 4) | | | |
| 6. On-board usable fuel (3 Kg/USG) | | 2.63 | |
| 7. Total mass and total moment with full fuel tanks (5 + 6) | | | |

NOTE :

- MAX TAKE-OFF AND LANDING MASS 1150 KG (NORMAL CATEGORY)
- MAX LOAD IN BAGGAGE COMPARTMENT 30 KG

La fiche de pesée

Masse de l'avion à vide

Bras de levier de l'avion à vide (position du centre de gravité à vide)

Moment de l'avion à vide

Exemple de devis de masse et centrage

| Référence balance ou bascule | | Pesée précédente | |
|------------------------------|------------|-----------------------|---------|
| Date de validité | 01/04/2013 | N° équipement utilisé | CAS 431 |
| Masse à vide | 832,00 | | |
| Centre de gravité | 2,456 | | |
| Date | 01/03/2007 | | |

Effectuer la mise à niveau selon :
AMM DA40 08-10-00 Weighing

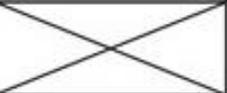
| Mesure des Longueurs | |
|-------------------------|-------|
| Mesure de X_{1RH} (m) | 2,723 |
| Mesure de X_{1LH} (m) | 2,723 |
| Mesure de X_2 (m) | 0,974 |

| Relevé des Masses | |
|-------------------|--------|
| G_{1RH} (Kg) | 360,50 |
| G_{1LH} (Kg) | 359,50 |
| G_2 (Kg) | 129,50 |

| | | |
|---|---|---------|
| Calcul de la masse à vide G | $G = G_{1RH} + G_{1LH} + G_2$ | 849,50 |
| Calcul du moment à vide M | $M = (G_{1RH} * X_{1RH}) + (G_{1LH} * X_{1LH}) + (G_2 * X_2)$ | 2086,69 |
| Calcul du centre de gravité à vide XCG | $XCG = M/G$ | 2,4564 |

| Masse et centrage | | | |
|--------------------------------------|----------|-------|---------|
| | Masse Kg | XCG | Moment |
| Masse à vide | 849,50 | 2,456 | 2086,69 |
| Sièges avant | | 2,300 | 0,00 |
| Sièges arrière | | 3,250 | 0,00 |
| Bagage Max 30Kg | | 3,650 | 0,00 |
| Masse totale sans carburant | 849,50 | 2,456 | 2086,69 |
| Fuel 3Kg /USG Max 50 USG | | 2,630 | 0,00 |
| Masse totale avec Carburant | 849,50 | 2,456 | 2086,69 |
| Carburant consommé | | 2,630 | 0,00 |
| Masse totale à l'atterrissage | 849,50 | 2,456 | 2086,69 |

Exemple de devis de masse et centrage

| DA40 MASS AND BALANCE SHEET | | | |
|--|----------------|---|--------------------|
| DATE | AIRCRAFT | LEG | FILLED BY |
| | F-HCMF | LFBR - LFBR | QV |
| <i>See on the back the quick reference table</i> | | | |
| CALCULATION OF LOADING CONDITION | mass (kg) | Lever arms | Moments (kg.m) |
| 1. Empty mass | 849,50 |  | 2086,69 |
| 2. Front seats | 145 | 2.30 | 333,5 |
| 3. Rear seats | 150 | 3.25 | 487,5 |
| 4. Baggage | 10 ↓ | 3.65 | 36,5 ↓ |
| 5. Total mass and total moment with empty fuel tanks (1 + 2 + 3 + 4) | 1154,5 | 2,55 ← | 2944,19 |
| 6. On-board usable fuel (3 Kg/USG) | 54 ↓ | 2.63 | 142,02 ↓ |
| 7. Total mass and total moment with full fuel tanks (5 + 6) | 1208,5 | 2,553 ← | 3086,21 |

Exemple de devis de masse et centrage

Conclusion : centrage incompatible avec le vol

| DA40 MASS AND BALANCE SHEET | | | |
|--|-----------|-------------|----------------|
| DATE | AIRCRAFT | LEG | FILLED BY |
| | F-HCMF | LFBR - LFBR | QV |
| See on the back the quick reference table | | | |
| CALCULATION OF LOADING CONDITION | mass (kg) | Lever arms | Moments (kg.m) |
| 1. Empty mass | 849,50 | | 2086,69 |
| 2. Front seats | 145 | 2.30 | 333,5 |
| 3. Rear seats | 150 | 3.25 | 487,5 |
| 4. Baggage | 10 | 3.65 | 36,5 |
| 5. Total mass and total moment with empty fuel tanks (1 + 2 + 3 + 4) | 1154,5 | 2,55 | 2944,19 |
| 6. On-board usable fuel (3 Kg/USG) | 54 | 2.63 | 142,02 |
| 7. Total mass and total moment with full fuel tanks (5 + 6) | 1208,5 | 2,553 | 3086,21 |

NOTE :

- MAX TAKE-OFF AND LANDING MASS 1150 KG (NORMAL CATEGORY)
- MAX LOAD IN BAGGAGE COMPARTMENT 30 KG

© ENAC Issue 1 AMDT N°7 - 26 MARCH 2012

Exemple de devis de masse et centrage

| DA40 MASS AND BALANCE SHEET | | | |
|--|---------------|--------------|----------------|
| DATE | AIRCRAFT | LEG | FILLED BY |
| | F-HCMF | LFBR - LFBR | QV |
| <i>See on the back the quick reference table</i> | | | |
| CALCULATION OF LOADING CONDITION | mass (kg) | Lever arms | Moments (kg.m) |
| 1. Empty mass | 849,50 | | 2086,69 |
| 2. Front seats | 145 | 2.30 | 333,5 |
| 3. Rear seats | 85 | 3.25 | 276,25 |
| 4. Baggage | 10 | 3.65 | 36,5 |
| 5. Total mass and total moment with empty fuel tanks (1 + 2 + 3 + 4) | 1089,5 | 2,51 | 2732,94 |
| 6. On-board usable fuel (3 Kg/USG) | 54 | 2.63 | 142,02 |
| 7. Total mass and total moment with full fuel tanks (5 + 6) | 1143,5 | 2,514 | 2874,96 |

Exemple de devis de masse et centrage

Conclusion : centrage compatible avec le vol

| DA40 MASS AND BALANCE SHEET | | | |
|--|-----------|-------------|----------------|
| DATE | AIRCRAFT | LEG | FILLED BY |
| | F-HCMF | LFBR - LFBR | QV |
| See on the back the quick reference table | | | |
| CALCULATION OF LOADING CONDITION | mass (kg) | Lever arms | Moments (kg.m) |
| 1. Empty mass | 849,50 | | 2086,69 |
| 2. Front seats | 145 | 2.30 | 333,5 |
| 3. Rear seats | 85 | 3.25 | 276,25 |
| 4. Baggage | 10 | 3.65 | 36,5 |
| 5. Total mass and total moment with empty fuel tanks (1 + 2 + 3 + 4) | 1089,5 | 2,51 | 2732,94 |
| 6. On-board usable fuel (3 Kg/USG) | 54 | 2.63 | 142,02 |
| 7. Total mass and total moment with full fuel tanks (5 + 6) | 1143,5 | 2,514 | 2874,96 |

NOTE :

- MAX TAKE-OFF AND LANDING MASS 1150 KG (NORMAL CATEGORY)
- MAX LOAD IN BAGGAGE COMPARTMENT 30 KG

CONCLUSION

- > **Obligation** réglementaire mais surtout : **vitale** pour la bonne conduite du vol souhaité
- > Ne pas oublier de **conclure** le devis de masse et centrage réalisé, procéder à des ajustements de chargement si nécessaire
- > **Anticiper** le comportement de l'avion en fonction du type de centrage obtenu (avant ou arrière)

Performances

20 minutes

PLAN

- ✓ Rappels sur les performances
- ✓ Performances de décollage et d'atterrissage
- ✓ Performances de montée/descente et de croisière

Rappels

- ✓ Les performances varient en fonction de :
 - La masse
 - La piste (pente et état de surface)
 - La température
 - L'altitude pression
 - La configuration de l'avion
 - La composante du vent

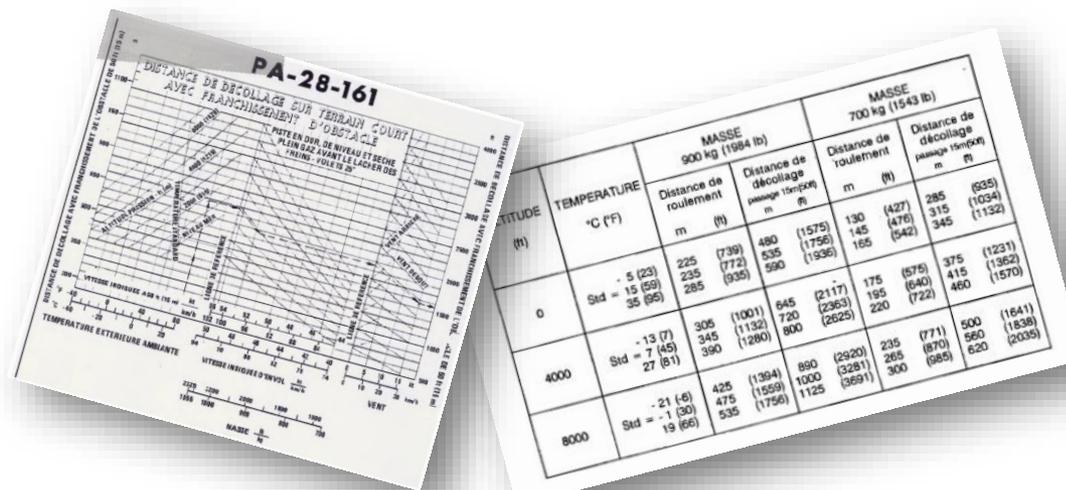


Calculs de performances

- ✓ Ils peuvent se réaliser à l'aide de deux principales méthodes :
 - Par interpolations au moyen d'un tableau de valeurs
 - Par l'utilisation d'abaques
- ✓ Ces éléments se trouvent dans la **section 5 du manuel de vol de l'avion**



L'ensemble des informations contenues dans ces tableaux/abaques ont pour référence **l'atmosphère standard !**



Nous allons à présent :

- ✓ Calculer la distance utilisée par l'avion pour décoller en fonction des conditions du jour, au moyen des tableaux et des abaques :
 - Décollage de la piste 08 dur de l'aérodrome de Lognes Emerainville (359ft)
 - QNH 999
 - Vent 060°/18kt
 - T° au sol de -5°C
 - Masse de l'avion 850kg
 - 1^{er} cran de volet sorti

- ✓ Comparer les résultats obtenus à la réalité de la piste 08 dur de Lognes

Utilisation d'un tableau (DR400)

- ✓ L'utilisation d'un tableau requiert au préalable un calcul d'altitude pression et de composante de vent de face :
 - élévation de 359ft et QNH 990, donc l'altitude pression vaut **779ft**
 - Vent du 060°/18kt donc **17kt de face**
- ✓ Rappel des autres données :
 - T° au sol de -5°C
 - Masse de l'avion 850kg
 - 1^{er} cran de volet sorti

PERFORMANCES DE DECOLLAGES

A la masse maximale de 900 kg (1984 lb),
Par vent nul, volets 1^{er} cran, moteur plein gaz

Vitesse de décollage (54 kt) 100 km/h
Vitesse de passage 15 m (50 ft) (70 kt) 130 km/h

850 kg

| ALTITUDE (ft) | TEMPERATURE °C (°F) | MASSE 900 kg (1984 lb) | | MASSE 700 kg (1543 lb) | |
|------------------|------------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | | Distance de roulement m (ft) | Distance de décollage passage 15m(50ft) m (ft) | Distance de roulement m (ft) | Distance de décollage passage 15m(50ft) m (ft) |
| 0 | - 5 (23) | 225 (739) | 480 (1575) | 130 (427) | 285 (935) |
| | Std = 15 (59) | 235 (772) | 535 (1756) | 145 (476) | 315 (1034) |
| | 35 (95) | 285 (935) | 590 (1936) | 165 (542) | 345 (1132) |
| 4000 | - 13 (7) | 305 (1001) | 645 (2117) | 175 (575) | 375 (1231) |
| | Std = 7 (45) | 345 (1132) | 720 (2363) | 195 (640) | 415 (1362) |
| | 27 (81) | 390 (1280) | 800 (2625) | 220 (722) | 460 (1570) |
| 8000 | - 21 (-6) | 425 (1394) | 890 (2920) | 235 (771) | 500 (1641) |
| | Std = - 1 (30) | 475 (1559) | 1000 (3281) | 265 (870) | 560 (1838) |
| | 19 (66) | 535 (1756) | 1125 (3691) | 300 (985) | 620 (2035) |

-5°C

779ft

✓ Résultats :

- Sans marge : 312m
- Avec 20% de marge : **375m**

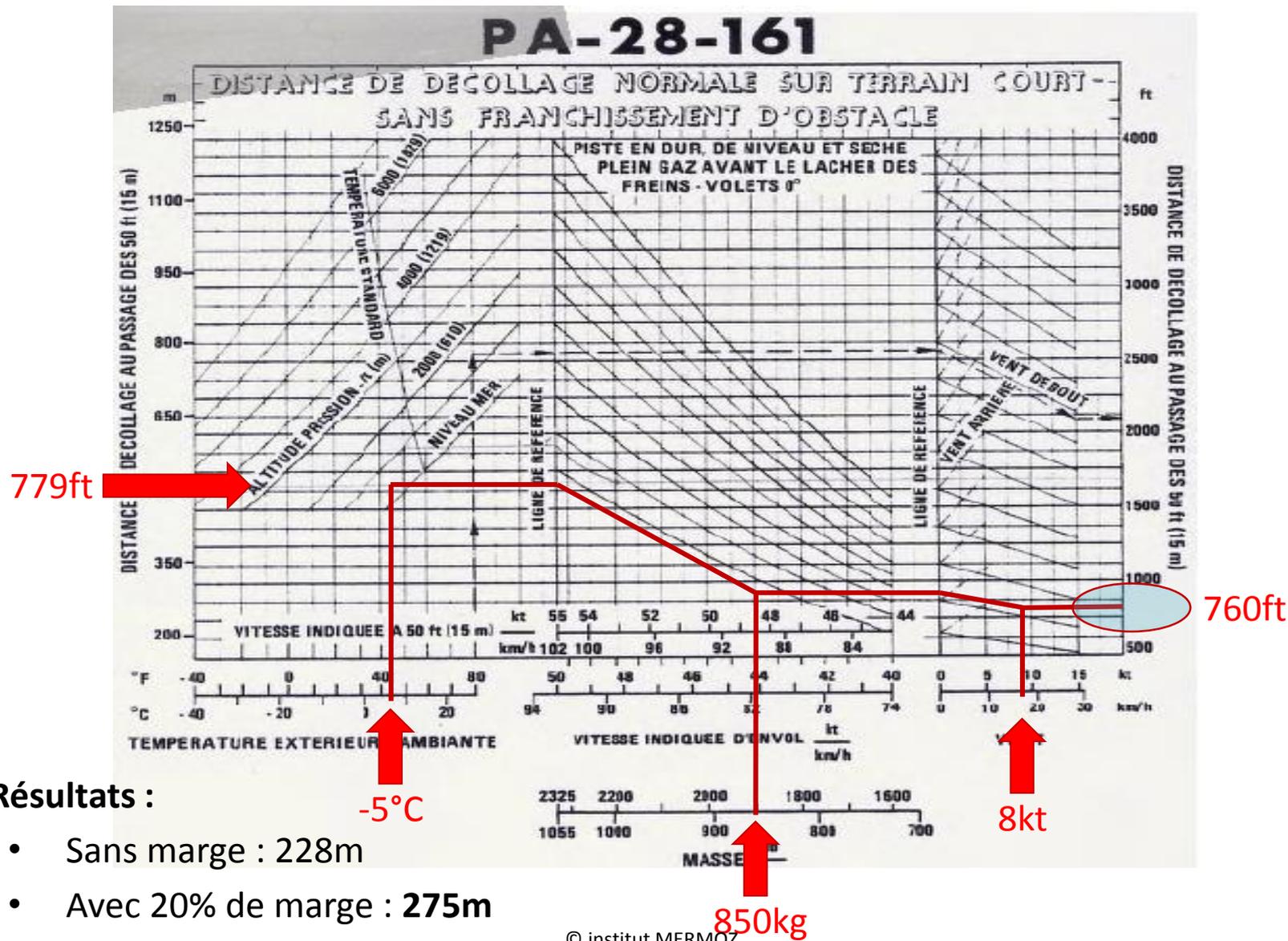
Influence du vent de face: Pour 10 kt multiplier par 0,85
Pour 20 kt multiplier par 0,65
Pour 30 kt multiplier par 0,55

Influence du vent arrière:

Par tranche de 2 kt, rajouter 10% aux distances

Pour piste sèche en herbe, rajouter 15%

Utilisation d'un abaque (PA28)



✓ Résultats :

- Sans marge : 228m
- Avec 20% de marge : **275m**

Comparons les distances calculées avec la VAC de Lognes pour vérifier que celles-ci sont bien compatibles avec un décollage en toute sécurité

| RWY | QFU | Dimensions Dimension | Nature Surface | Résistance Strength | TODA | ASDA | LDA |
|----------|------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------|--------------|------------|
| 08 26 | 082 262 | 700 x 20 | Revêtue Paved | 5.7 t | 700 700 | 700 700 | 700 700 |
| 08 26 | 082 262 | 1100 x 100 | Non revêtue Unpaved | - | 920 960 | 1100 1100 | 960 920 |

- ✓ La distance de piste disponible pour le décollage est de **700m**
- ✓ Nous avons trouvé **375m** pour le DR400 et **275m** pour le PA28, le décollage est donc possible sur cette piste dans ces conditions avec ces deux avions



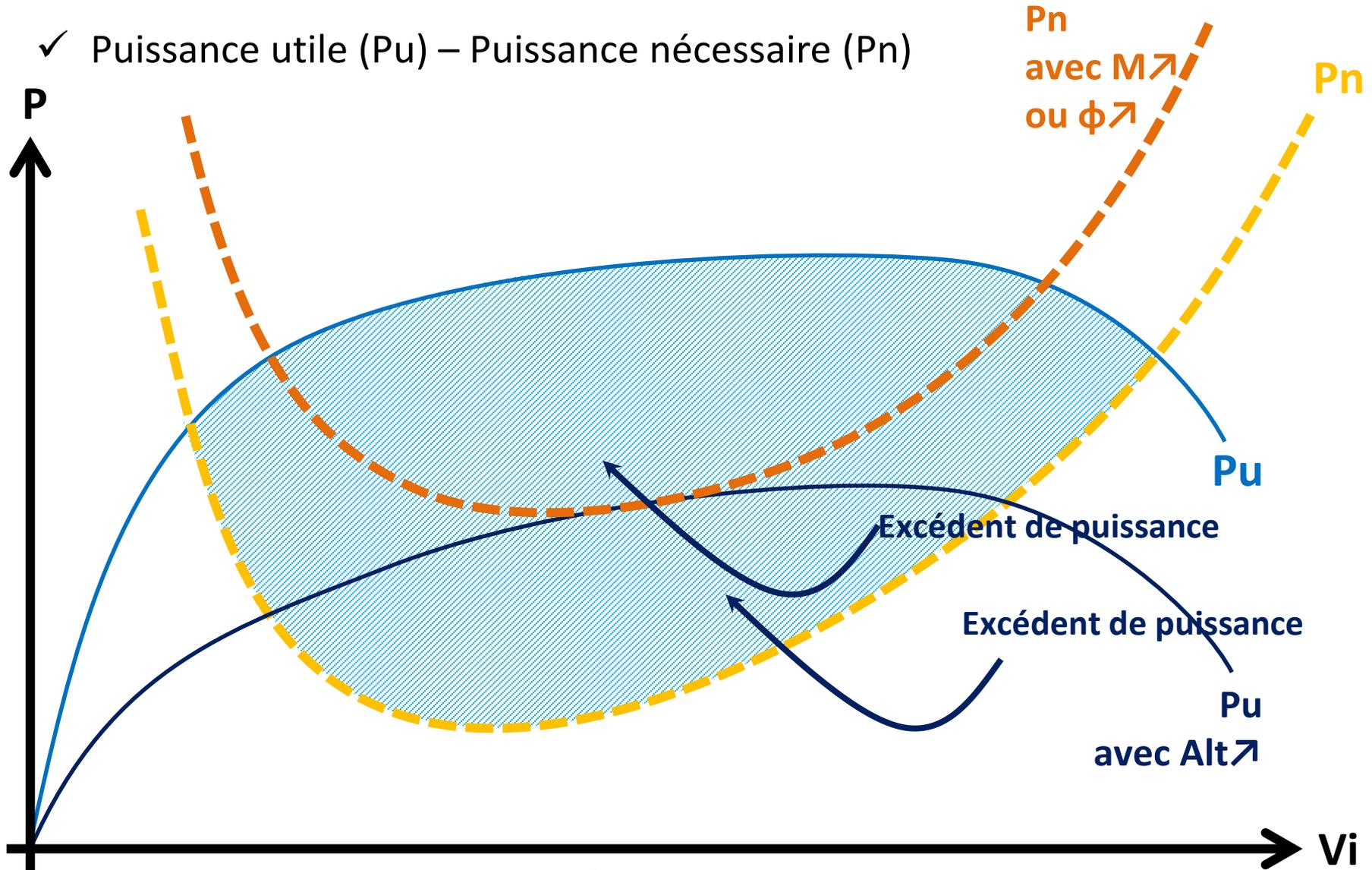
Ne pas oublier de conclure ses calculs et ne jamais partir si les valeurs calculées ne sont pas compatibles avec la piste envisagée

Performances d'atterrissage

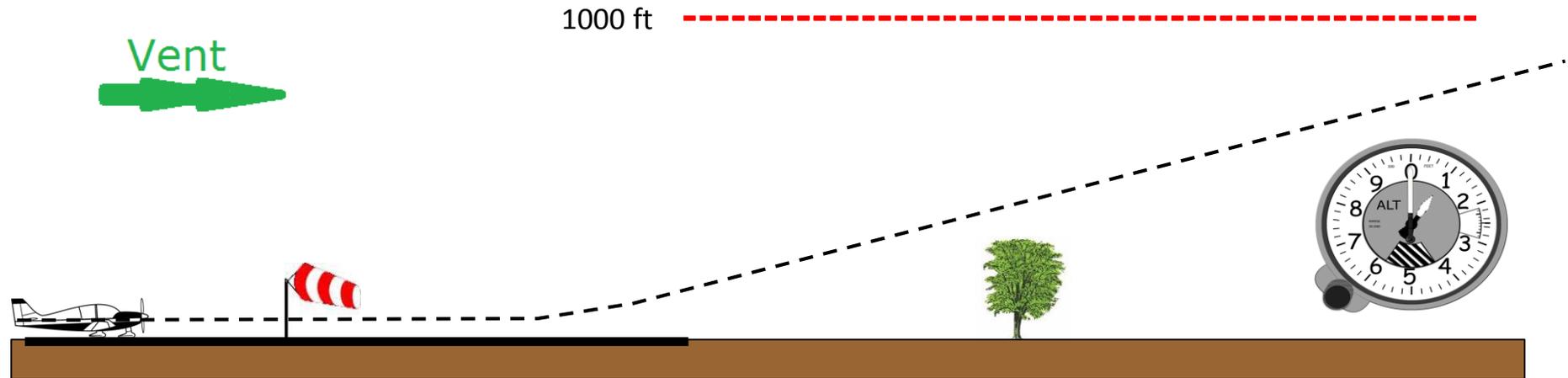
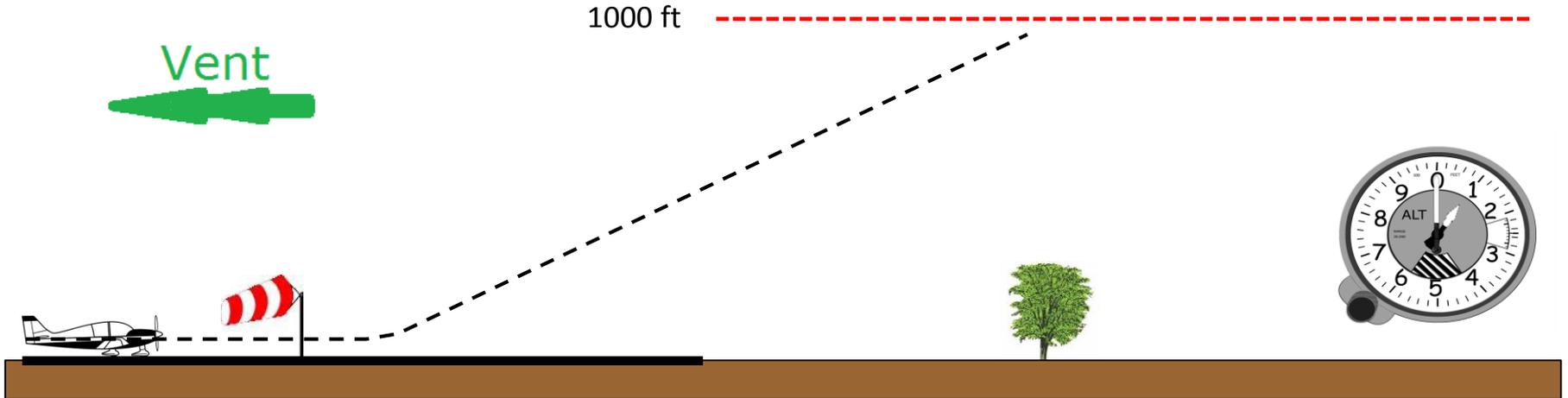
- ✓ Les performances d'atterrissage se calculent exactement de la même manière, soit à l'aide d'un tableau soit à l'aide d'abaques
- ✓ Ne pas oublier d'ajouter une **marge de sécurité** : les valeurs du manuel de vol étant déterminées à partir de performances réalisés dans des condition d'essais spécifiques (avec les pilotes associés !)

Rappels

✓ Puissance utile (P_u) – Puissance nécessaire (P_n)

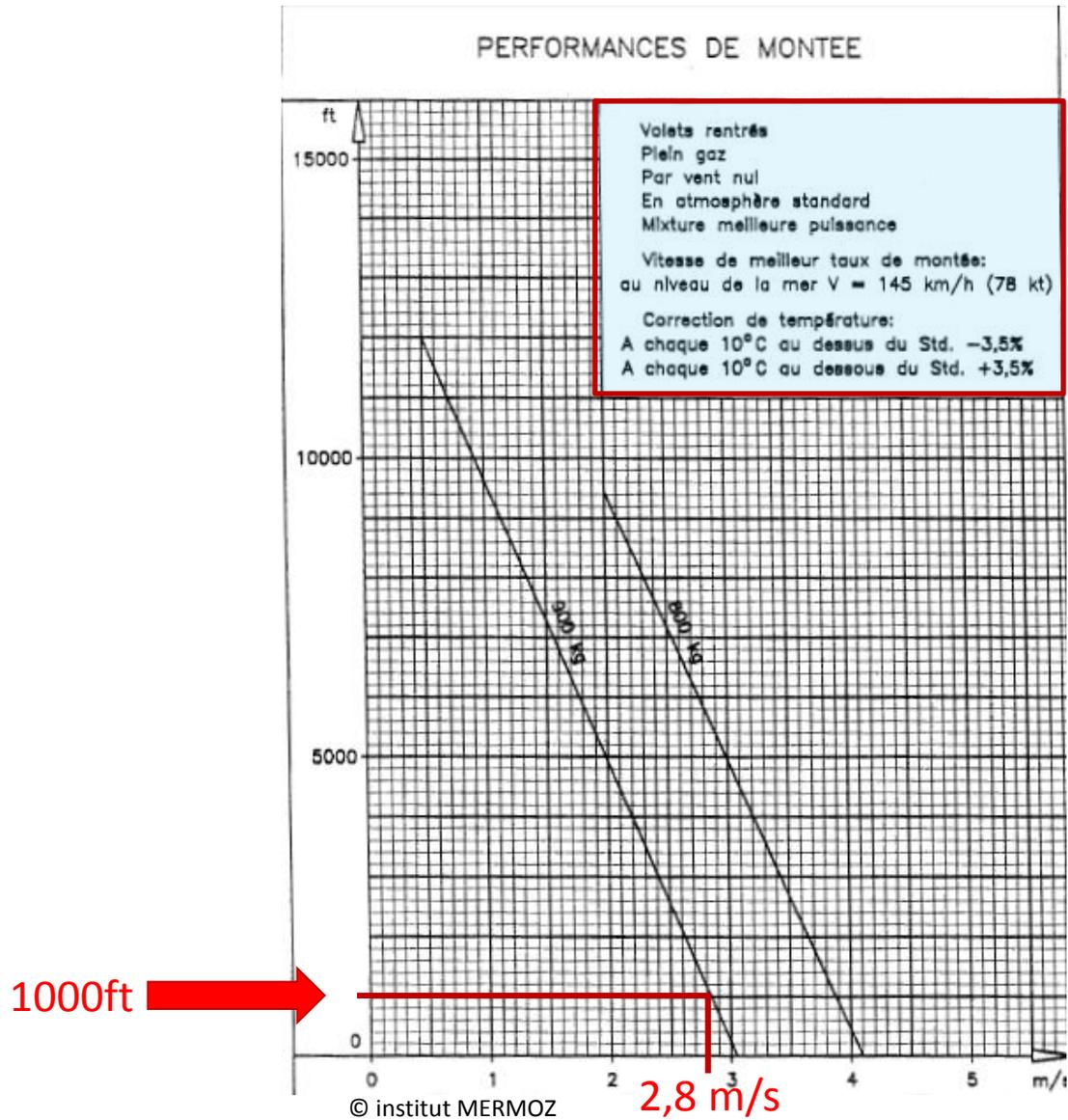


Effets du vent sur les performances de montée



Ne pas oublier de prendre en compte l'aérogologie du terrain

Utilisation d'un abaque (extrait du manuel de vol)



Performances de descente et de croisière

- ✓ Les performances de croisière et de descente se calculent exactement de la même manière, soit à l'aide d'un tableau soit à l'aide d'abaques
- ✓ Ne pas oublier d'ajouter une **marge de sécurité** : les valeurs du manuel de vol étant déterminées à partir de performances réalisés dans des conditions d'essais spécifiques (avec les pilotes associés !)



Préparation des vols

1 heure

PLAN

- ✓ Emport carburant
- ✓ Préparation avant vol (Notam, AIP et météo)
- ✓ Choix de l'altitude de croisière
- ✓ Plan de vol

Textes réglementaires

«5.6.3.

Le commandant de bord doit s'assurer avant tout vol que les quantités de carburant, de lubrifiant et autres produits consommables lui permettent d'effectuer le vol prévu avec une marge acceptable de sécurité.

En aucun cas ces quantités ne doivent être inférieures à celles nécessaires pour :

- atteindre la destination prévue compte tenu des plus récentes prévisions météorologiques, du régime et de l'altitude prévus, **ou à défaut, les quantités nécessaires sans vent majorées de dix pour cent ; [...]**
- **et poursuivre le vol au régime de croisière économique :**
- **en vol V.F.R. de jour pendant vingt minutes, [...]** ;

5.6.4.

Nul ne peut entreprendre un vol local au voisinage de son lieu de départ si ne sont embarquées les quantités de carburant nécessaires pour voler :

- **en V.F.R. de jour, pendant trente minutes ;**
- en I.F.R. et V.F.R. de nuit, pendant quarante-cinq minutes.

5.6.5.

Nul ne peut **poursuivre un vol au voisinage d'un site d'atterrissage approprié si ne subsistent à bord les quantités de carburant nécessaires pour voler pendant quinze minutes.»**

Extrait de l'arrêté du 24 Juillet 1991

Textes réglementaires (suite)

«2.3.2 Action préliminaire au vol

Avant d'entreprendre un vol, le pilote commandant de bord d'un aéronef prend connaissance de tous les renseignements disponibles utiles au vol projeté. Pour les vols hors des abords d'un aérodrome et pour tous les vols IFR, l'action préliminaire au vol comprend l'étude attentive des bulletins et prévisions météorologiques disponibles les plus récents, en tenant compte des besoins en carburant et **d'une solution alternative**, au cas où le vol ne pourrait pas se dérouler comme prévu.»

Extrait des Règles de l'air (12 décembre 2013)

Quantité de carburant à embarquer

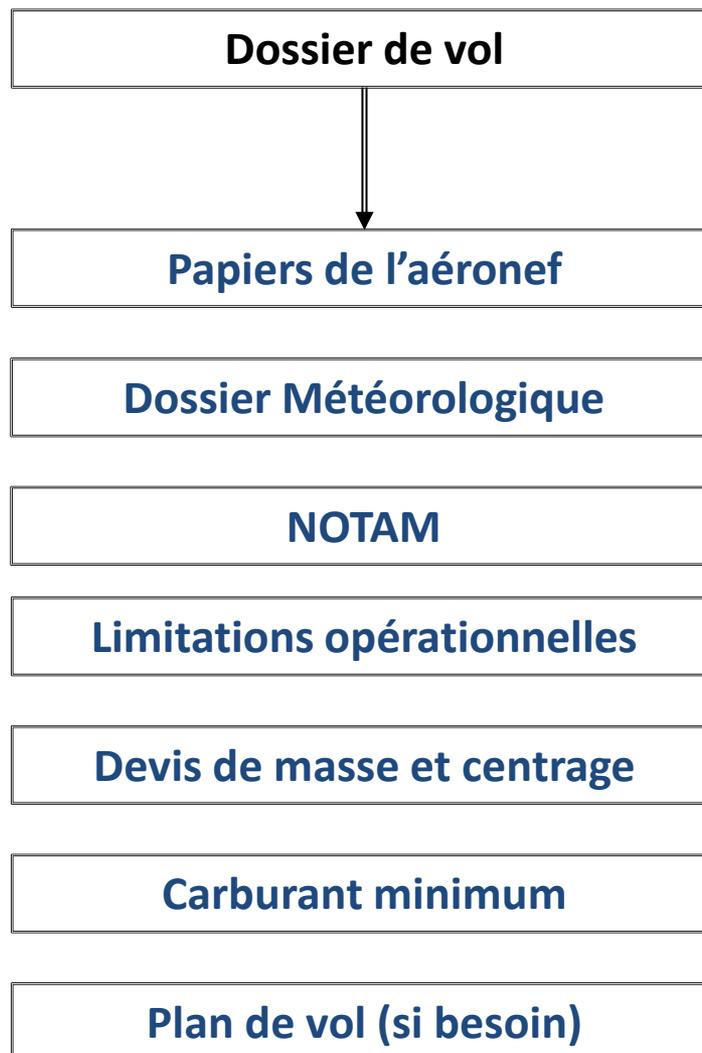
- ✓ **Roulage**
- ✓ **Délestage** (montée, croisière, descente, procédure)
- ✓ **Réserve de route** (liée à la météo, ou 10% du délestage)
- ✓ **Réserve finale** (20 minutes de vol)

- ✓ **Pensez à la solution alternative, un dégagement par exemple**

- ✓ **Se souvenir que ce sont des minimums réglementaires, sur lesquels il convient de prendre une marge de sécurité !**

- ✓ **Environ la moitié des accidents en VFR ont pour cause principale ou secondaire l'emport carburant ...**

Actions à réaliser avant le vol



L'avion

- ✓ Vérifier que l'avion utilisé est bien compatible avec le vol souhaité (IFR/VFR, nombre de places etc. ...)
- ✓ Vérifier que les papiers de l'avion sont présents et à jour :
 - Certificat d'immatriculation
 - Certificat de navigabilité
 - Licence de station d'aéronef
 - Certificat de limitation de nuisance
 - Carnet de route
- ✓ Vérifier la quantité de carburant
- ✓ Vérifier que les performances de l'avion sont compatibles avec le vol souhaité :
 - Distances de décollage/atterrissage, performances de croisière
 - Masse et centrage

NOTAM, AZBA et Sup AIP

- ✓ Vérifier les NOTAM des terrains sur et autour de la route souhaitée, ainsi que les carte AZBA pour la date envisagée, et les Sup AIP
- ✓ Exemple : <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/>

2014/06/09 21:13

BULLETIN AERODROME

Date de production (UTC) : 2014/06/09 21:13
 Date et heure (UTC) de validité : 2014/06/09 21:12
 Langue : FR
 Duree : 12 Heures(s)
 Règle de vol : IFR/FR
 Sélection des NOTAM GPS : Non
 Type NOTAM : Général et divers
 Aérodroes : LFOT/LFR

Nombre de NOTAM : 16

LFOT TOURS VAL DE LOIRE
LFFA-B1522/14
 A) LFOT TOURS VAL DE LOIRE
 B) 2014 Apr 07 09:41 C) 2014 Jul 08 23:59
 E) MINIMA DRCOLLAGE
 RMY 02 RVR JOUR RVR NUIT
 20 550M 800M
 550M 800M

LFFA-B1390/14
 A) LFOT TOURS VAL DE LOIRE
 B) 2014 Jun 10 06:00 C) 2014 Jun 20 13:00
 E) PISTE REVETUE 02/20 PERMEE

LFFA-B2391/14
 A) LFOT TOURS VAL DE LOIRE
 B) 2014 Jun 10 06:00 C) 2014 Jun 20 13:00
 E) CONTROLE AD NON ASSURE

LFFA-B2392/14
 A) LFOT TOURS VAL DE LOIRE
 B) 2014 Jun 10 06:00 C) 2014 Jun 20 13:00
 E) APIS NON ASSURE

LFFA-B2617/14
 A) LFOT TOURS VAL DE LOIRE
 B) 2014 Jun 05 12:14 C) 2014 Jun 29 16:15
 E) HORAIRES D'ACTIVATION CTR ET TMA TOURS SANS SERVICE RADAR
 JUN 09 : 0740-1050 1335-1645
 JUN 1 8 22 29 : 1300-1615
 EN DEHORS DE CES HORAIRES ACTIVATION CONFORME AUX PUBLICATIONS AERONAUTIQUE
 TEL TWR MILITAIRE : 02.47.85.84.57

LFFA-B2668/14

SUP AIP 088/14
 Date de publication : 15 MAY

LIEU : FIR Paris LFFF
 VALIDITE : Du 04 juin 2014 au 12 novembre 2014
 OBJET : Création d'une zone réglementée temporaire (ZRT) à Châlons-en-Champagne

ACTIVITE
 Vols d'avions légers non habités

DATES ET HEURES D'ACTIVITE
 Activité par NOTAM : les mercredi de 1100h à 19h00 (6h - 1hr)

INFORMATION DES USAGERS
 Activité connue de : Saint Dizier APP: 134.775 MHz
 Paris Info: 125.700 MHz
 Albi: 142.550 MHz

CONDITIONS DE PENETRATION
 CAO/IGM: contournement obligatoires sauf pour les appareils en mission d'assistance, de sauvetage ou de sécurité publique lorsque le contournement de la ZRT n'est pas compatible avec la mission et après coordination avec le directeur d'aéroport.

STATUT
 La zone réglementée temporaire (ZRT), lorsqu'elle est active, se substitue aux parties d'espaces aériens avec lesquelles elle interfère (zones LF-R4/B).

SERVICES RENDUS

LIMITES LATÉRALES ET VERTICALES

| | |
|------------------------|--|
| Limites latérales | |
| 48°57'32"N 004°28'04"E | |
| 48°56'17"N 004°26'44"E | |
| 48°55'54"N 004°22'08"E | |
| 48°57'27"N 004°29'10"E | |
| 48°57'04"N 004°27'08"E | |
| 48°57'32"N 004°28'04"E | |
| Limites verticales | |
| SFC / 2500FT AMSL | |

ORGANISMES A CONTACTER

| | |
|--------------------------------------|--|
| Annuaire France: 03 26 22 24 54 | Permis d'assistance: 06 26 26 33 50 / 06 83 72 54 01 |
| 1 ^{er} RAMa: 03 26 22 24 54 | Officier de la Supp: 03 26 07 73 98 |

BUREAU NOTAM INTERNATIONAL
 Tel: 33 (0)5 57 92 57 92
 Fax: 33 (0)5 57 92 57 99
 E: not.op@aviation-civile.gouv.fr
 AFIN: LFFAYNYX

Activités Réseau Très Basse Altitude Défense
 Version: 20140608_1650

Very Low Altitude Airforce Network Activity

Type de restriction : Contournement obligatoire.
 Entraînement militaire très grande vitesse très basse altitude. Le pilote militaire n'assure pas la prévention des collisions.

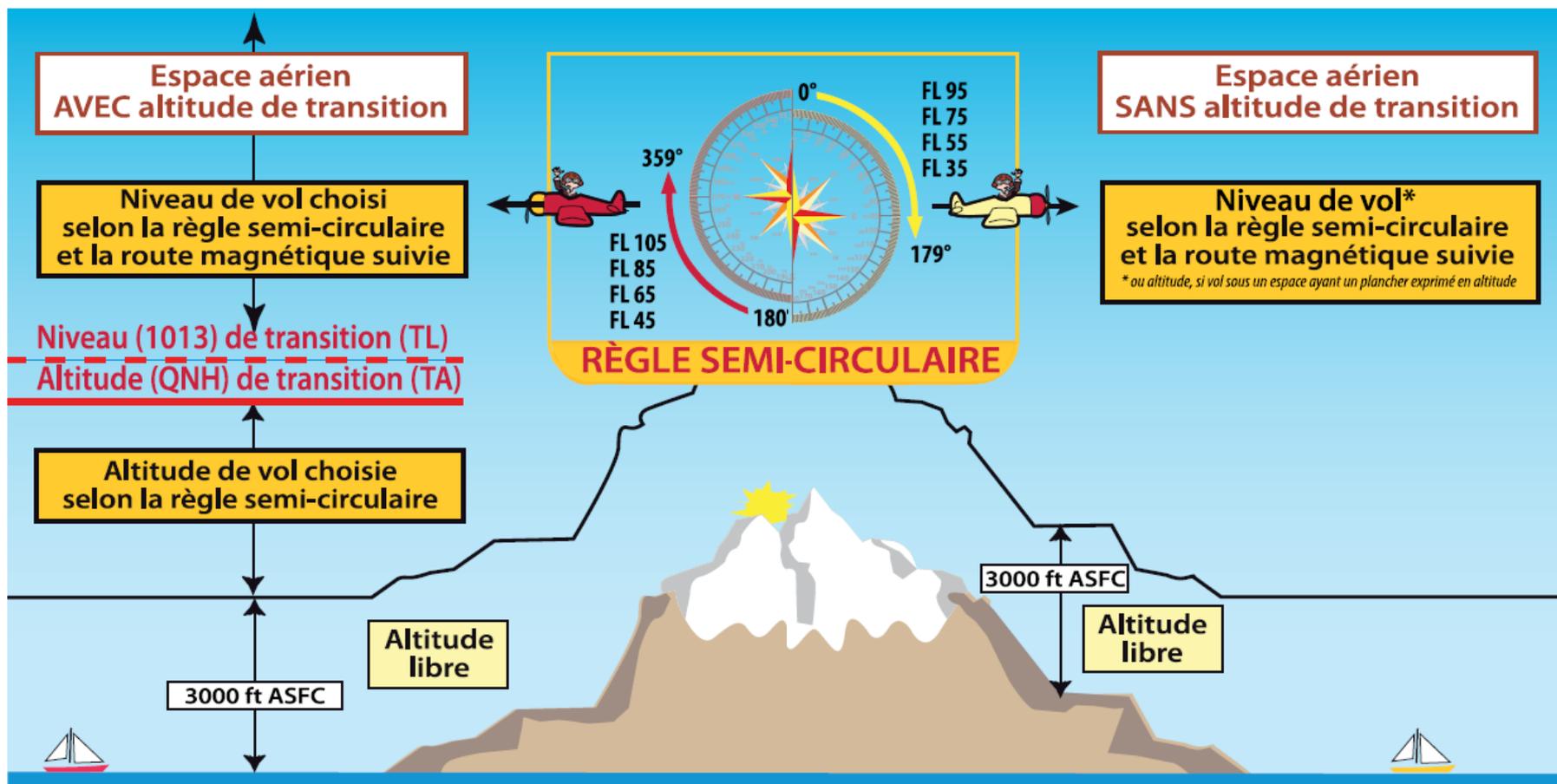
Type of restriction : Compulsory avoidance.
 Very high speed military training flights at very low altitude. Military pilots cannot comply with airborne collision avoidance rules.

Lever du Soleil à AVORD (LS): 03h54 UTC
Sunset AVORD (SR): 03h54 UTC

Coucher du Soleil à AVORD (CS): 19h43 UTC
Sunset AVORD (SS): 19h43 UTC

Créneau horaire: 10/06/2014 de 03h24 à 10h00 Heures UTC
Time slot: 2014/06/10 from 03h24 to 10h00 UTC

Aspects réglementaires



Quand en déposer (obligation) ?

- ✓ Pour tout franchissement de frontière (30 minutes avant HED)
- ✓ Pour un vol VFR de nuit
- ✓ Pour le survol maritime, au-delà de la distance la plus faible des deux distances suivantes :
 - Distance permettant en cas de panne d'un moteur, d'atteindre une terre se prêtant à un atterrissage d'urgence
 - Distance égale à 15 fois l'altitude de l'aéronef



Comment en déposer ?

- ✓ Par téléphone au 0810 437 837 (08 10 IFR VFR) -> Appel local
- ✓ Par internet sur le site OLIVIA : <http://olivia.aviation-civile.gouv.fr/>
- ✓ Dans un bureau de piste
- ✓ Par radio

- ✓ **Ne pas oublier de le clôturer son plan de vol au plus vite après l'atterrissage, surtout si le terrain n'est pas contrôlé ! (auprès d'un organisme de la circulation aérienne)**

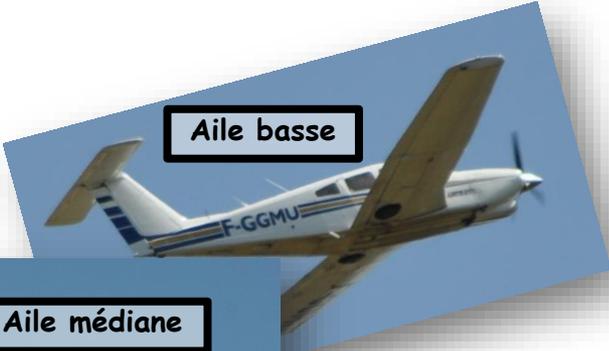
Connaissances avion

1 heure

PLAN

- ✓ Ailes et surfaces de contrôle
- ✓ Trains d'atterrissage
- ✓ Moteur à piston
- ✓ Circuit électrique
- ✓ Circuit carburant
- ✓ Circuit anémométrique

Les différents types d'ailes



Aile basse



Aile volante



Formule canard



Aile médiane



Biplan



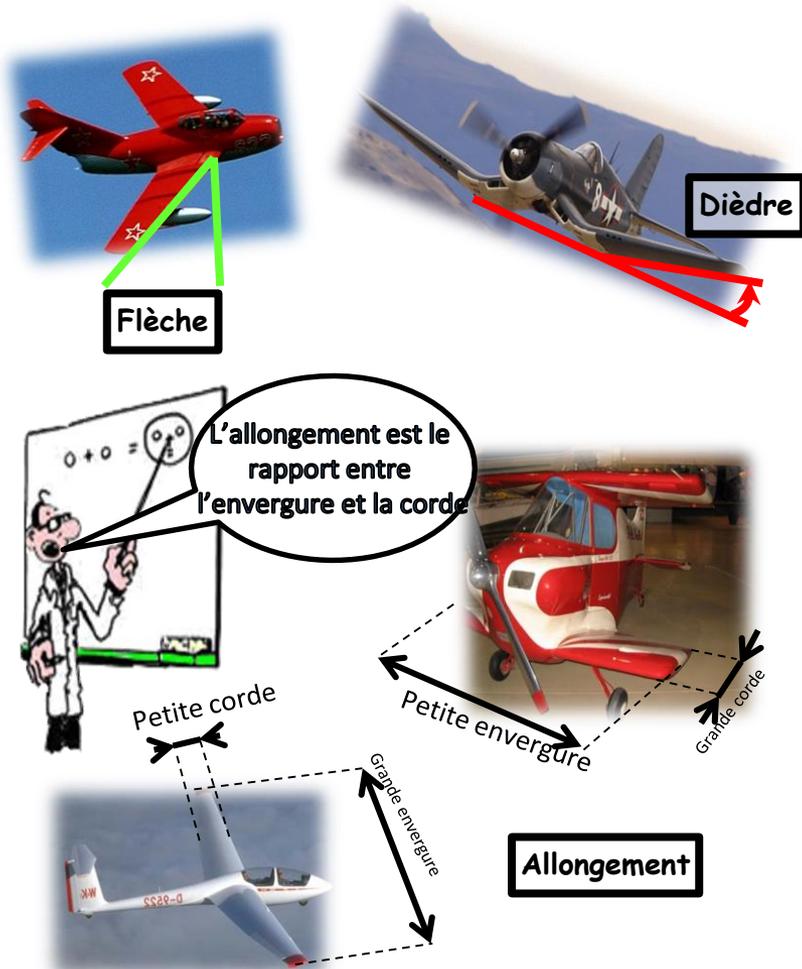
Triplan



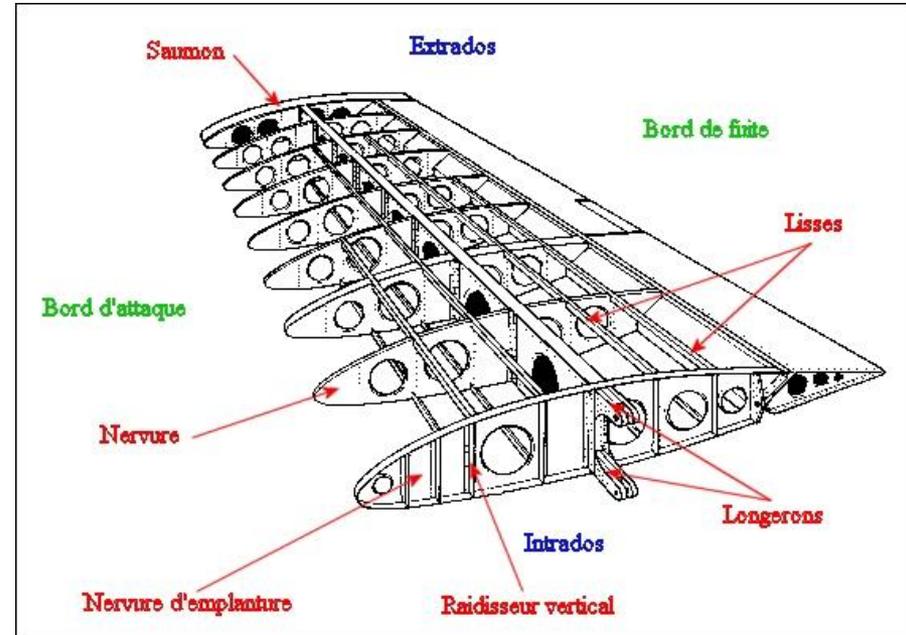
Aile haute

Structure de l'aile

✓ Caractéristiques

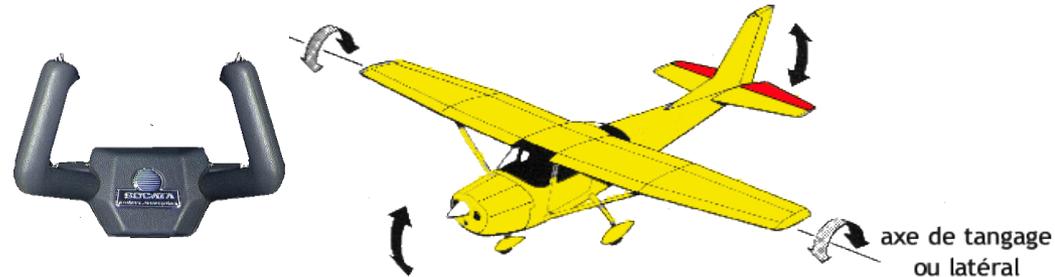


✓ Structure interne

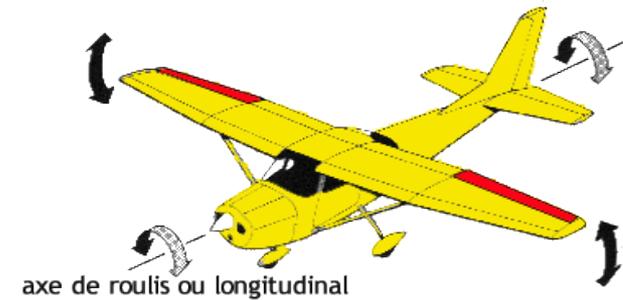
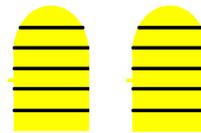


Les gouvernes et leurs effet

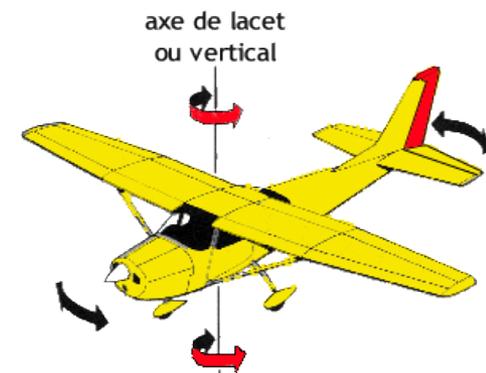
- ✓ Le manche pilote l'assiette autour de l'axe de tangage



- ✓ Les palonniers pilotent le lacet au de l'axe de lacet

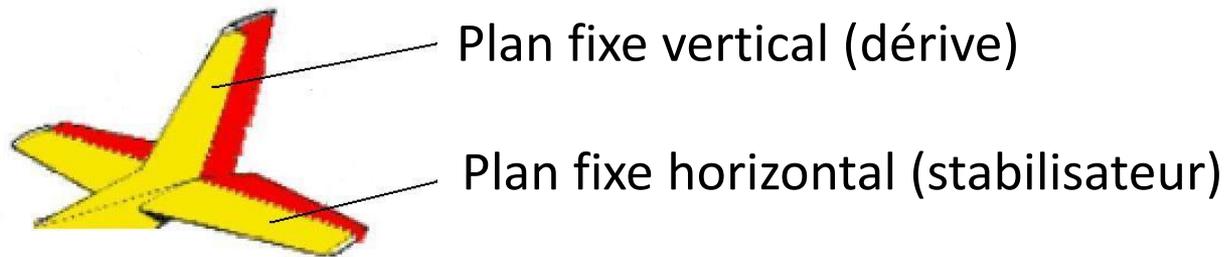


- ✓ Le manche pilote l'inclinaison autour de l'axe de roulis



L'empennage

- ✓ Il comprend deux plans fixes, un horizontal et un vertical

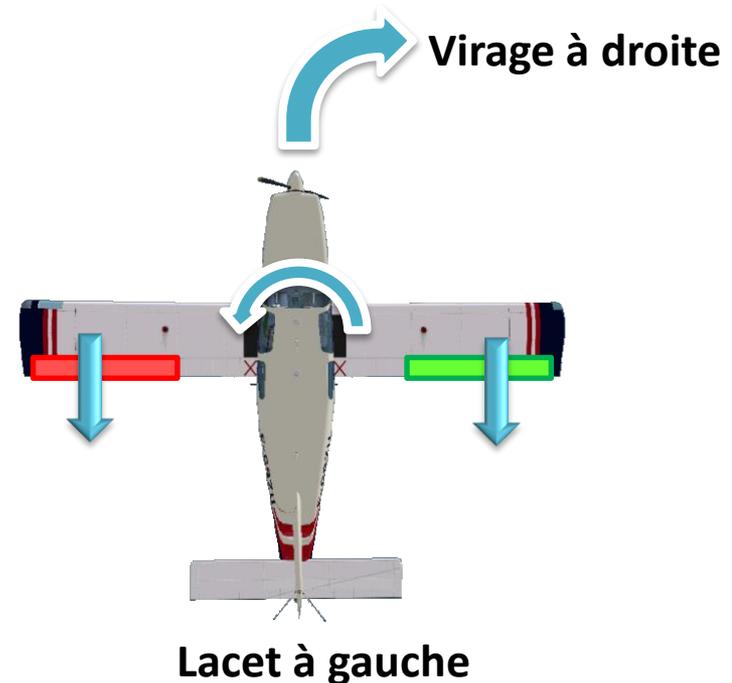
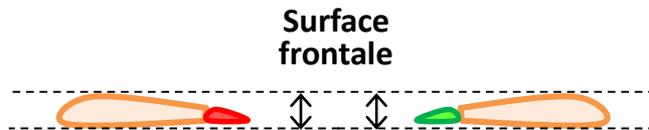


- ✓ Les parties en rouge sont mobiles et constituent la gouverne de profondeur (horizontale) et la gouverne de direction (verticale)
- ✓ L'empennage est généralement cruciforme mais pourra également être en forme de T, en V ou encore de H



Le lacet inverse

- ✓ Lors d'une action sur la commande de roulis (mise en virage par exemple) :
 - L'aileron qui se baisse crée plus de traînée que l'aileron qui se lève
 - Il en résulte un mouvement en lacet, opposé au sens de virage, que l'on appelle **lacet inverse**



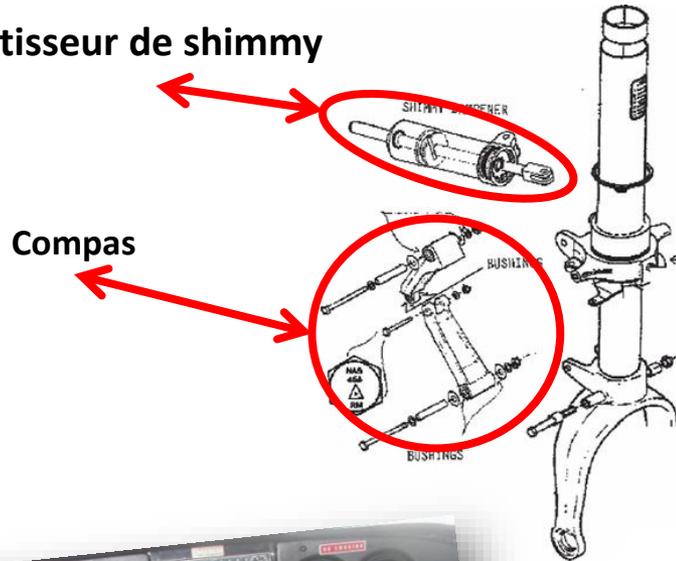
Types de trains



Direction de l'avion au sol

- ✓ Elle se fait au moyen des **palonniers**, agissant sur la **roulette de nez** ou sur la **roulette de queue**

Amortisseur de shimmy



Les pneumatiques

- ✓ De construction assez classique, ils se gonflent classiquement entre 2 et 5 bar selon les types

Bande de roulement avec sculpture

Flan du pneumatique

Toiles

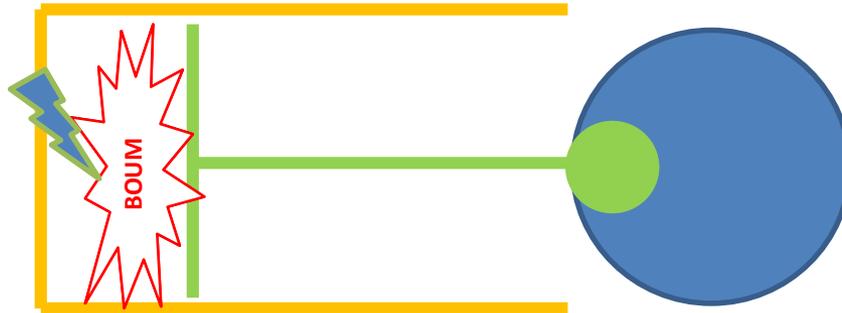
Pneu ayant subi un blocage lors d'un freinage

Toile

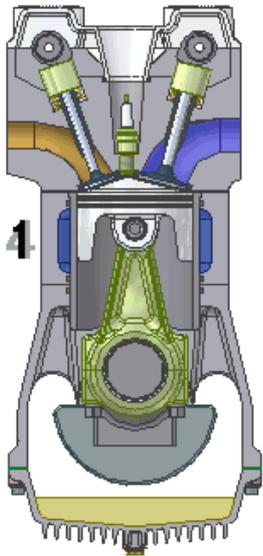
Carcasse

Principe général

- ✓ **Principe** : on canalise l'énergie produite par une combustion interne («l'explosion») dans un piston pour la transformer en énergie mécanique utilisable
- ✓ La translation du piston transformée en rotation du vilebrequin



Le cycle d'un moteur à quatre temps



Temps 1 : Admission

Temps résistant

Temps 2 : Compression

Temps résistant

Temps 3 : Explosion / Détente

Temps moteur

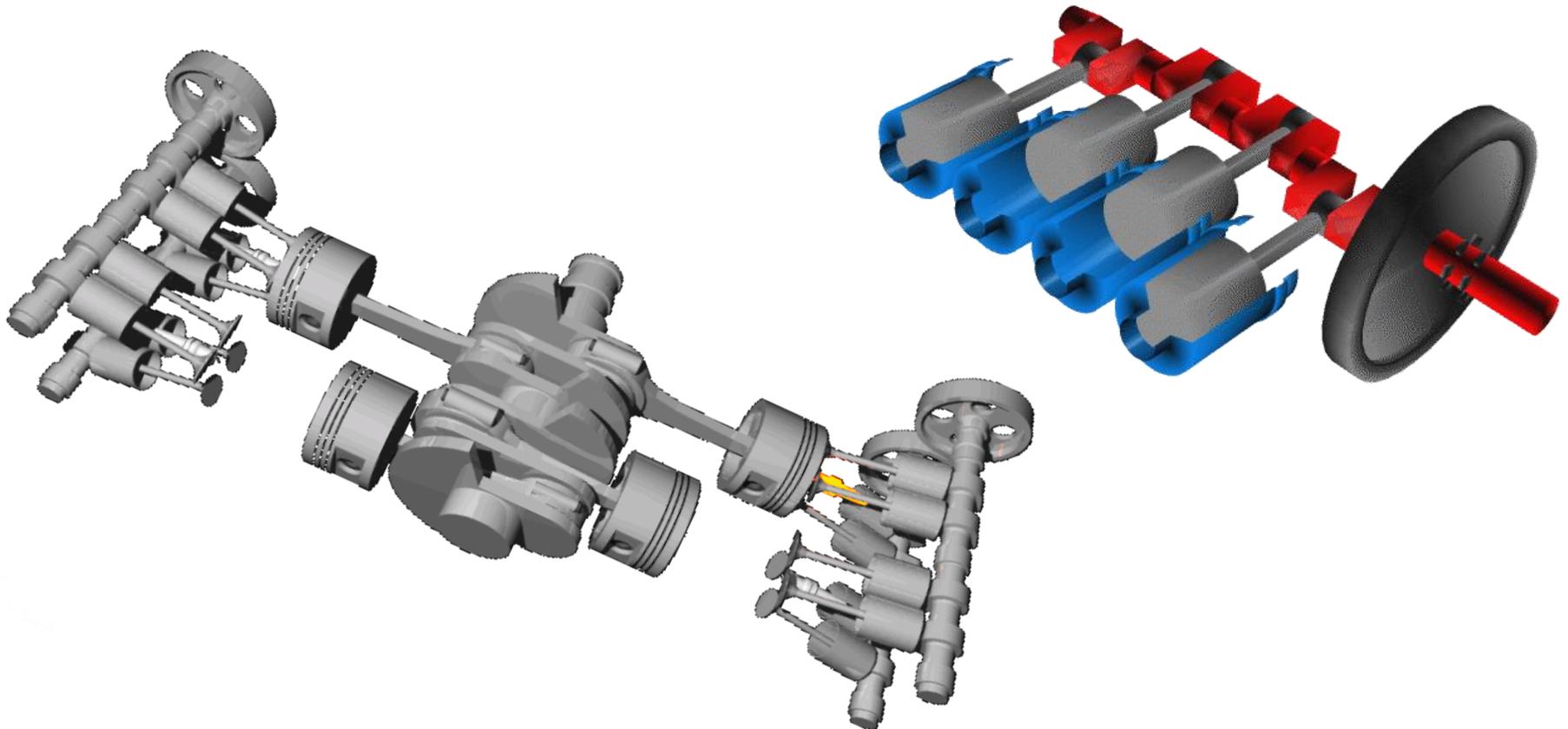
Temps 4 : Echappement

Temps résistant

1 temps moteur = 1 course de piston

Le cycle d'un moteur à quatre temps (suite)

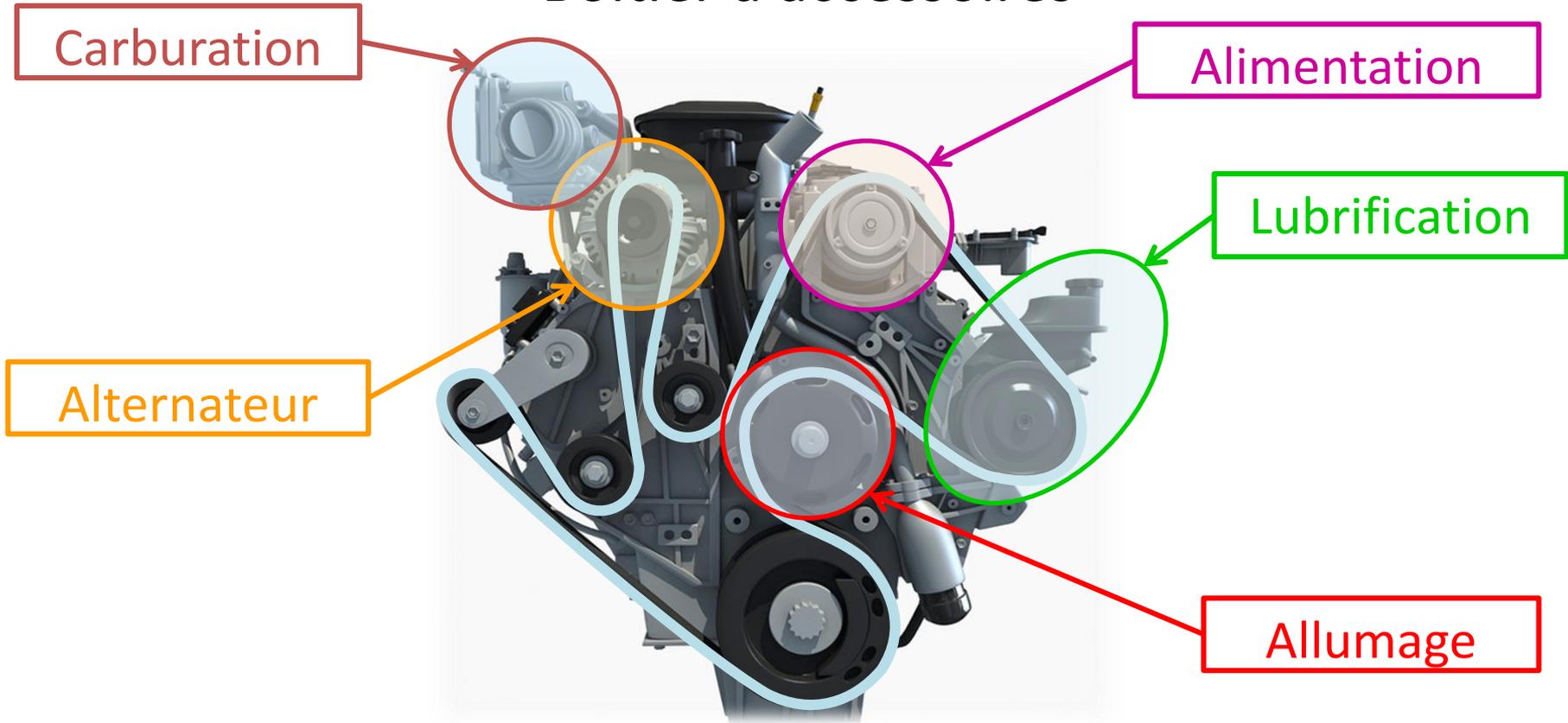
- ✓ Afin d'optimiser le temps « moteur », on va multiplier le nombre de piston



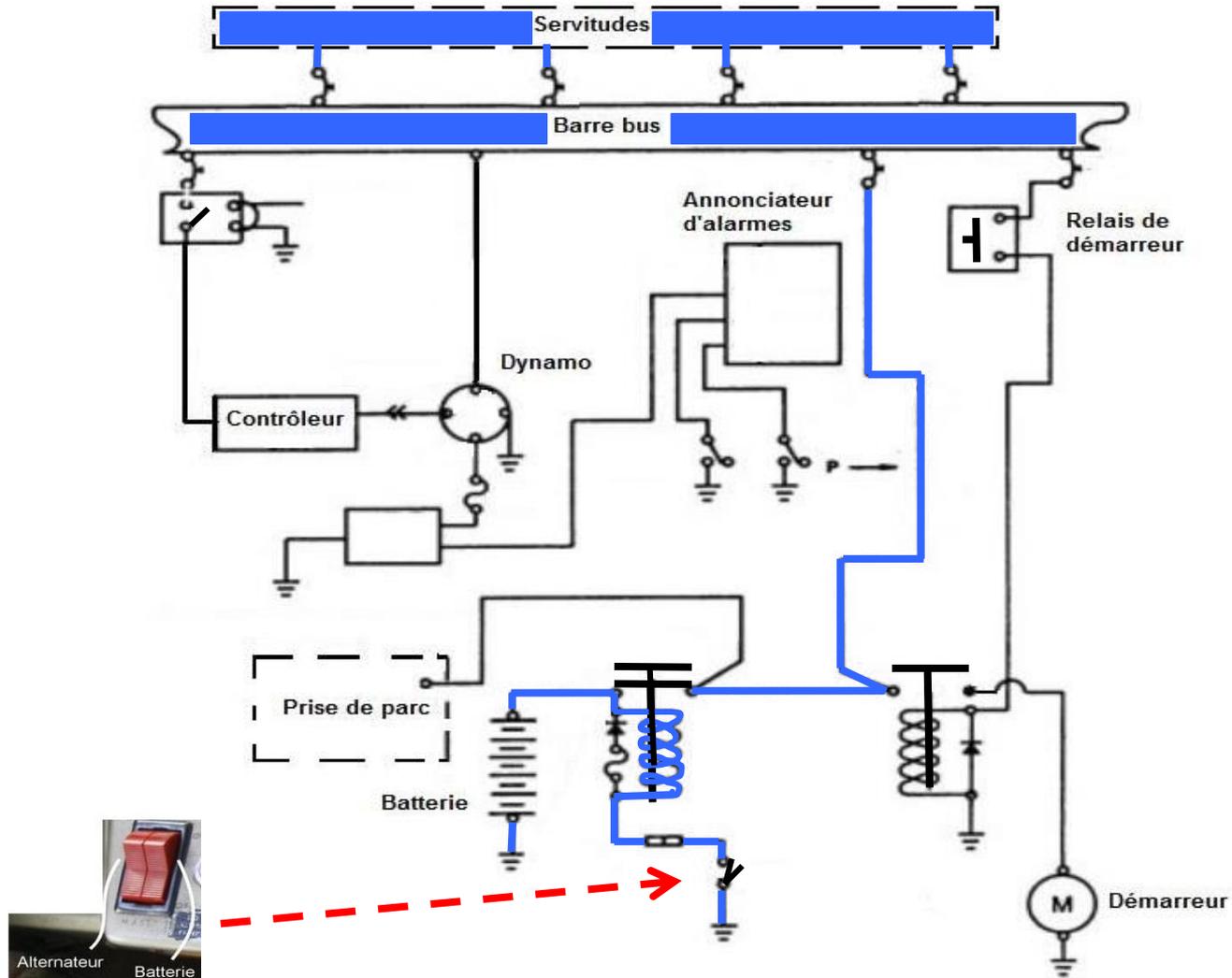
Composants externes

- ✓ L'ensemble des accessoires est entraîné par une **courroie ou chaîne de distribution**

Boîtier à accessoires



Exemple de circuit électrique



Exemple de circuit carburant

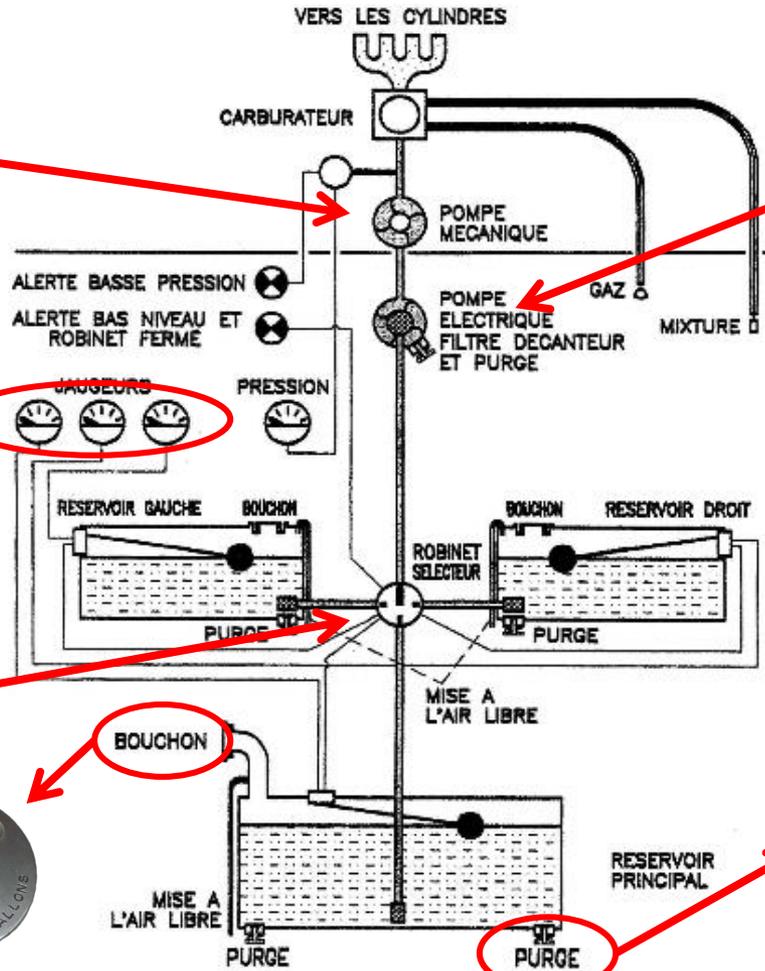
Pompe mécanique



Jaugeur carburant



Robinet / Sélecteur réservoir



Pompe électrique



Généralités

Circuit dynamique
(transmet la pression
dynamique P_t)



Prise dynamique
(tube pitot -> P_{totale})

Anémomètre



Altimètre



Prise statique -> P_s



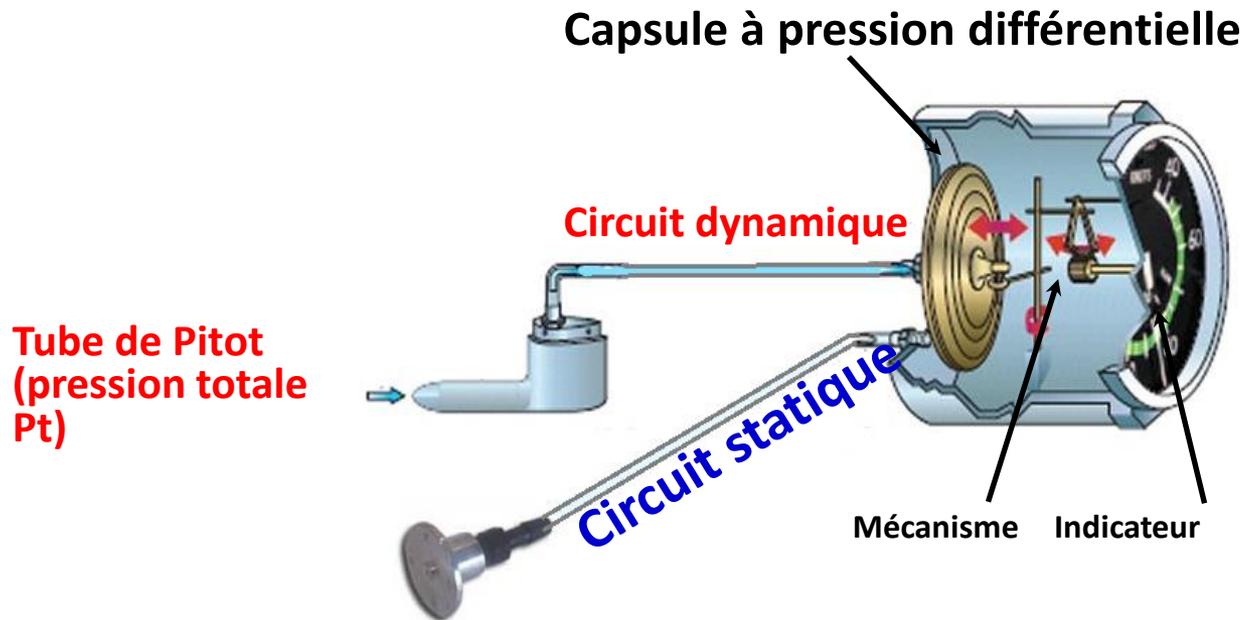
Circuit statique
(transmet la pression statique P_s)



Variomètre

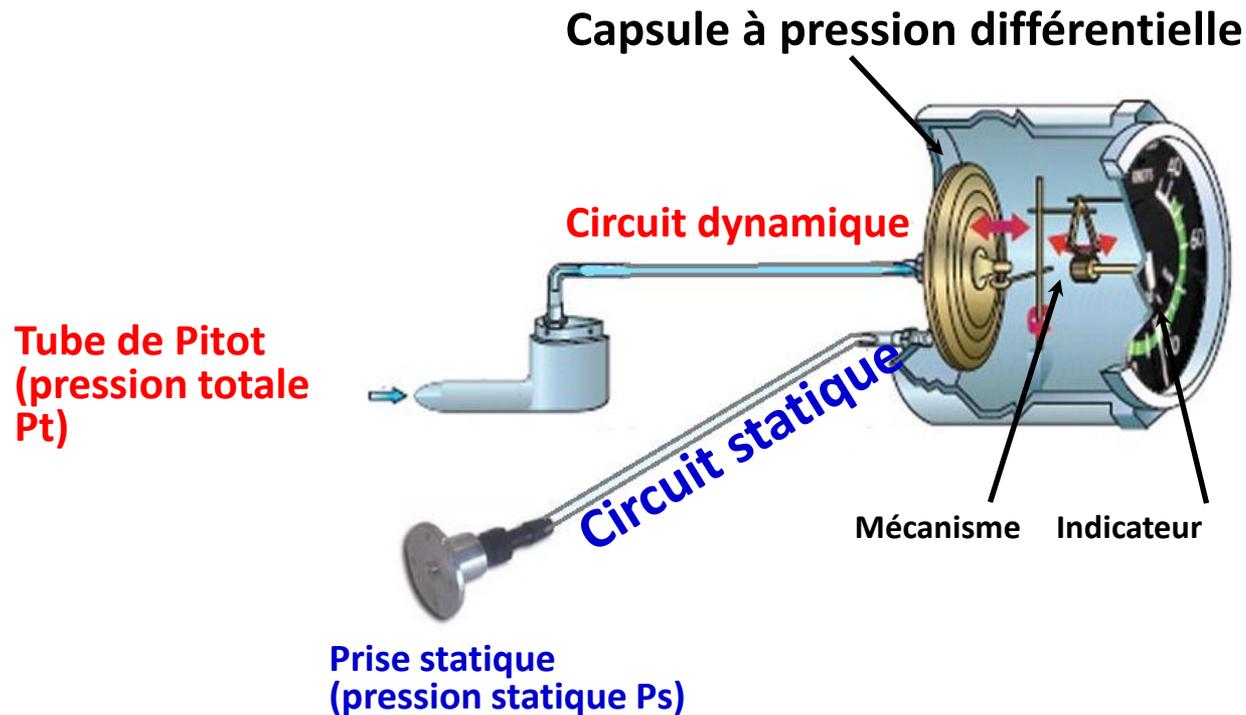
L'anémomètre

- ✓ Il utilise les informations de **prise de pression totale** (tube de pitot) et de la **prise de pression statique**
- ✓ La capsule à pression différentielle permet de récupérer l'information de **pression dynamique**, convertible en vitesse
- ✓ L'anémomètre est **calibré « au niveau de la mer, en atmosphère standard »**



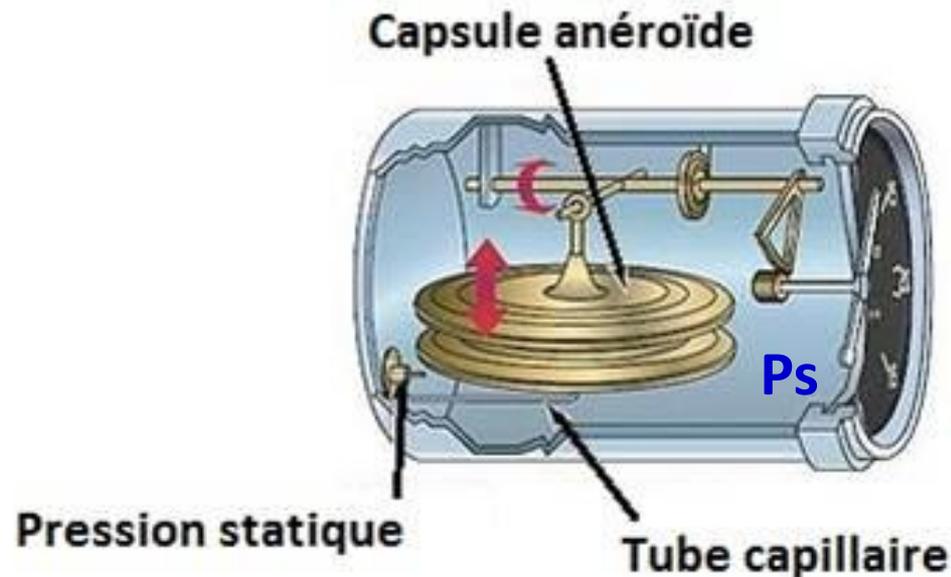
L'altimètre

- ✓ Il utilise les informations de la **prise de pression statique**
- ✓ Le mécanisme de l'instrument permet de **convertir l'écrasement de la capsule anéroïde en indication d'altitude** sur l'afficheur
- ✓ L'altimètre est **calibré « en atmosphère standard »**



Le variomètre

- ✓ Il utilise les informations de la **prise de pression statique**
- ✓ La pression statique est appliquée à l'intérieur du boîtier, et dans la capsule différentielle, à travers un tube capillaire
- ✓ La pression s'établit donc avec un certain retard, l'écrasement de la capsule est convertible en taux de montée/descente



Navigation

1 heure 15 minutes

PLAN

- ✓ Les différents nords
- ✓ Parallèles et méridiens - localisation
- ✓ Triangle des vitesses
- ✓ Navigation à l'estime

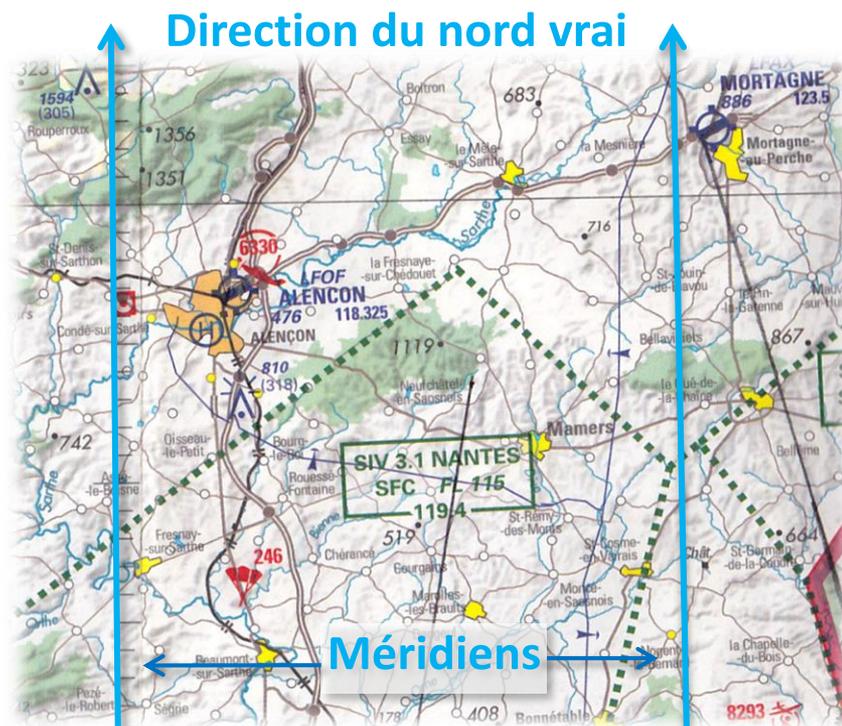
Le nord vrai, ou nord géographique

- ✓ Il pointe vers l'intersection de l'ensemble des méridiens, dans la direction du pôle nord géographique
- ✓ Facilement accessible depuis les cartes aéronautiques
- ✓ Difficile à utiliser à bord de l'avion

Pôle nord
géographique

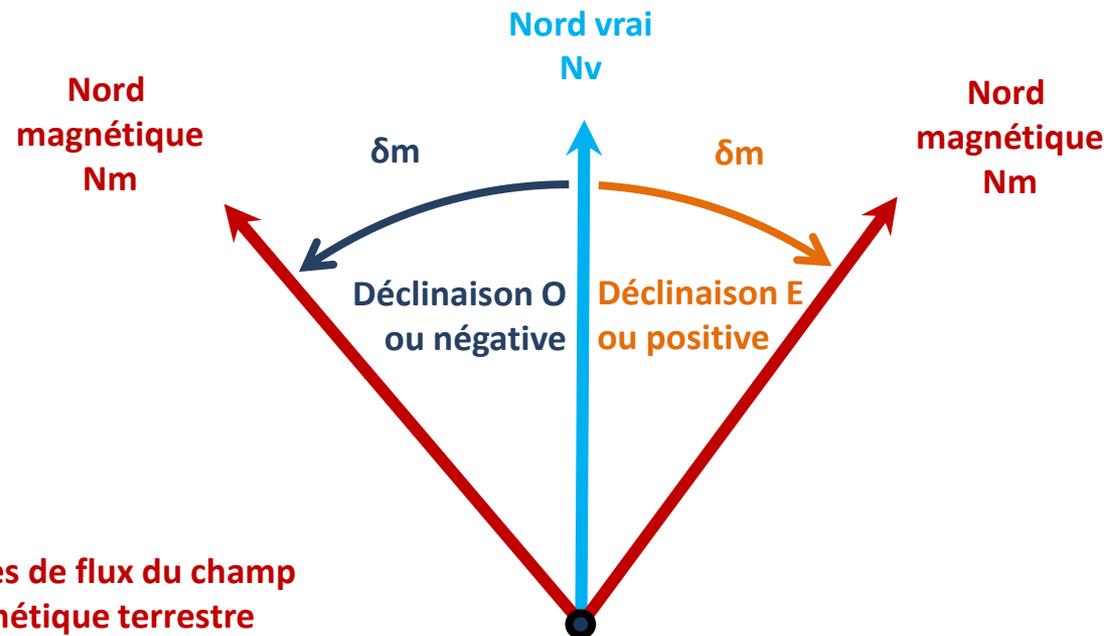
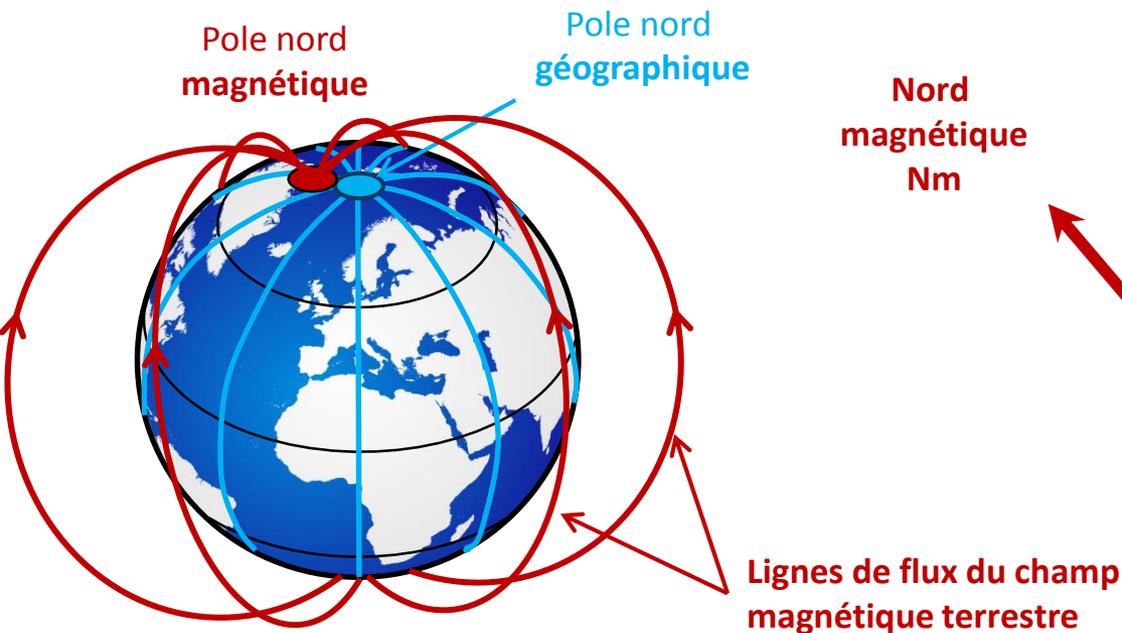


Méridiens



Le nord magnétique

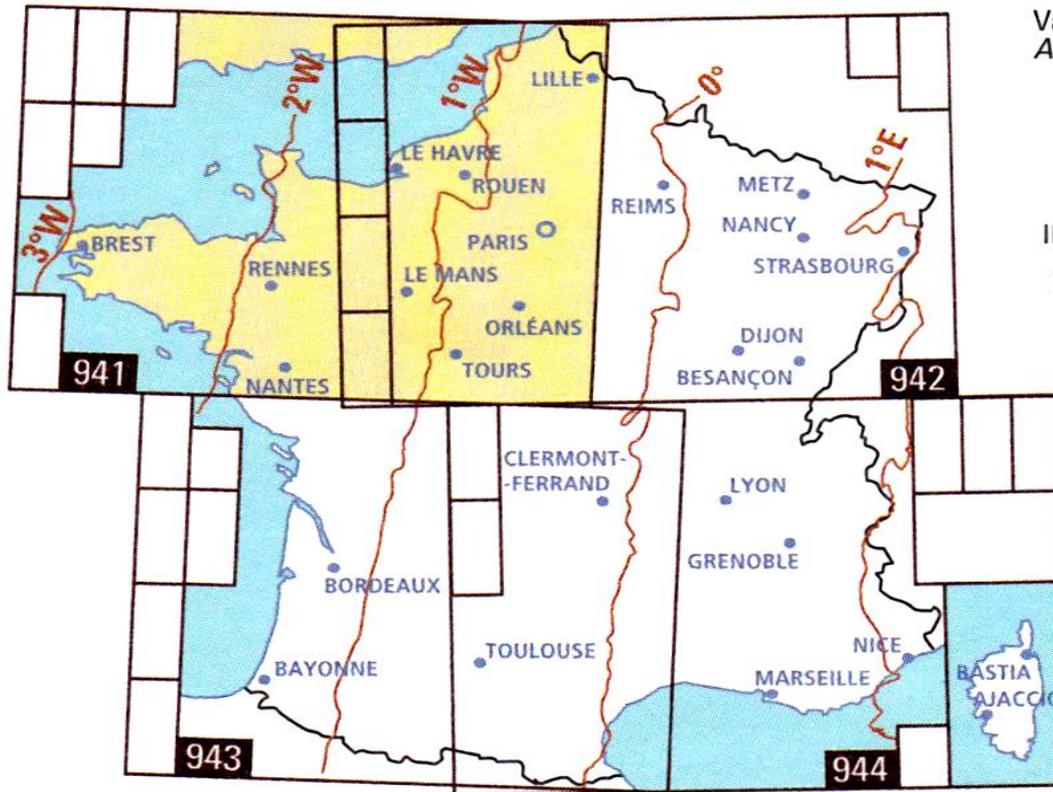
- ✓ Il pointe vers le nord magnétique, à l'intersection des lignes de flux du champ magnétique terrestre
- ✓ Il n'est en général pas identique au nord vrai
- ✓ La différence entre le nord vrai et le nord magnétique s'appelle la déclinaison magnétique (notée δm)



Le nord magnétique (suite)

- ✓ Les lignes d'égale déclinaison magnétiques sont appelées isogones

Les lignes d'égale déclinaison correspondent au : **1^{er} JANVIER 2010**
Lines of equal magnetic variation on :



Variation annuelle:
Annual rate of change: 8' Est

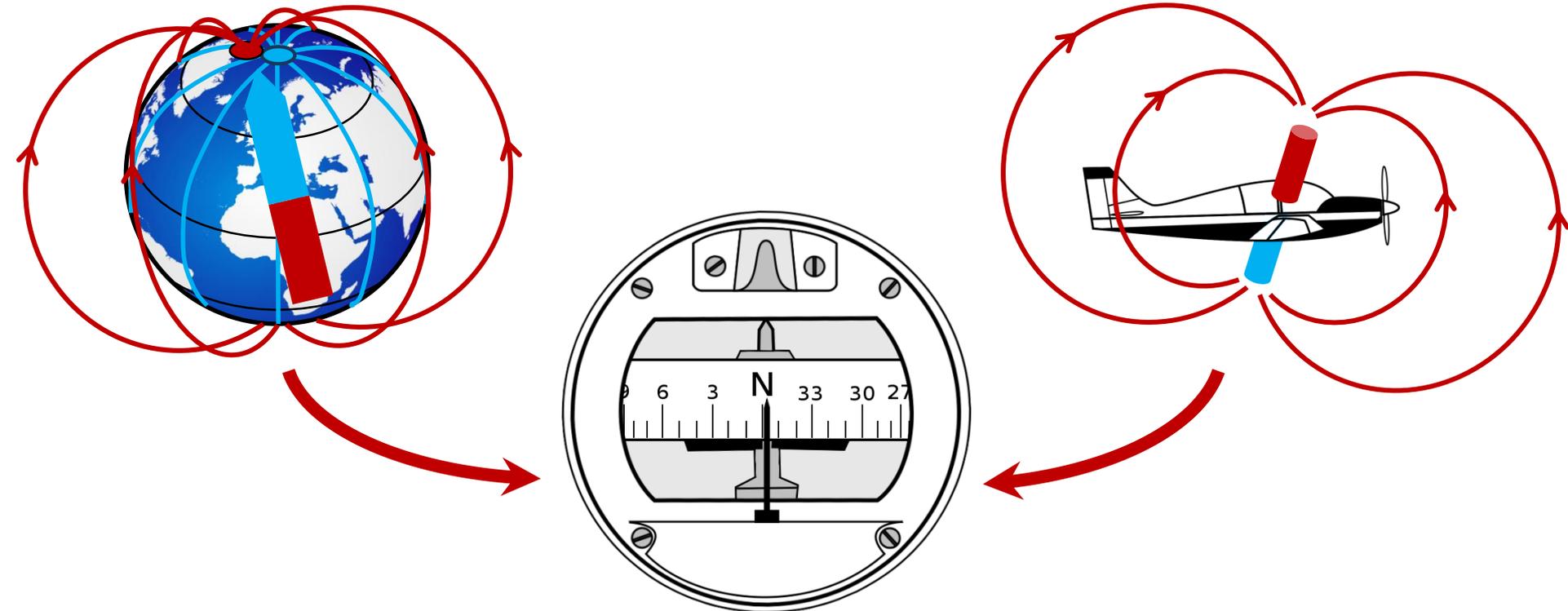
Origine, from:
INSTITUT DE PHYSIQUE
DU GLOBE
UNIVERSITÉ DE PARIS

Déclinaison
moyenne pour
la Corse: 1° 19' E

*Mean magnetic
variation for
Corsica : 1° 19' E*

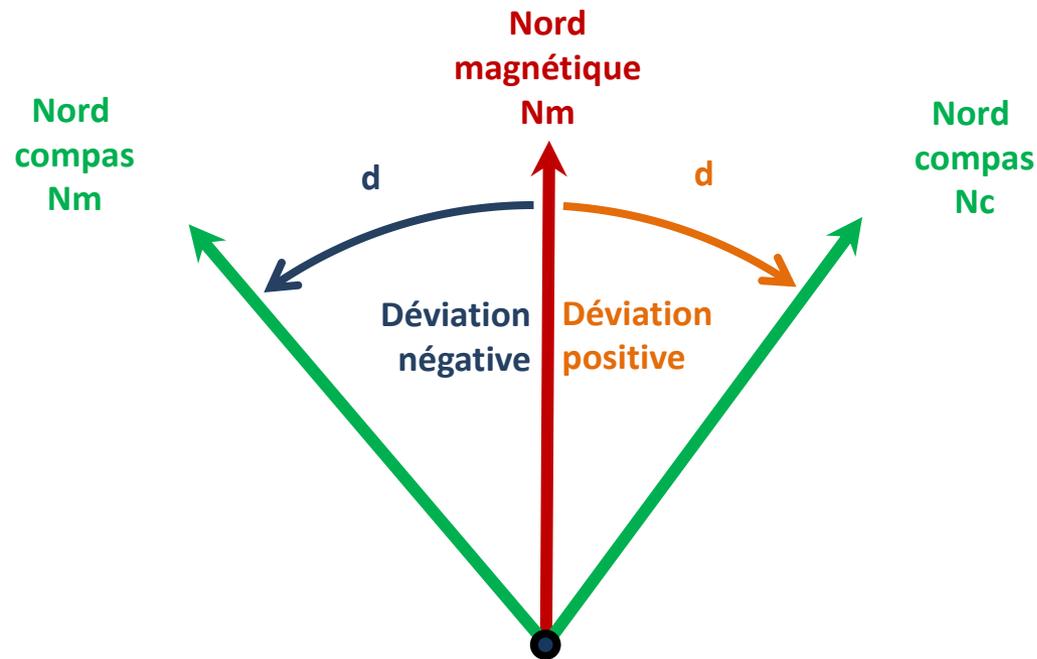
Le nord compas

- ✓ C'est le nord vers lequel pointe le compas à bord de l'avion
- ✓ Il n'est pas forcément confondu avec le nord magnétique



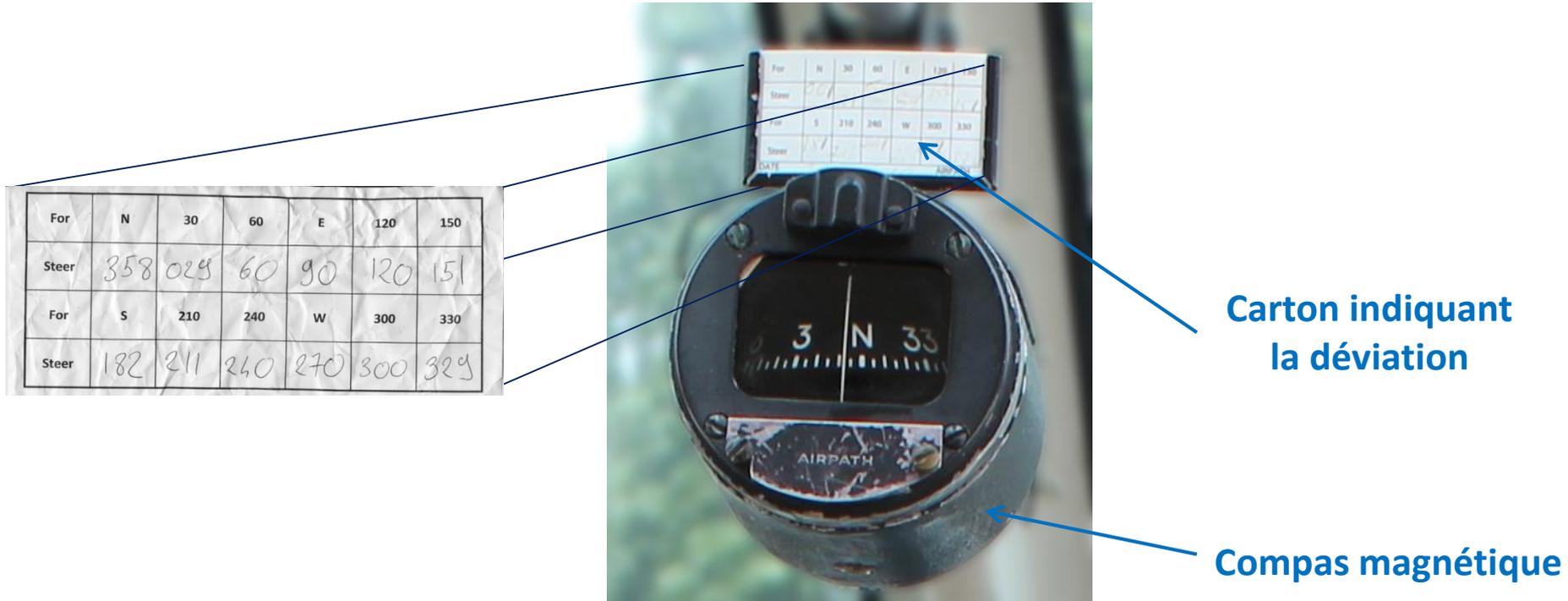
Le nord compas

- ✓ La différence entre le nord magnétique et le nord compas s'appelle la déviation (notée d)



Le nord compas (suite)

- ✓ Les valeurs de déviation du compas se trouvent sur l'instrument

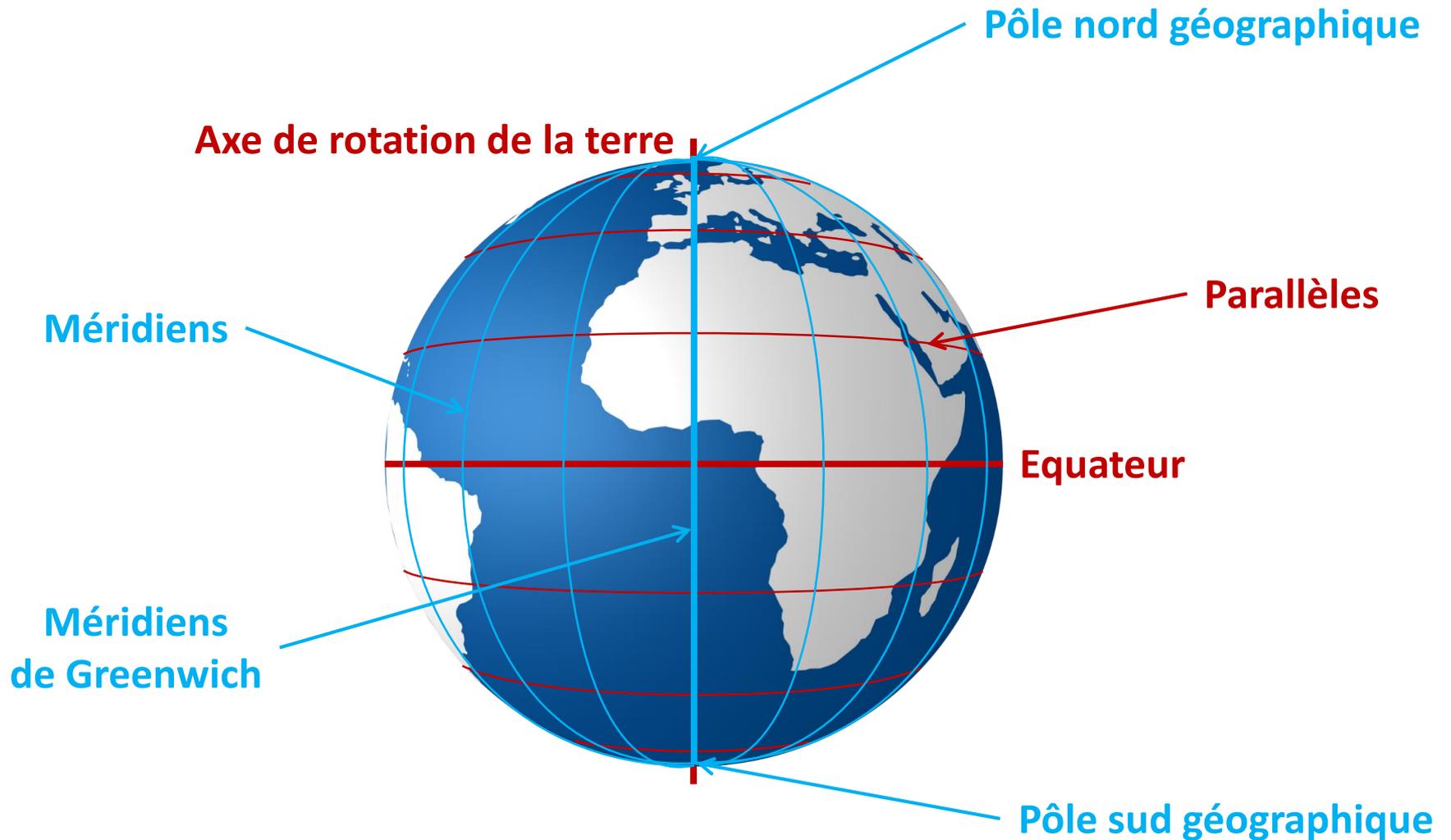


Le tableau d'orientation

- ✓ Il permet de résoudre les problèmes liés aux changements de référence (changement de nord)

| | Vrai ← | Magnétique ← | Compas |
|-------------------|-------------|------------------|-----------------|
| Route ↑ Cap | Route vraie | Route magnétique | Route compas |
| Cap | Cap vrai | Cap magnétique | Cap compas |

Parallèles et méridiens

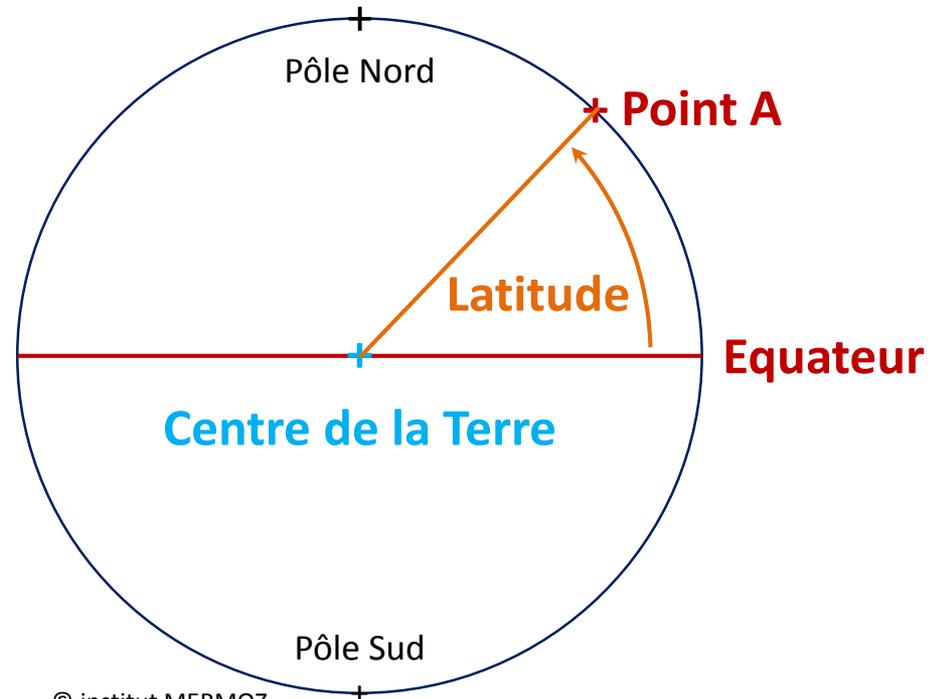


La latitude d'un point

- ✓ Angle entre la ligne reliant le centre de la sphère au point à repérer, et l'équateur
- ✓ **L'angle est orienté**, il est dit Nord (noté « N ») si le point est situé au Nord de l'équateur, Sud (noté « S ») si le point est situé au Sud de l'équateur



Vue en coupe
méridienne

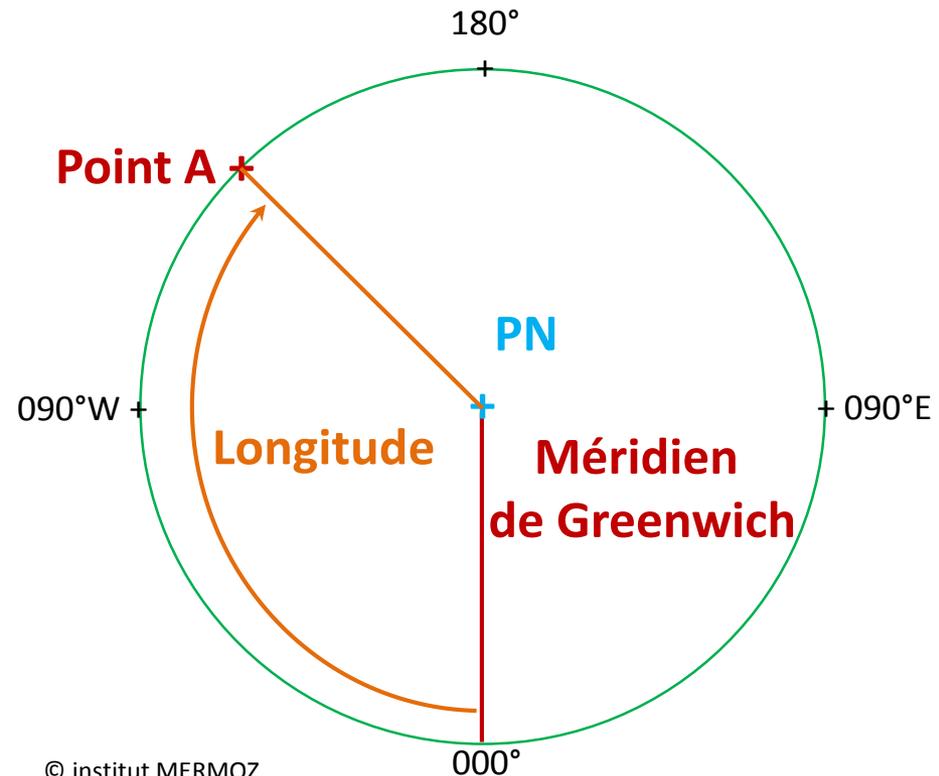


La longitude d'un point

- ✓ Angle entre la ligne reliant le centre de la sphère au point à repérer, et le méridien de Greenwich
- ✓ **L'angle est orienté**, il est dit Ouest (noté « O ») si le point est situé à l'Ouest du méridien de Greenwich, Est (noté « E ») si le point est situé à l'Est du méridien

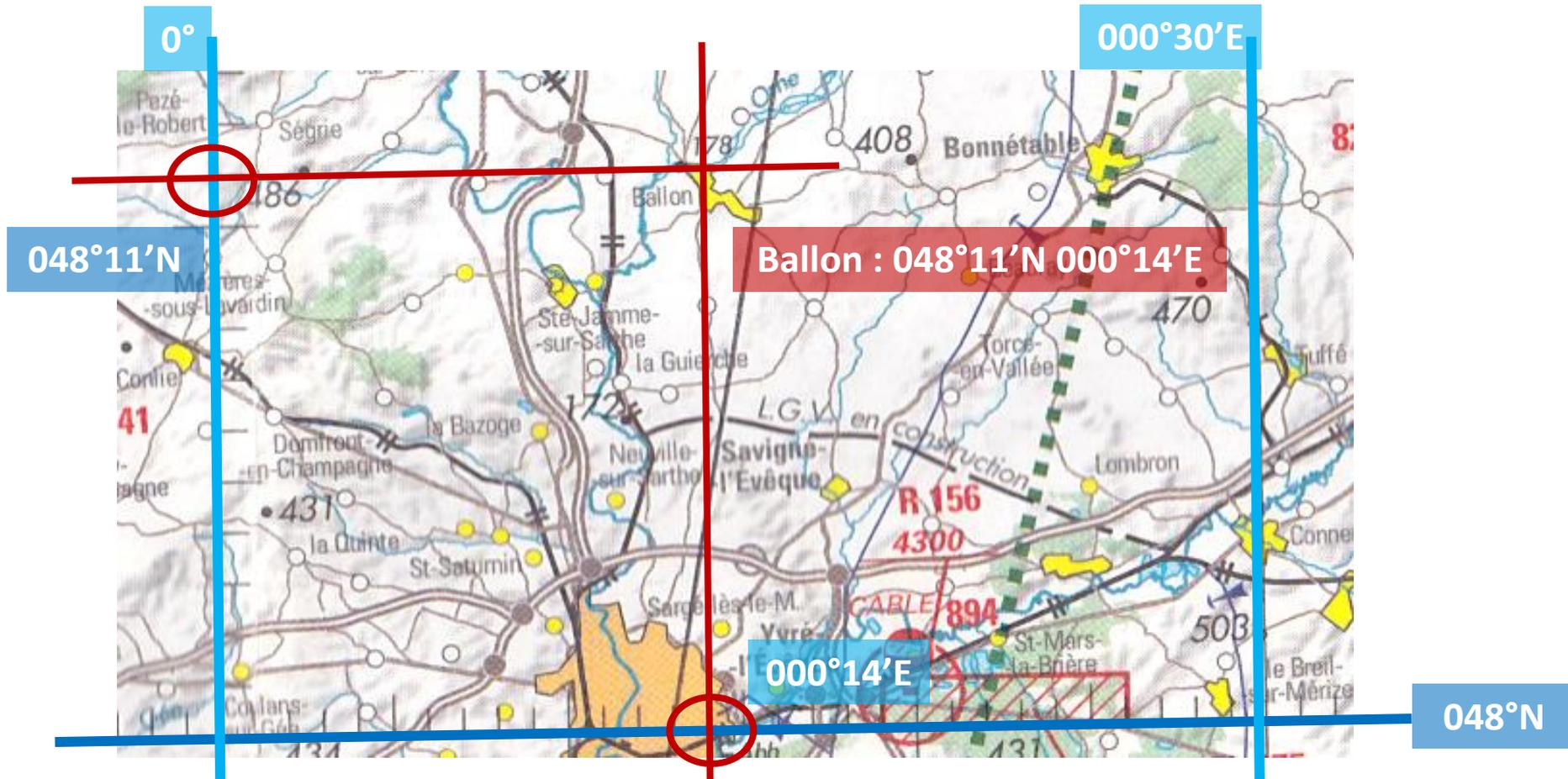


Vue de dessus du PN



Repérage d'un point sur une carte

- ✓ Repérons le village de Ballon sur cette carte (trouvons ses coordonnées)



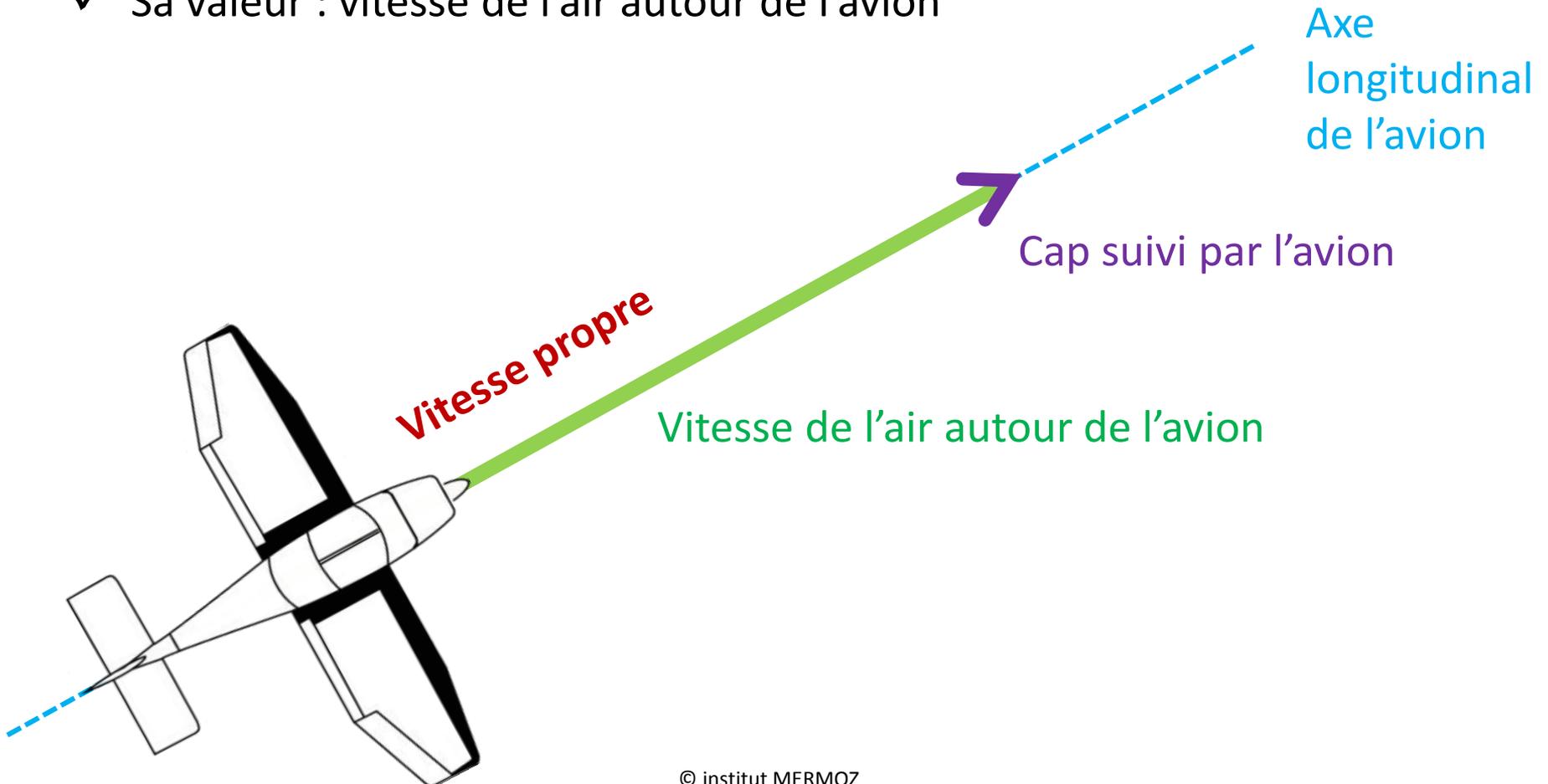
Les différentes vitesses

- ✓ En navigation, trois principales vitesses seront utilisées :
 - La vitesse propre – V_p
 - La vitesse du vent – V_w
 - La vitesse sol – V_s ou GS

- ✓ Toutes ces vitesses sont la plupart du temps exprimées en nœuds (knot en anglais, d'où abréviation kt) :
 - C'est le nombre de milles marins (NM) parcourus par heure
 - 1 nm = 1,852 km donc 1 kt = 1,852 km/h (= 1 NM/h)

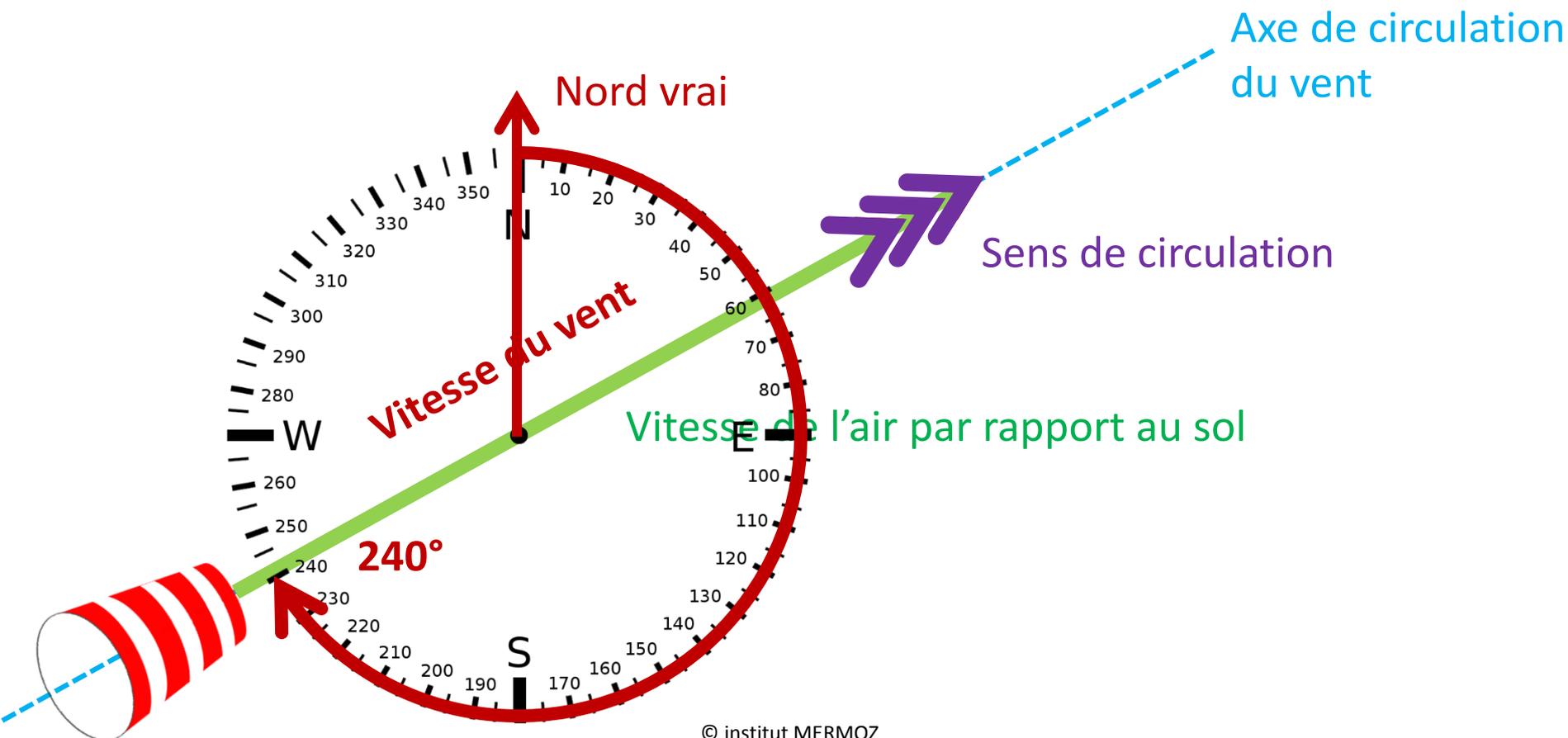
La vitesse propre

- ✓ Sa direction : axe longitudinal de l'avion (en vol symétrique)
- ✓ Son sens : cap suivi par l'avion
- ✓ Sa valeur : vitesse de l'air autour de l'avion



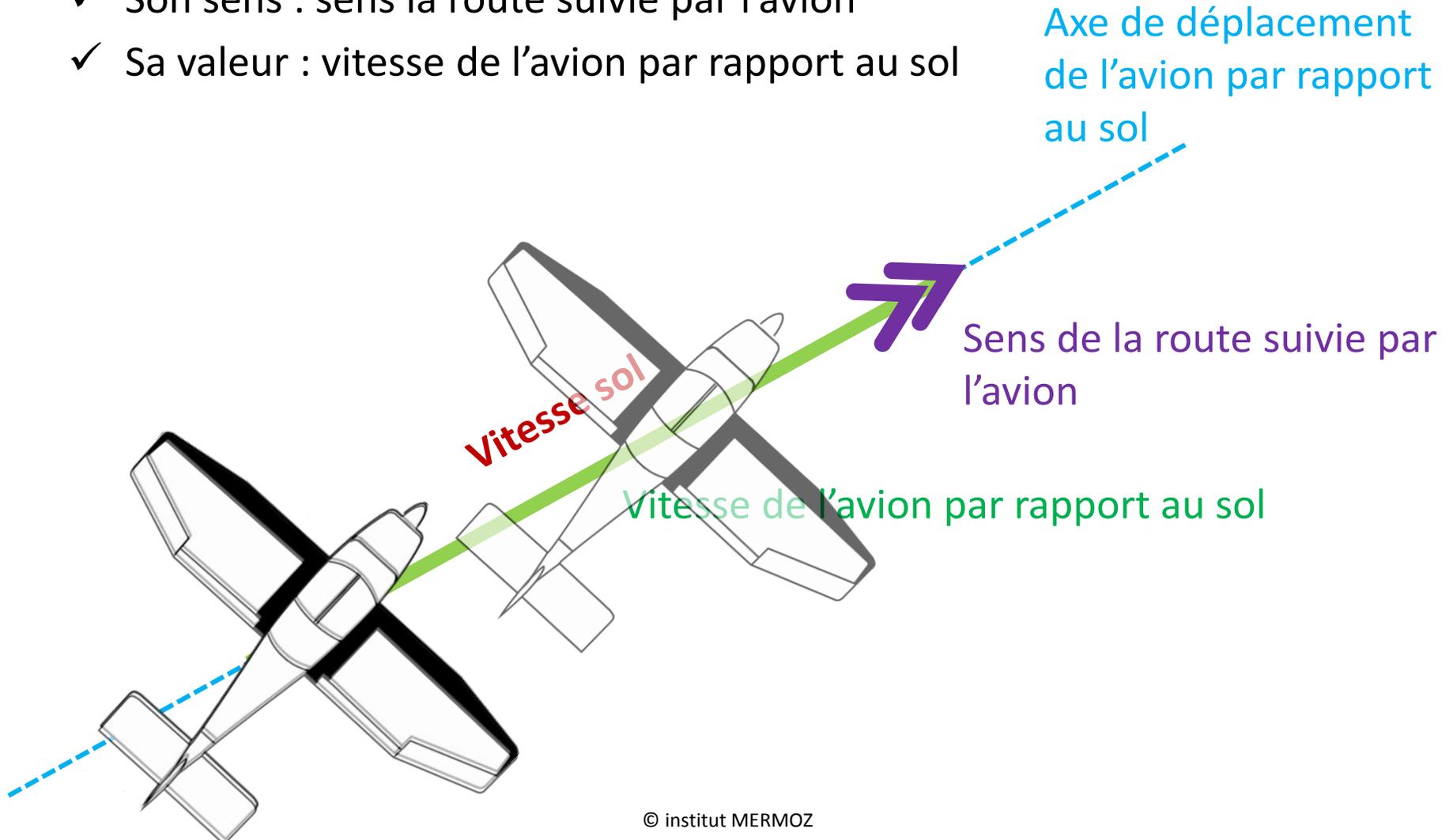
La vitesse du vent

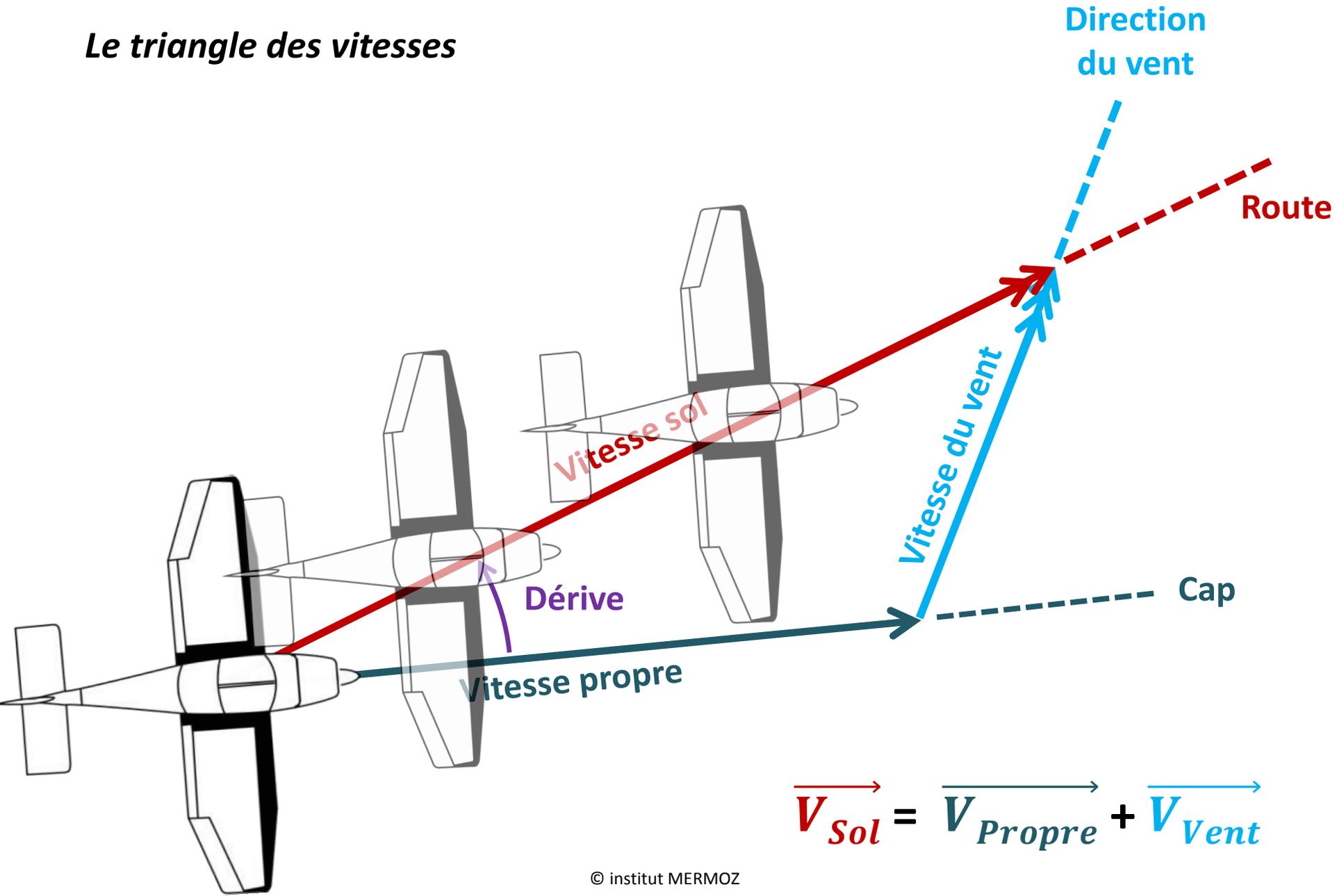
- ✓ Sa direction : axe de circulation du vent
- ✓ Son sens : sens de circulation
- ✓ Sa valeur : vitesse de l'air par rapport au sol



La vitesse sol

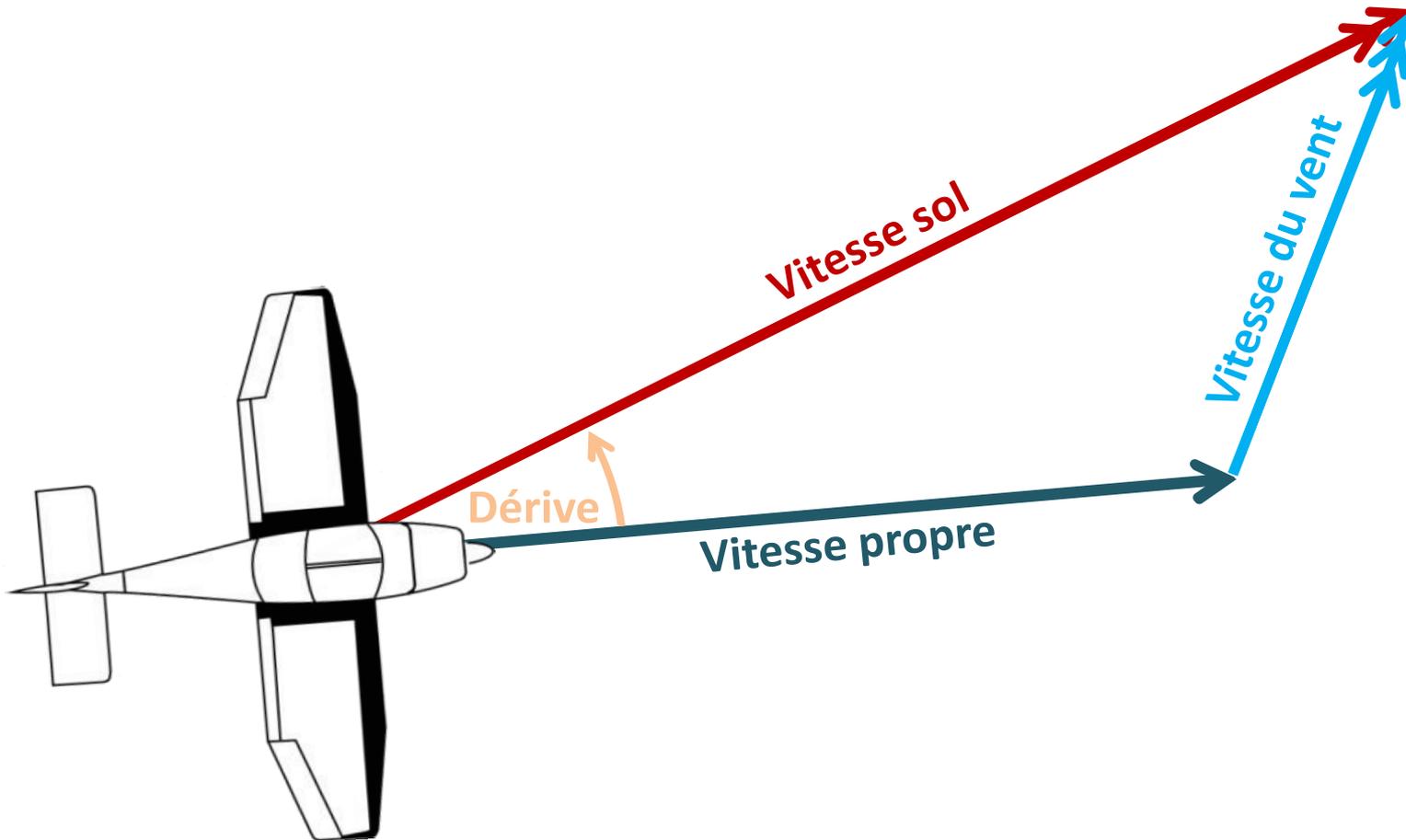
- ✓ Sa direction : axe de déplacement de l'avion par rapport au sol
- ✓ Son sens : sens la route suivie par l'avion
- ✓ Sa valeur : vitesse de l'avion par rapport au sol



Le triangle des vitesses

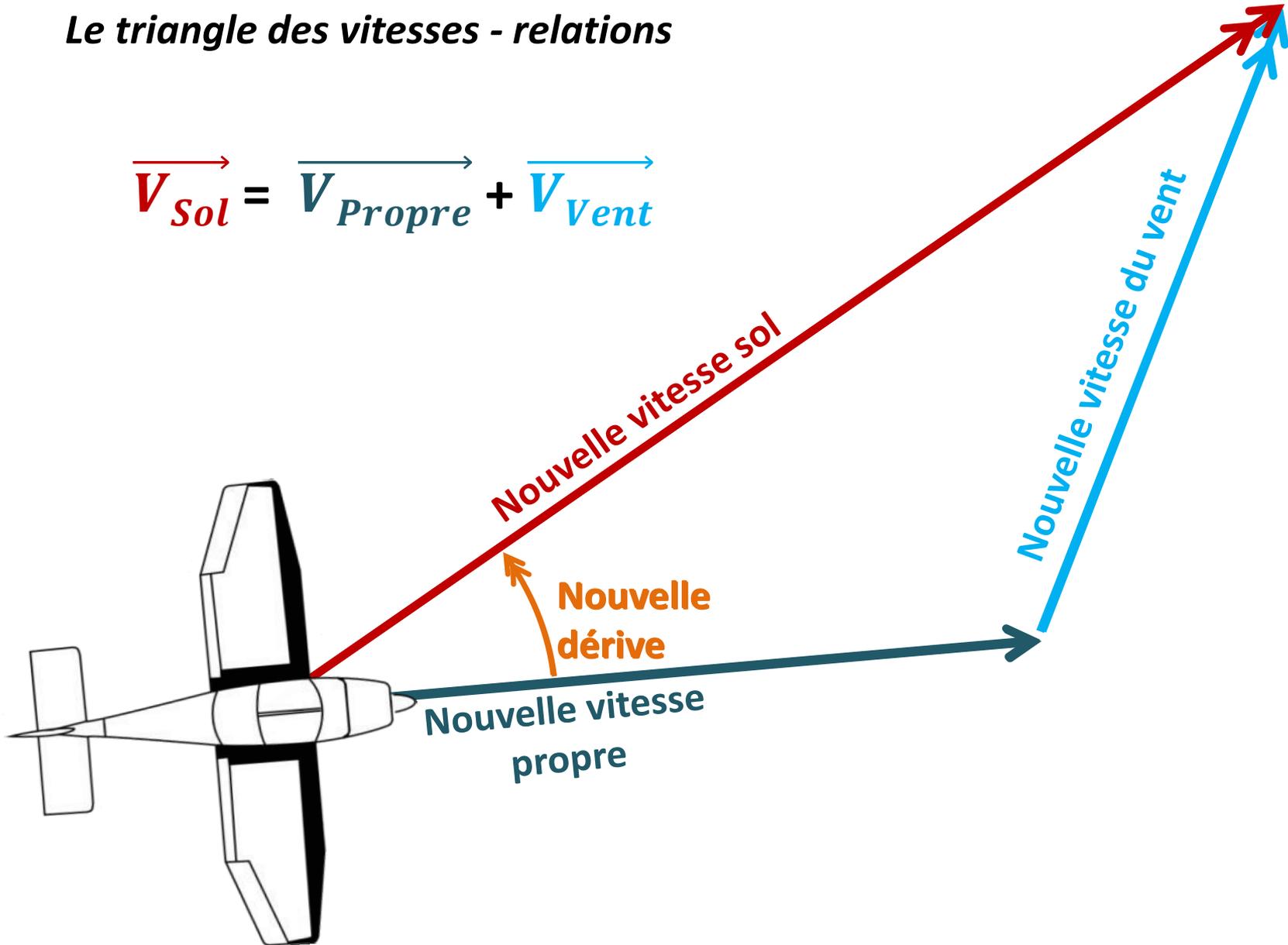
Le triangle des vitesses - relations

$$\vec{V}_{Sol} = \vec{V}_{Propre} + \vec{V}_{Vent}$$



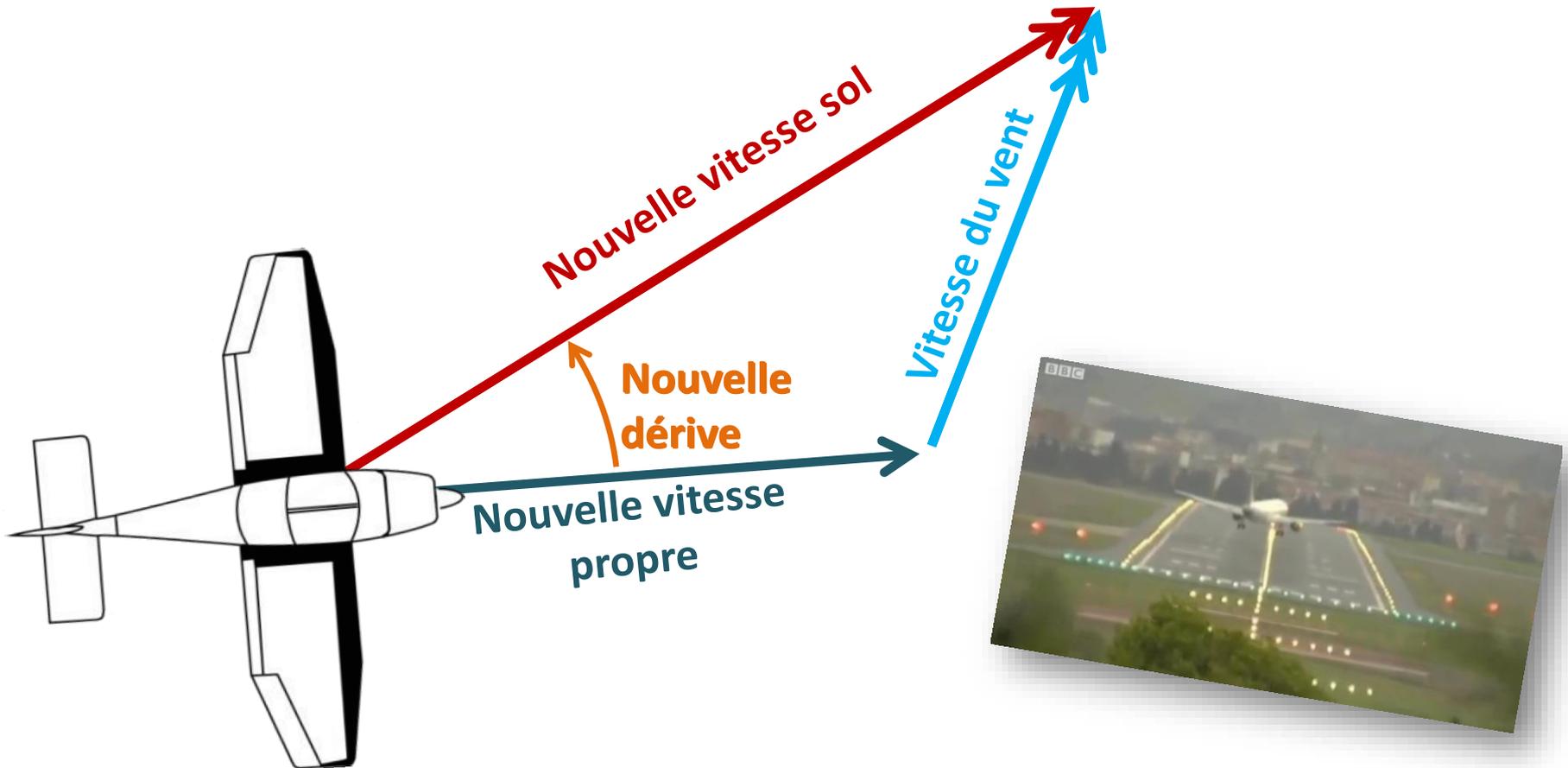
Le triangle des vitesses - relations

$$\vec{V}_{Sol} = \vec{V}_{Propre} + \vec{V}_{Vent}$$



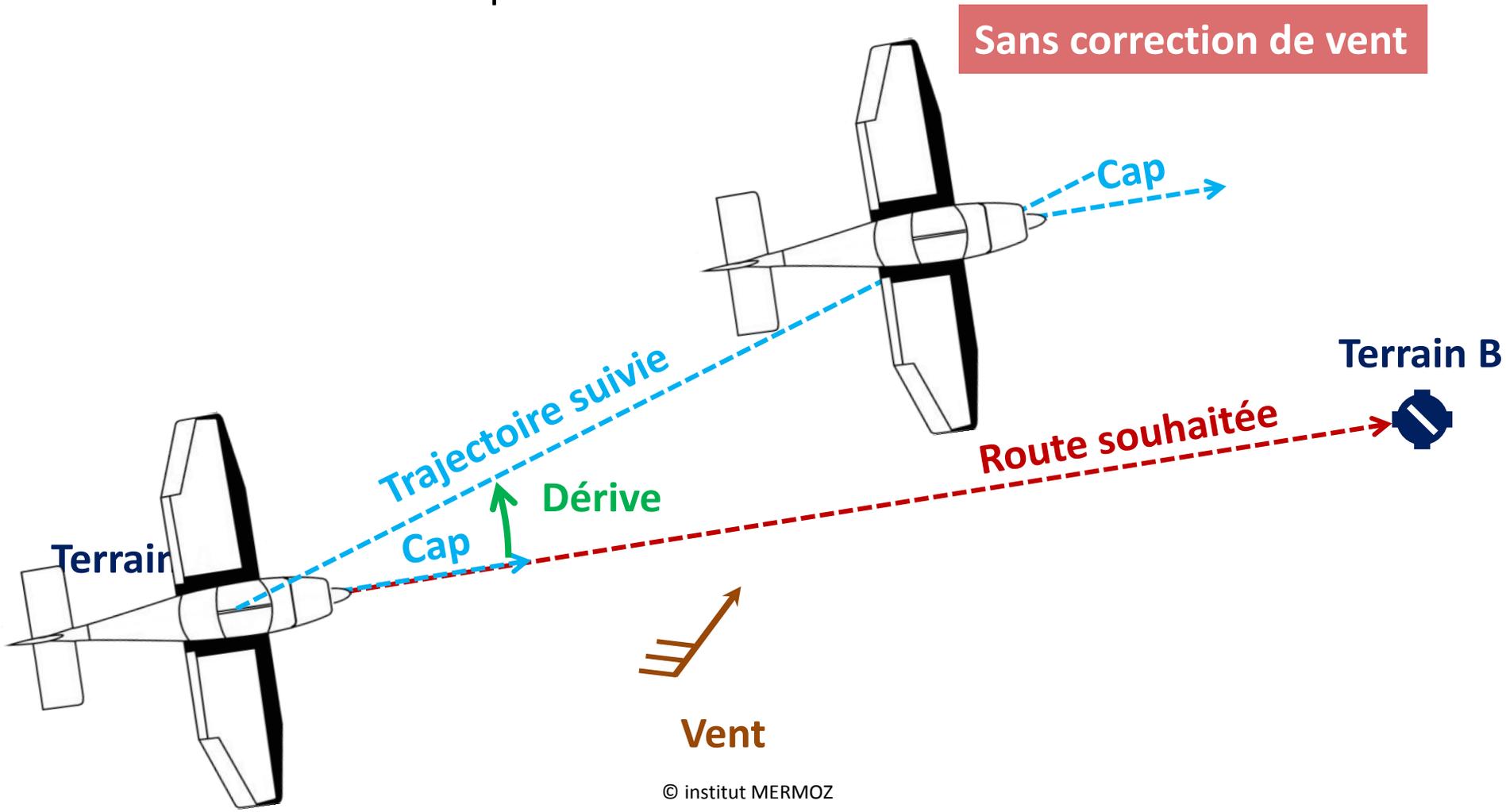
Le triangle des vitesses - relations

$$\vec{V}_{Sol} = \vec{V}_{Propre} + \vec{V}_{Vent}$$



La dérive

- ✓ C'est l'angle entre le cap et la route, elle est liée au vent qui fait dévier l'avion de la route qu'il veut suivre

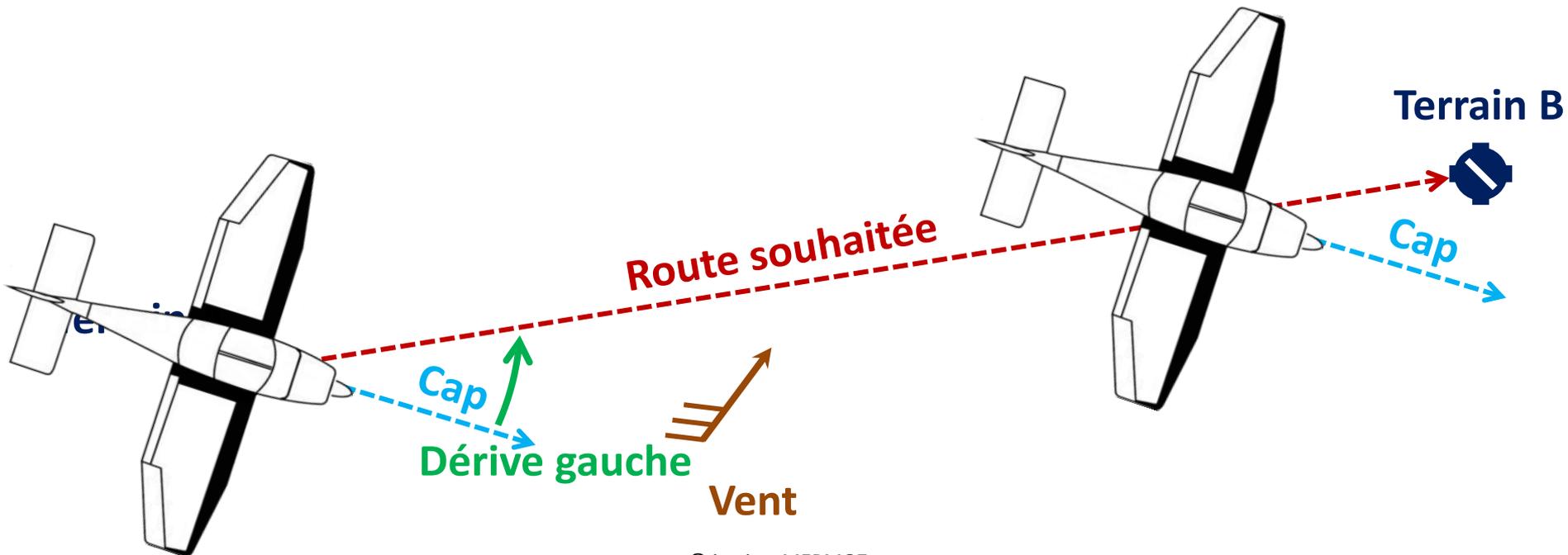


La dérive

- ✓ C'est l'angle entre le cap et la route, elle est liée au vent qui fait dévier l'avion de la route qu'il veut suivre

Dérive gauche, le cap est supérieur à la route

Avec correction de vent

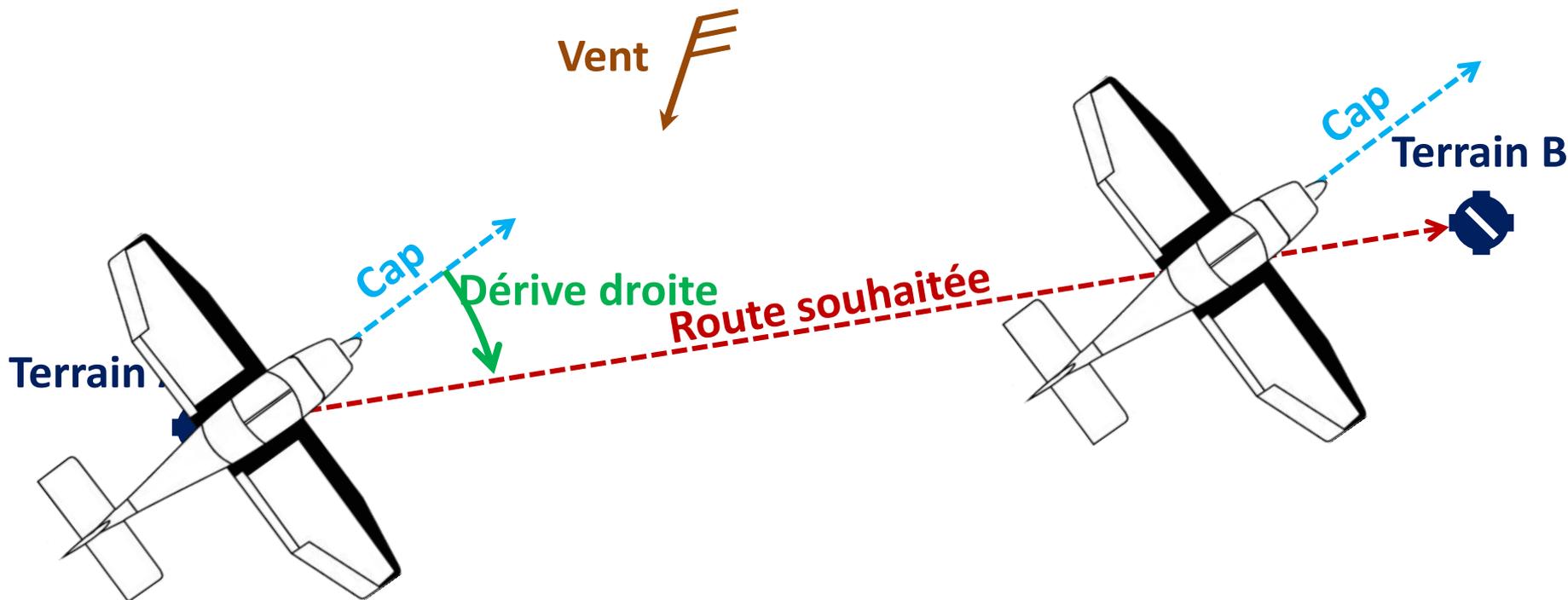


La dérive

- ✓ C'est l'angle entre le cap et la route, elle est liée au vent qui fait dévier l'avion de la route qu'il veut suivre

Dérive droite, le cap est inférieur à la route

Avec correction de vent



La dérive maximum

- ✓ La **dérive maximum** (notée X_{max}) apparaît lorsque **le vent est perpendiculaire à la route suivie par l'avion**
- ✓ Elle vaut alors : **$X_{max} = \text{Arcsin}(V_w/V_p)$**
- ✓ Relativement complexe, **cette formule peut s'approximer par :**

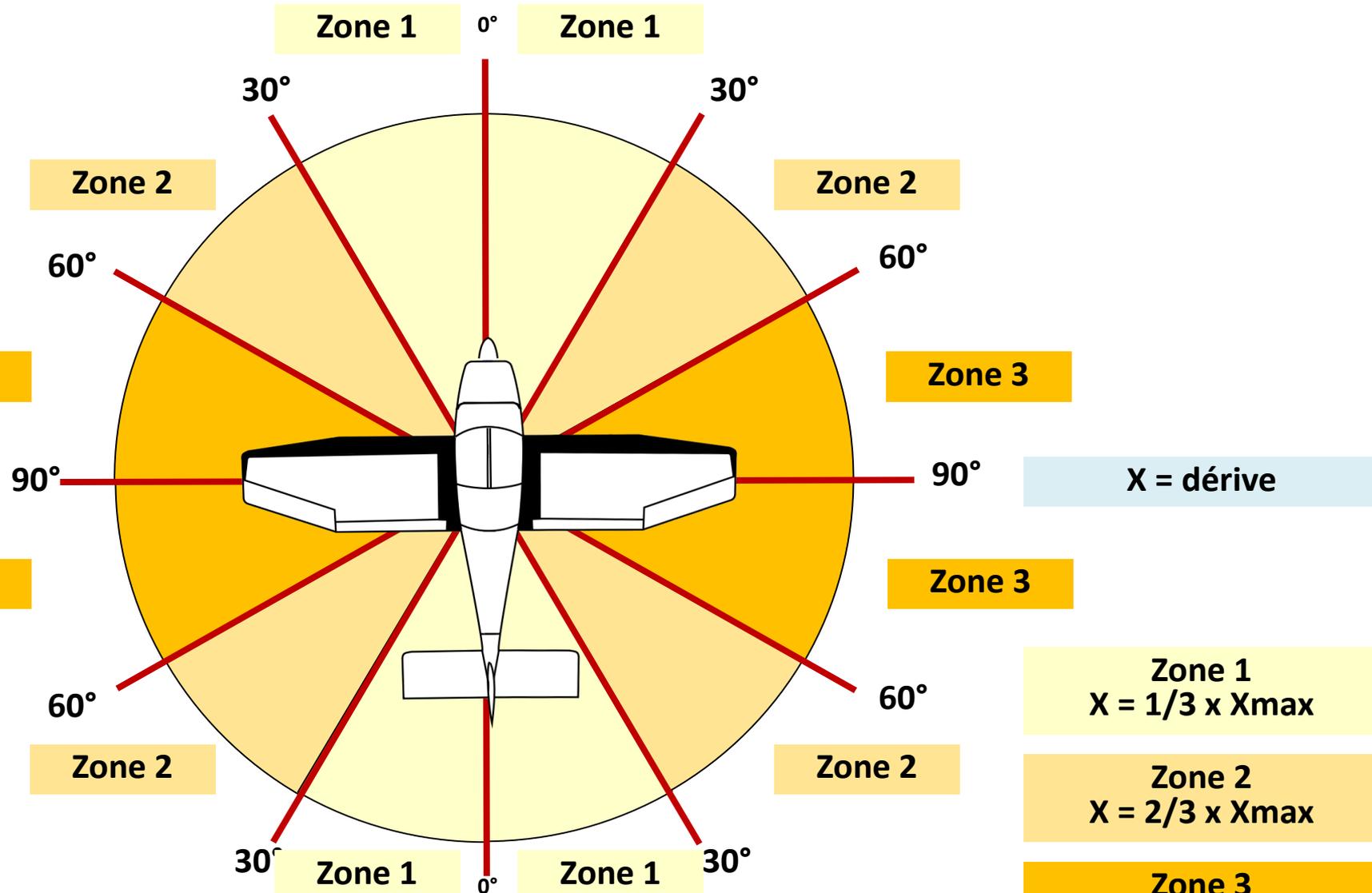
$$X_{max} \approx \text{Vitesse du vent} \times \text{Facteur de base} \approx V_w \times F_b$$

La dérive – Cas général

- ✓ Lorsque le vent n'est pas perpendiculaire à la route de l'avion, la dérive (notée X) sera inférieure à la dérive maximum calculée auparavant
- ✓ Elle vaut alors : **$X = \text{Arcsin} [(V_w/V_p) \times \sin \alpha]$**
- ✓ **α est l'angle entre la route et le vent**, ce que l'on appelle l'angle au vent
- ✓ La encore , relativement complexe, **cette formule peut s'approximer par :**

$$X \approx X_{\max} \times \sin \alpha \approx V_w \times F_b \times \sin \alpha$$

Méthode d'approximation de la dérive



Méthodes de navigation

- ✓ En vol à vue, il existe deux grandes méthodes de navigation :
 - La navigation à l'estime
 - Le cheminement



Principe général

- ✓ La navigation à l'estime consiste à suivre une ligne droite tracée sur la carte, durant un temps correspondant au temps estimé qu'il faut pour la parcourir
- ✓ On rejoint ainsi des points tournant et à chacun, on calcul l'HEA (heure estimée d'arrivée ou ETA en anglais) du point suivant

Le facteur de base

- ✓ C'est un outil qui nous permet de passer directement d'une distance à un temps de vol

$$\text{Facteur de base} = 60 / \text{Vitesse propre} = 60 / V_p$$

(V_p en kt)

$$\text{Temps (en minutes)} = \text{Distance (en NM)} \times F_b$$