

Améliorer la formation des pilotes

Episode 2 : La conscience de la situation



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Performances

Savoir comparer les perfos du manuel
pour anticiper les réelles...



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Petite devinette :
quel est le point
commun entre...



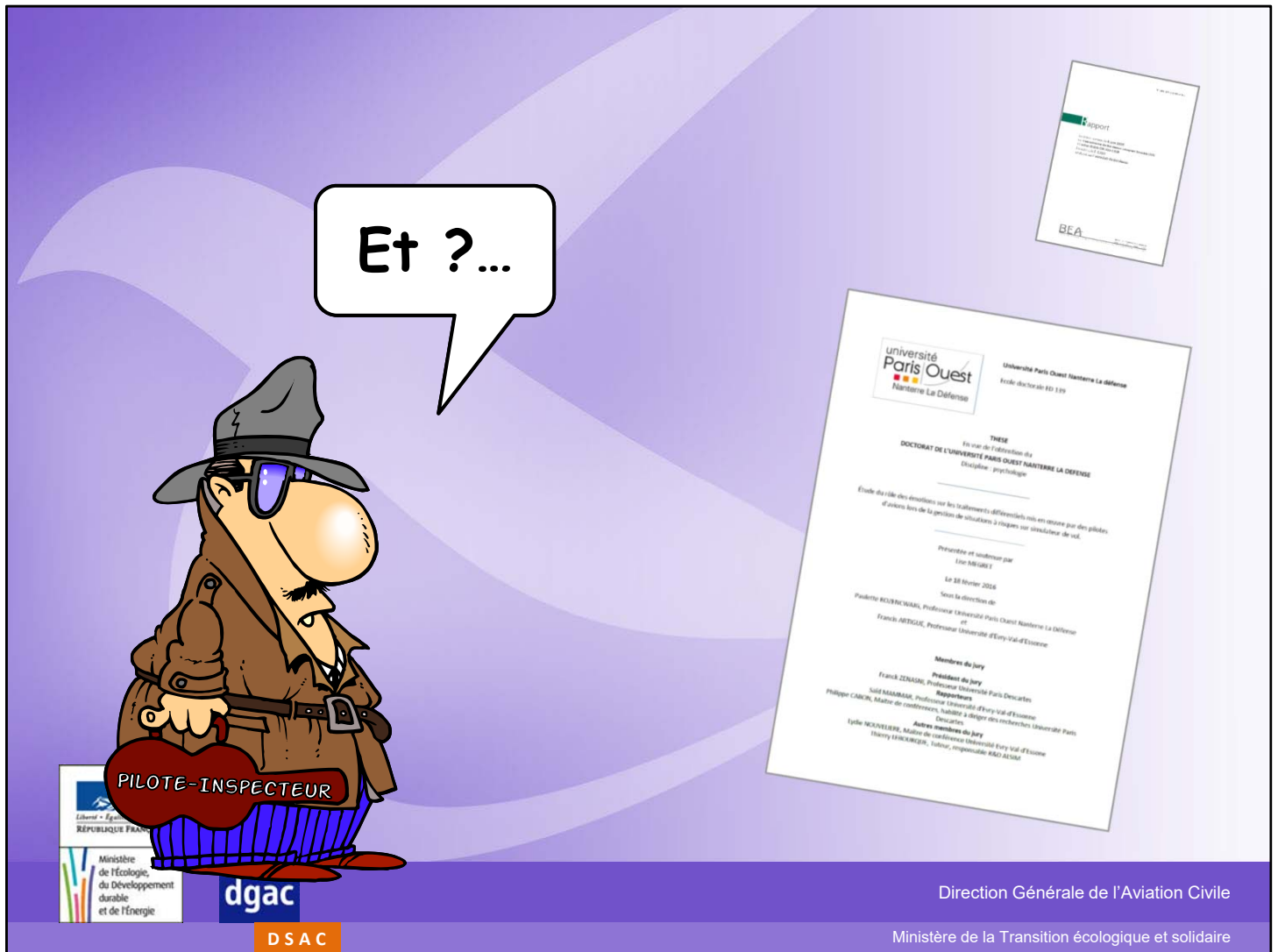
dgac

DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Quel point commun peut-il y avoir entre un accident en 2005...



Et une thèse de doctorat en psychologie en 2016 ?

Voici le récit d'un accident...
malheureusement « banal » !



<https://www.bea.aero/fileadmin/documents/docspa/2005/f-qo050608/pdf/f-qo050608.pdf>



dgac

DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Un exemple type du sujet d'aujourd'hui : l'accident du F-GJQO en juin 2005 à Bordeaux-Mérignac-Saucats...



Il s'agissait d'un avion plutôt puissant, un DR400-140B, 160 cv, avec seulement deux occupants, le pilote et un passager qui partaient pour un vol d'agrément par beau temps. CAVOK, 20°C, vent 20 à 40° droite de l'axe pour 10 à 14 kt, QNH 1027. Le moteur n'avait que 812 h depuis neuf...

« Le pilote et son passager prennent place à bord de l'avion afin d'effectuer un vol au départ de l'aérodrome de Saucats. Au point d'arrêt de la piste 03 revêtue, le pilote effectue les essais moteur, puis s'aligne et décolle. Des témoins au sol remarquent une fumée noire importante dégagée par l'avion, ainsi qu'une longueur de roulement au décollage anormalement élevée. Constatant une baisse importante de puissance lors de la montée initiale, le pilote décide d'effectuer un demi tour pour rejoindre l'aérodrome. A la sortie du virage, l'avion accroche la cime des arbres, heurte ensuite plusieurs pins et termine sa course sur le dos, en lisière de la forêt. Le pilote est gravement blessé et l'avion totalement détruit. »



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Les essais moteur se passent normalement.
Pourtant un « détail » attire l'attention de témoins au sol lors du décollage de l'avion...

« Le pilote et son passager prennent place à bord de l'avion afin d'effectuer un vol au départ de l'aérodrome de Saucats. Au point d'arrêt de la piste 03 revêtue, le pilote effectue les essais moteur, puis s'aligne et décolle. Des témoins au sol remarquent une fumée noire importante dégagée par l'avion, ainsi qu'une longueur de roulement au décollage anormalement élevée. Constatant une baisse importante de puissance lors de la montée initiale, le pilote décide d'effectuer un demi tour pour rejoindre l'aérodrome. A la sortie du virage, l'avion accroche la cime des arbres, heurte ensuite plusieurs pins et termine sa course sur le dos, en lisière de la forêt. Le pilote est gravement blessé et l'avion totalement détruit. »



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Outre qu'une fumée noire apparaît à l'échappement, le roulement au décollage leur semble anormalement long...



Ce témoignage a permis de comprendre rapidement qu'une anomalie s'était vraiment passée au niveau du moteur.

En fait, la feutrine qui recouvre le volet du réchauffage carburateur pour en assurer l'étanchéité s'était arrachée et a été aspirée dans le carburateur, obstruant partiellement le venturi et enrichissant fortement le mélange, au point de noyer le moteur lors de la sollicitation pleine puissance.



« Le pilote indique que l'accélération et la longueur de piste nécessaire au décollage lui ont semblé normales. Il explique avoir effectué la rotation à 100 km/h et atteint 130 km/h pour la montée initiale. Il indique avoir ressenti une baisse soudaine de puissance à une hauteur qu'il estime à soixante mètres. »



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



DSAC

Voici maintenant le témoignage du pilote commandant de bord...

« [...] Des témoins au sol remarquent une fumée noire importante dégagée par l'avion, ainsi qu'une longueur de roulement au décollage anormalement élevée. »

« Le pilote indique que l'accélération et la longueur de piste nécessaire au décollage lui ont semblé normales. Il explique avoir effectué la rotation à 100 km/h et atteint 130 km/h pour la montée initiale. Il indique avoir ressenti une baisse soudaine de puissance à une hauteur qu'il estime à soixante mètres. »



???



DSAC

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Lui n'a manifestement rien vu avant qu'il ne soit trop tard.

Autre histoire :
en 2016 a été présentée
une thèse en psychologie...



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>



dgac

DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Deuxième histoire pour illustrer notre sujet : la thèse de doctorat de Lise Mégret en 2016.



Le principe ? Un simu, un trajet et des pilotes volontaires de tous niveaux, des débutants, des expérimentés, des jeunes, des vieux, des élèves, des PPL, des CPL, des instructeurs...

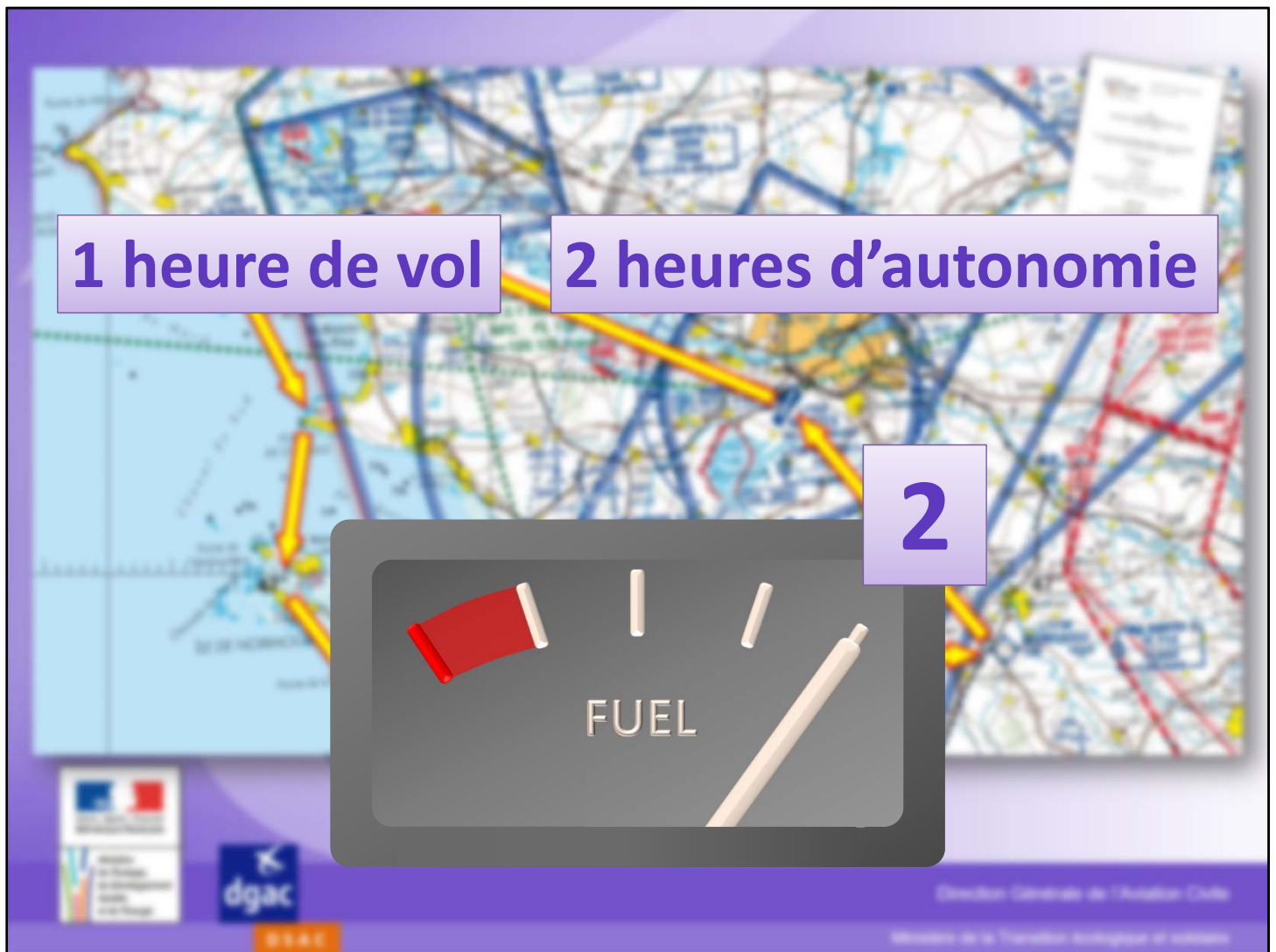


DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Le trajet est simple : une boucle en VFR depuis le terrain de Nantes vers St Nazaire, La Baule puis le long de la façade Atlantique avant de viser Montaigu pour revenir à Nantes. Il fait beau, il n'y a aucun service de contrôle et le but pour le pilote sera de suivre et de gérer cette navigation sans intégrer aucun des terrains survolés.



Le trajet est calculé pour une durée d'une heure de vol. L'avion dispose de deux heures de carburant au départ avec un jaugeur confondant de simplicité : full = 2h...

1 heure de vol

2 heures d'autonomie

1



La moitié = 1h...

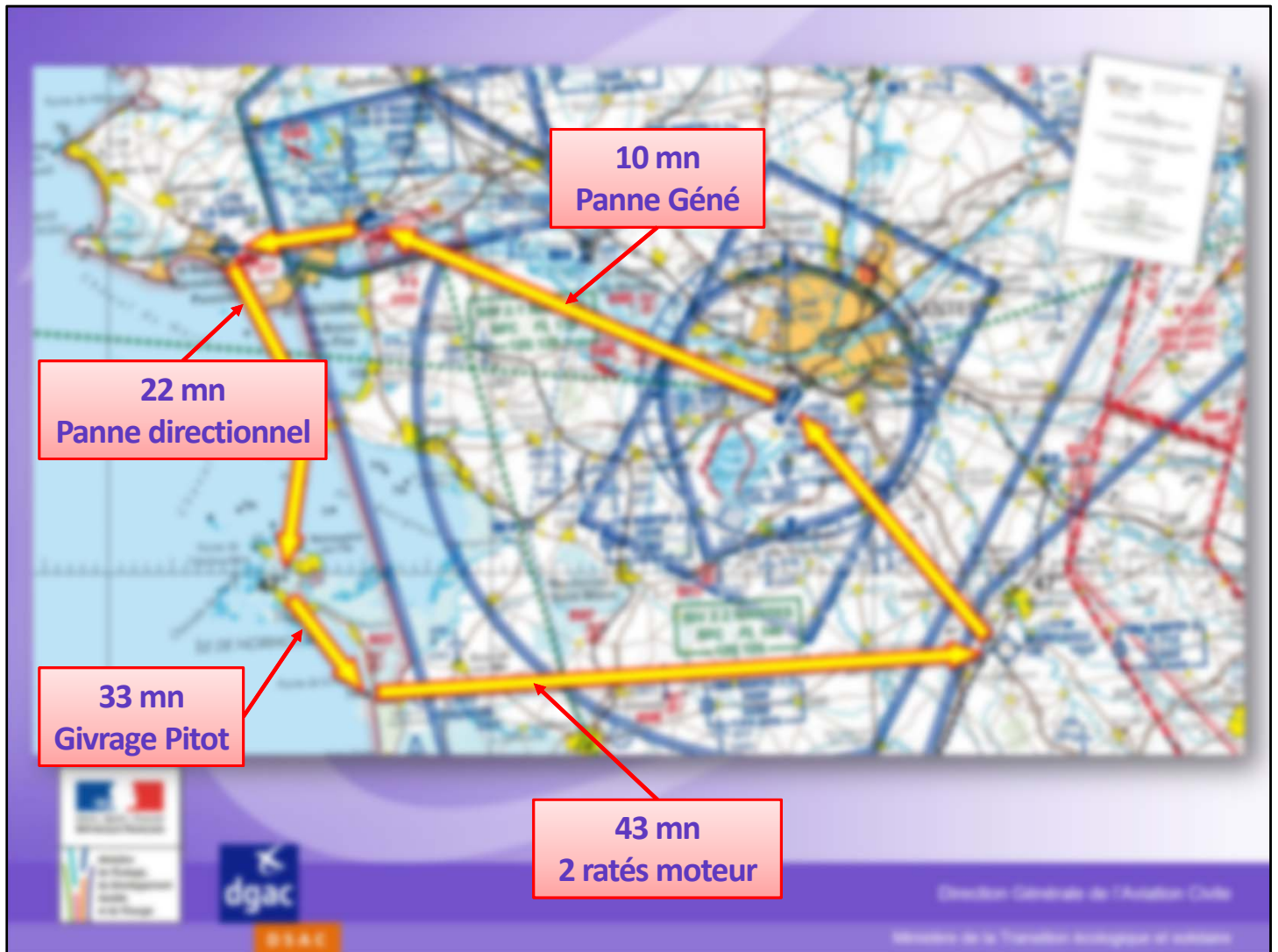
1 heure de vol

2 heures d'autonomie

0



À 0, il n'y a plus d'essence.



Bien entendu le vol sera émaillé de pannes diverses dont le pilote n'est pas prévenu à l'avance et qu'il devra gérer selon ses compétences et son entraînement.

Et la petite surprise du chef :...

Une fuite de carburant tout au long du vol



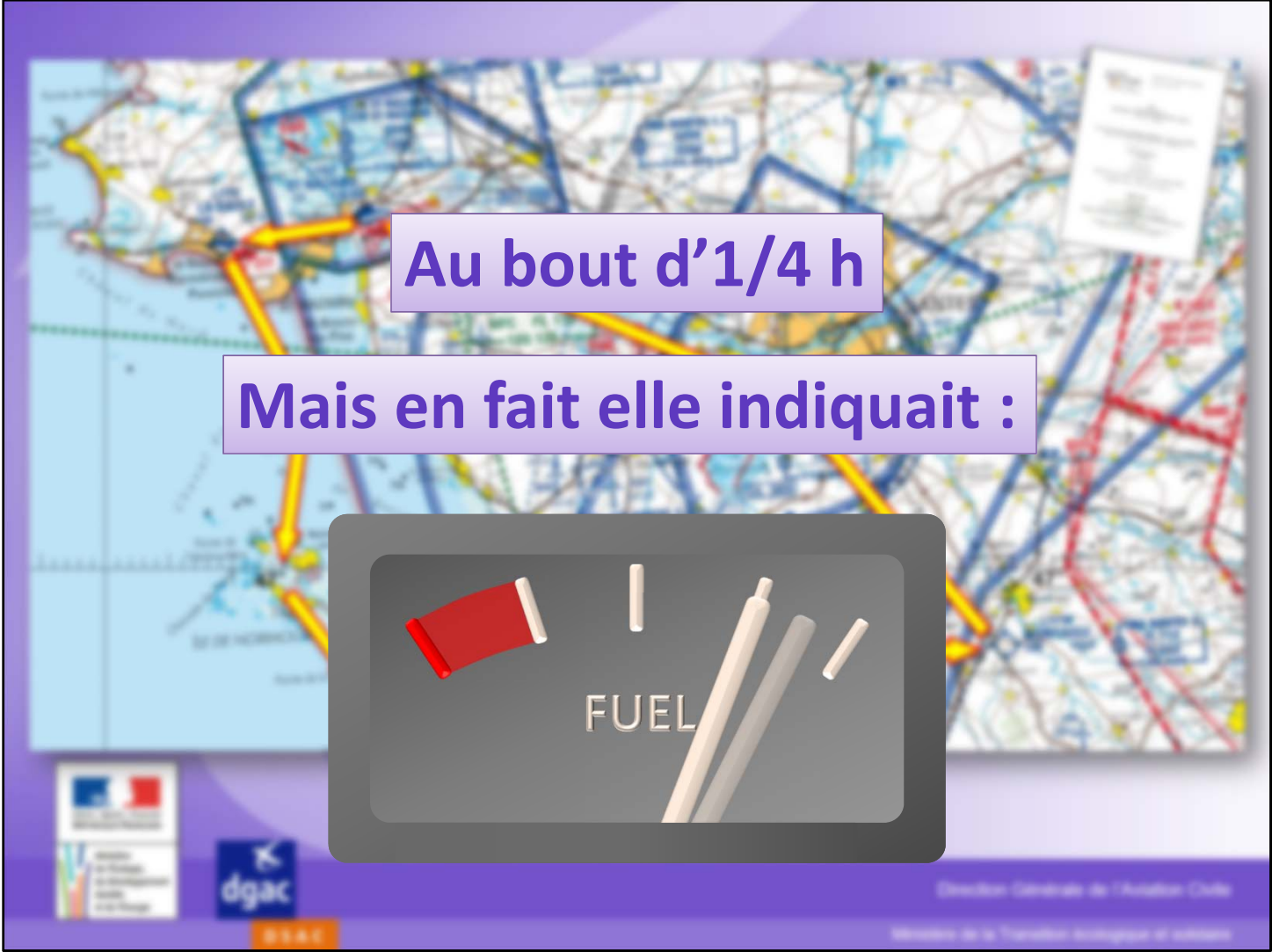
Mais ce qu'il ne sait surtout pas en partant, c'est qu'il devra faire face à une fuite de carburant tout au long du vol, fuite qui doublera largement sa consommation horaire attendue.

Au bout d'1/4 h

La jauge aurait du indiquer...



Ce qui fait qu'au bout d'un quart d'heure de vol, le jaugeur est censé indiquer ceci...



Au bout d'1/4 h

Mais en fait elle indiquait :



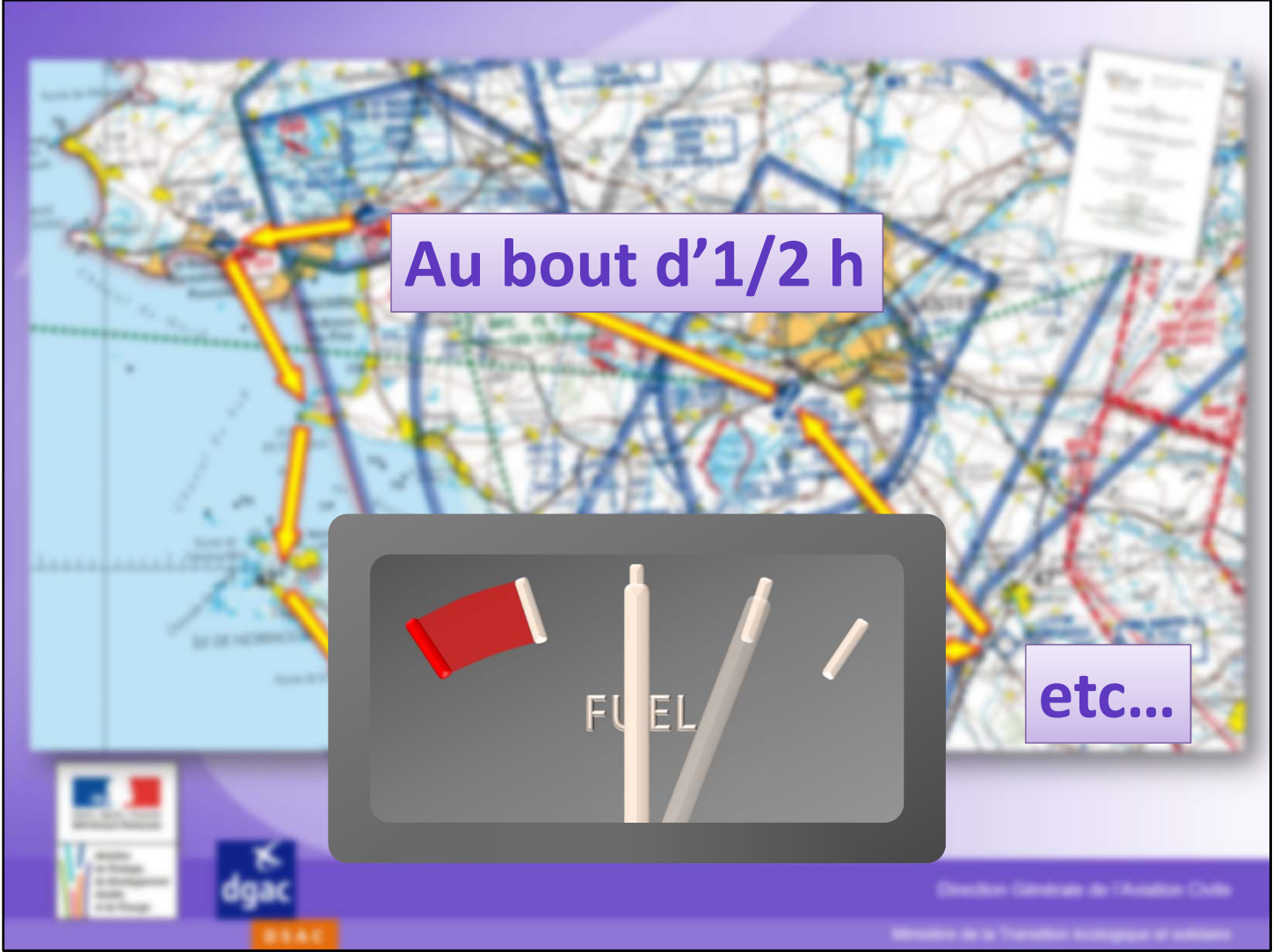
Alors qu'en fait il indiquera ça.

L'écart n'est pas très significatif et pour un pilote, il reste tout à fait dans l'erreur possible d'indication.

Au bout d'1/2 h



Au bout d'une demi-heure de vol...



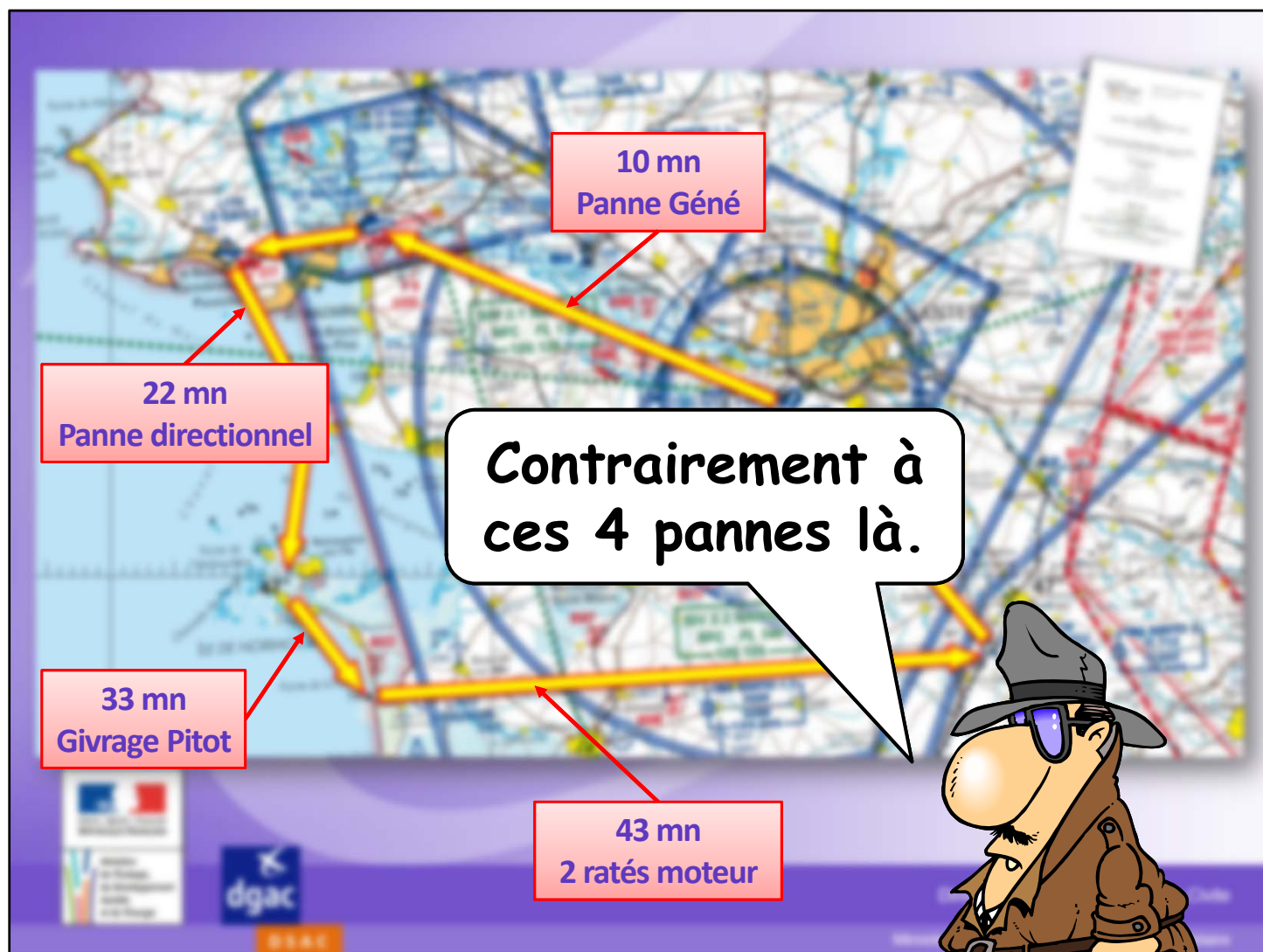
Au bout d'1/2 h

etc...

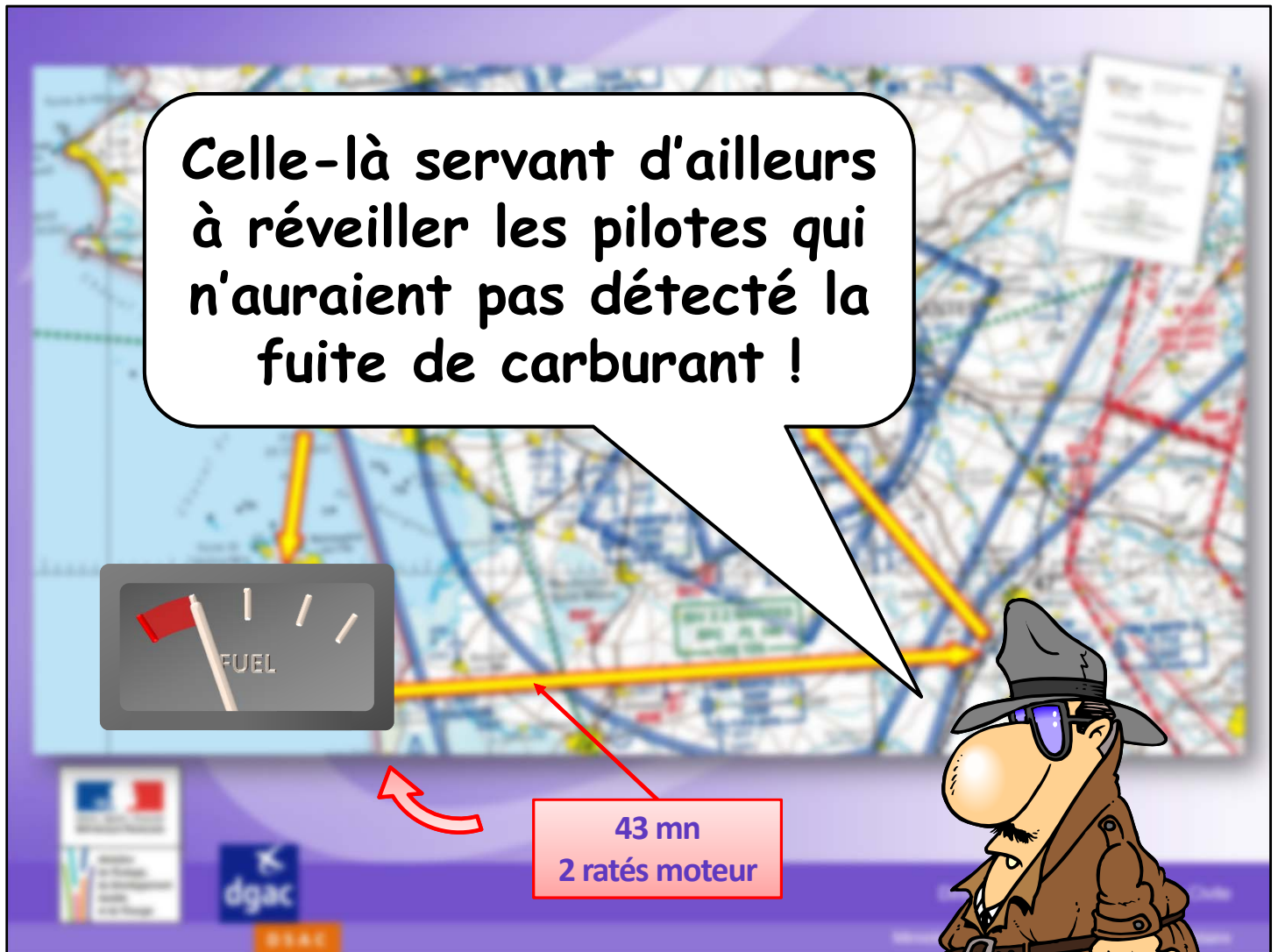
L'écart est devenu beaucoup plus significatif et pour le pilote, il ne peut plus s'agir d'une erreur instrumentale.



Pourtant, tout cela reste un « signal faible », c'est-à-dire qui n'attire pas l'attention sans une analyse comparative de l'écart par rapport à une valeur attendue.



Contrairement à ces évènements là qui seront accompagnés d'une alarme visuelle ou sonore ou encore d'un changement brusque de comportement...



Cet évènement là a d'ailleurs été prévu pour réveiller les endormis. Il coïncide avec l'arrivée dans le rouge de l'aiguille de la jauge carburant...

C'est là que se sont distinguées deux catégories de pilotes...



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie



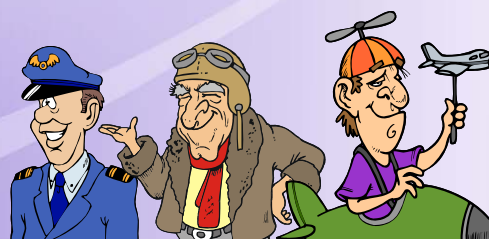
DSAC

Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile

Ceux qui sont
instructeurs...



Et ceux qui
ne le sont pas !



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire



45%



45%



10%

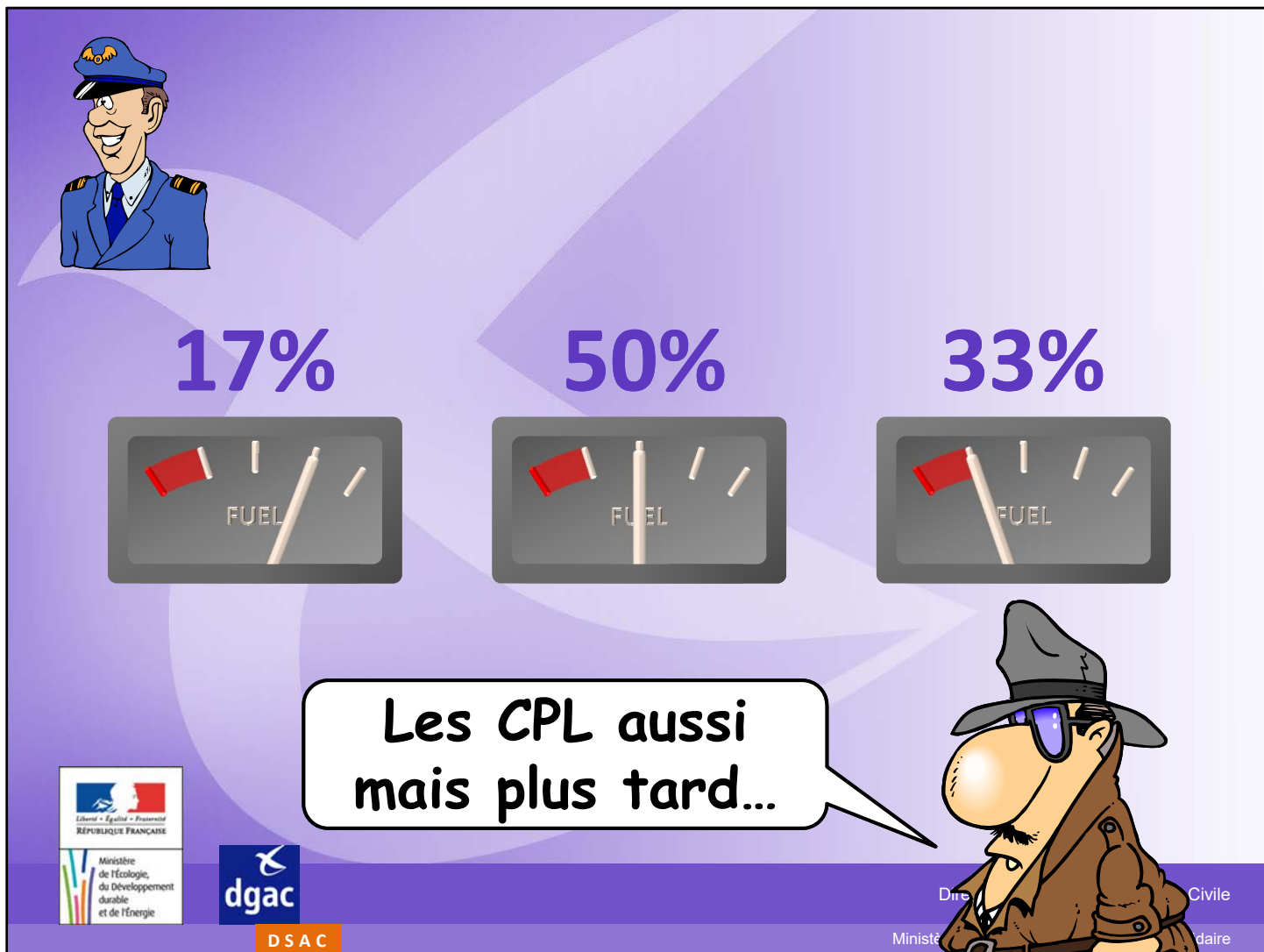


Les instructeurs ont
tous détecté la fuite

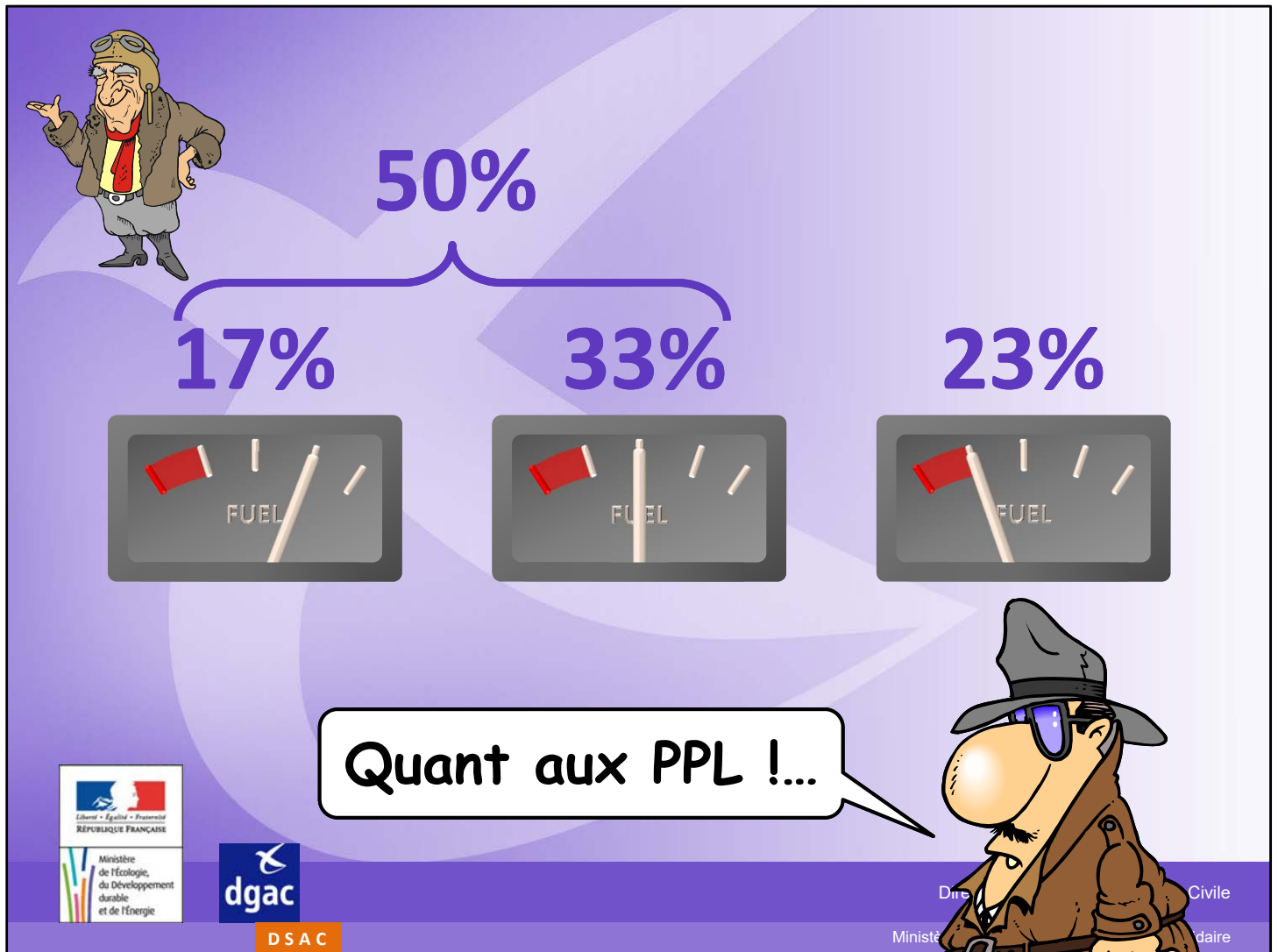


DSAC

Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile



Ils ont été moins nombreux à la détecter tôt, et plus nombreux à la détecter tard... Mais bon, tous l'ont détectée ! C'est déjà ça...



Aaaah les pilotes privés...

Quelques uns, une moitié en fait, ont fait honneur à leur formation et ont détecté la fuite au plus tard quand il en restait la moitié du carburant.

Mais l'autre moitié... Soit ils ne l'ont détectée que quand l'aiguille de la jauge est arrivée dans le rouge (dont un petit quart du carburant), soit...



27%

ne la détectent même pas !

Mais plus grave
encore...



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



DSAC

Pas du tout !



27%

ne la détectent même pas !

Malgré les ratés
moteur...



DSAC

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Même pas quand le moteur a commencé à avoir des ratés !



Il y en a même
un qui s'est
perdu au milieu
de l'Atlantique !

Les élèves ?...
Je préfère ne
pas en parler !



DSAC



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Sans surprise, les élèves ont été dans le jus total...



Il parait qu'on le cherche encore !...



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

Le mieux pour tenter
de comprendre, c'est
de laisser parler celle
qui sait...



Dir. Générale de la Sécurité Civile
Ministère de l'Intérieur



DSAC

« Tous les pilotes instructeurs se sont déroutés et l'ont fait avant les ratés moteurs (sauf un qui ne l'a fait qu'après), c'est-à-dire à partir de la représentation de la situation qu'ils ont élaborée à partir des seules informations disponibles sur la jauge d'essence et l'ensemble du vol. »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

**Ils se sont déroutés
très tôt après avoir
constaté l'anomalie...**



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Équipement



DSAC

Ministère de l'Équipement

« Tous les pilotes instructeurs se sont déroutés et l'ont fait avant les ratés moteurs (sauf un qui ne l'a fait qu'après), c'est-à-dire à partir de la représentation de la situation qu'ils ont élaborée à partir des seules informations disponibles sur la jauge d'essence et l'ensemble du vol. »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

L'a pas voulu m'dire
qui c'est !...



DSAC



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

« De leur côté, les pilotes PPL et CPL se sont, en général, déroutés tardivement, au moment où le niveau de la jauge d'essence atteint la réserve ou ont persévéré en essayant d'atteindre Montaigu. Certains n'ont même pas détecté l'anomalie du niveau de la jauge ou ne l'ont pas déclaré. »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

« Les verbalisations de ces pilotes montrent qu'après la découverte de l'anomalie du niveau de la jauge, la surprise laisse place à des raisonnements basés sur des informations qui permettent de poursuivre le vol. »



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Équipement



DSAC

Ministère

daire

Exemple : « *bon ben j'ai un p'tit problème de fuel là, j'sais pas trop comment euh l'carburant, on a tout enlevé, j'tourne peut-être, j'tourne peut être un peu vite, oui là y diminue !* »

« *C'était pt'être pas tout à fait plein au départ,...* »

Exemple : « *Essence, on a encore ½ litre du réservoir, donc on a d'quoi aller à Montaigu on avisera ensuite si on continue ou pas* »



« Ce n'est que quand l'avion donne des signes forts de défaillance tels que les ratés moteurs ou qu'ils voient une alarme, comme le curseur de la jauge dans le rouge qu'ils pensent qu'il y a un problème sérieux. »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

« Quand on a une faible confiance en ses capacités il semble préférable d'économiser ses ressources plutôt que les allouer à des traitements qui ne paraissent pas indispensables. »



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Équipement



DSAC

Ministère

daire

« Les instructeurs ont l'habitude d'évaluer la situation en vol. D'abord parce qu'ils sont responsables de la sécurité de leur élève. Ensuite parce que les élèves amènent fréquemment leur avion aux limites du domaine de vol et que l'instructeur, constamment, doit décider jusqu'où il laisse faire son élève et à quel moment il doit intervenir. Il a donc l'habitude d'apprécier l'importance des écarts à la norme.»



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

J'suis fier de vous...



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Équipement



DSAC

Ministère

daire

Cette étude a mis
en avant un point
étonnant...



DSAC

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Direction Générale de l'Aviation Civile

On a pu « voir » le
niveau de conscience
de la situation du
pilote !...



DSAC

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Direction Générale de l'Aviation Civile

**Les pilotes se
sont répartis en
4 groupes selon
leur réaction...**



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie



DSAC

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Direction Générale de l'Aviation Civile

Groupe 1

Groupe 2

Groupe 3

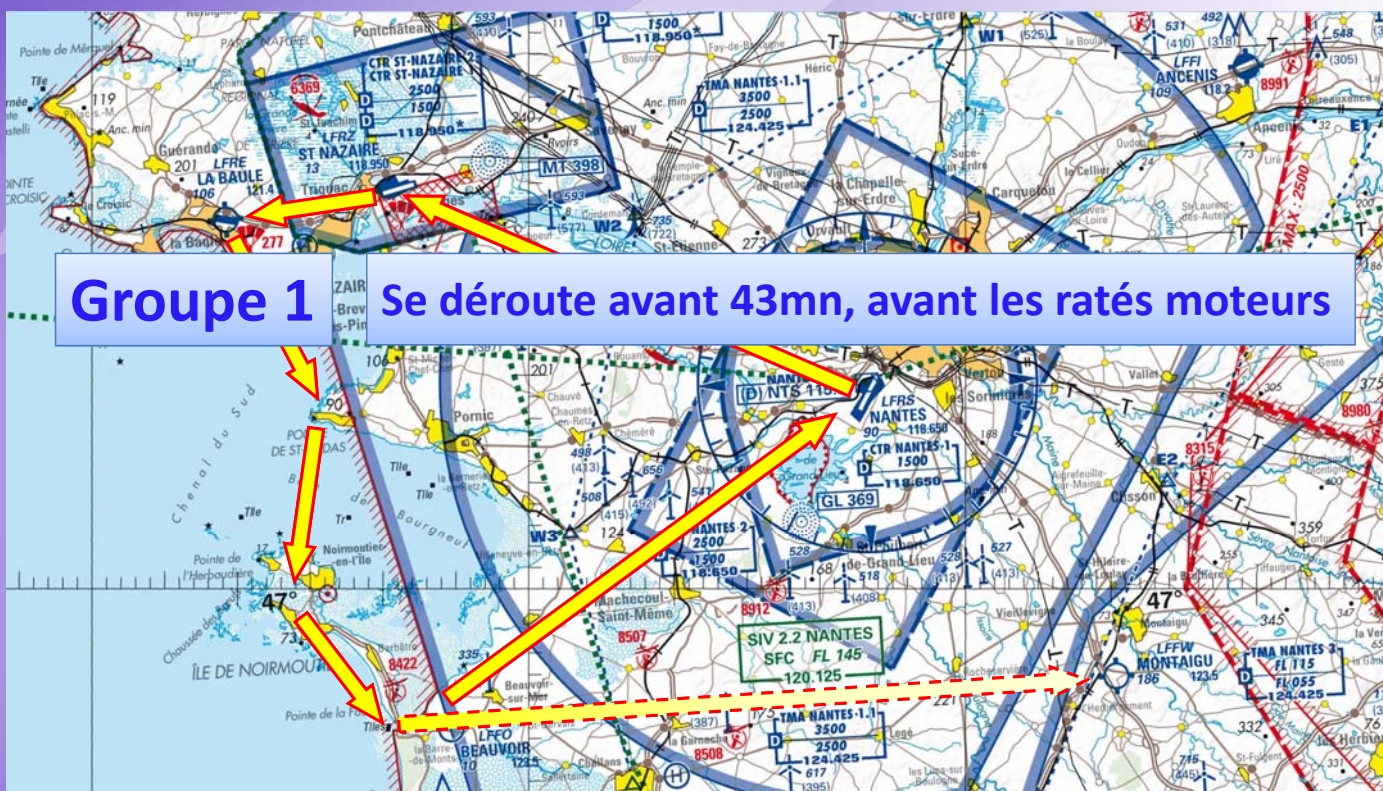
Groupe 4

Bravo, je vois
que ça suit !



DSAC

Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile



Groupe 1

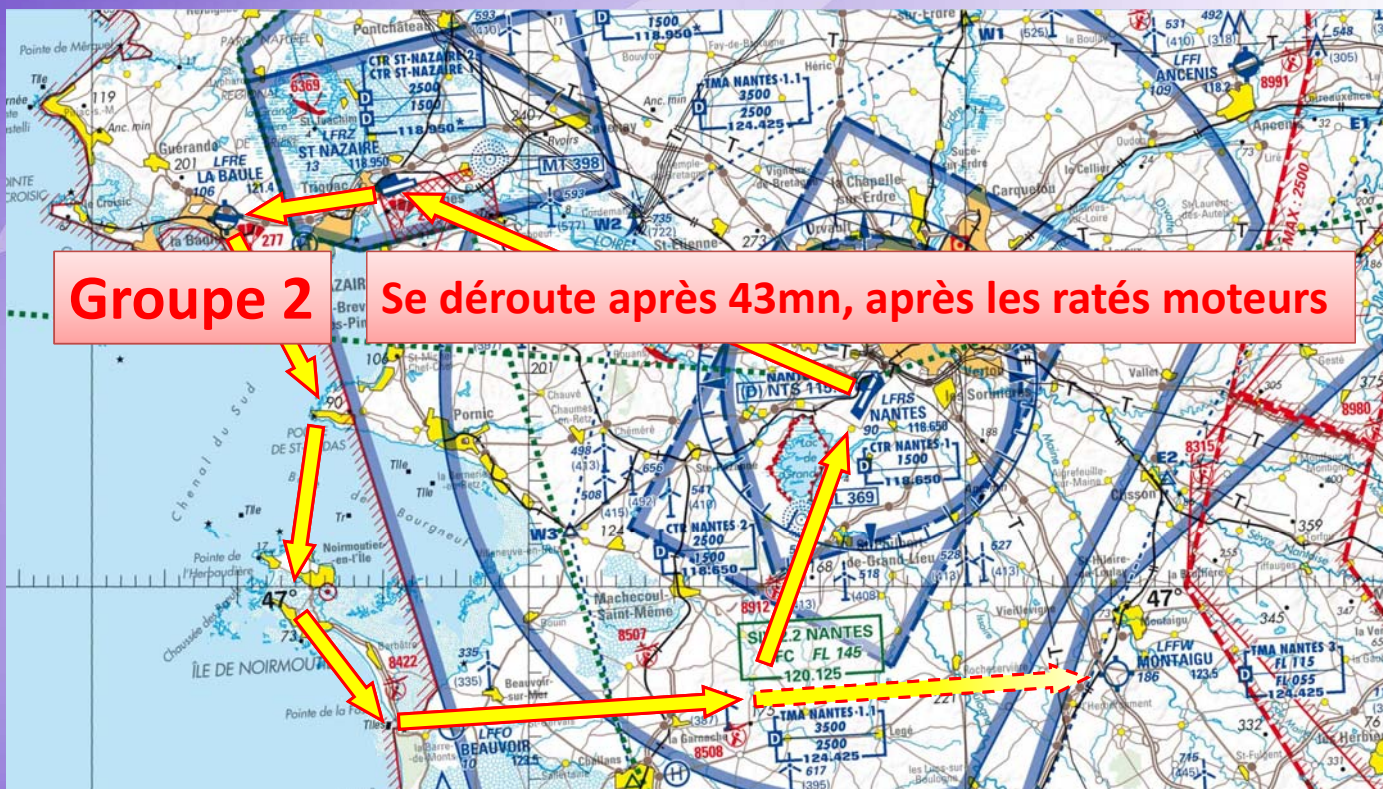
Se dérouté avant 43mn, avant les ratés moteurs



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire



Groupe 4

Ne se dérouté pas et ne signale pas la fuite



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

**Et leur rythme
cardiaque a été
enregistré.**

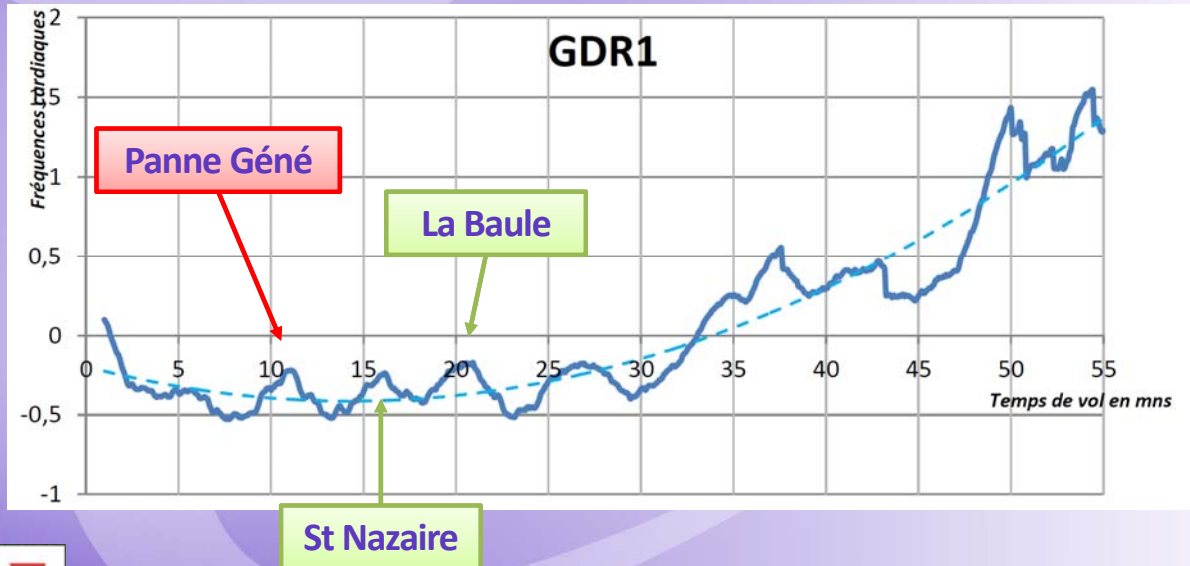


DSAC

Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile

Groupe 1

Se dérouté avant 43mn, avant les ratés moteurs



DSAC

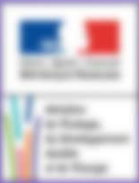
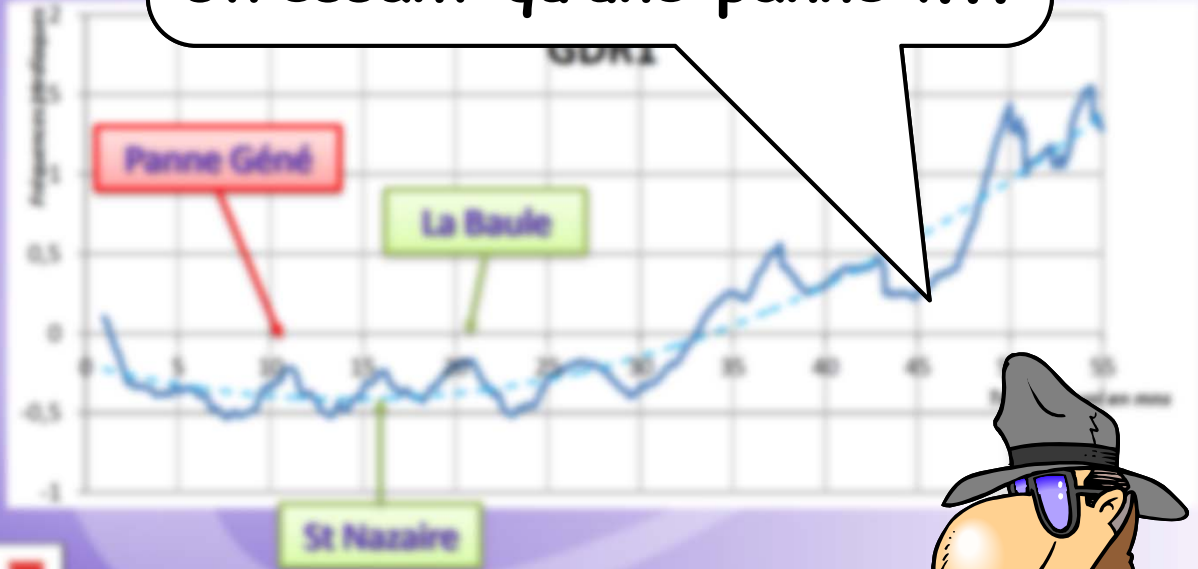
Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Groupe 1

Se dérouté av

Notez bien qu'un point
tournant est aussi
stressant qu'une panne !...

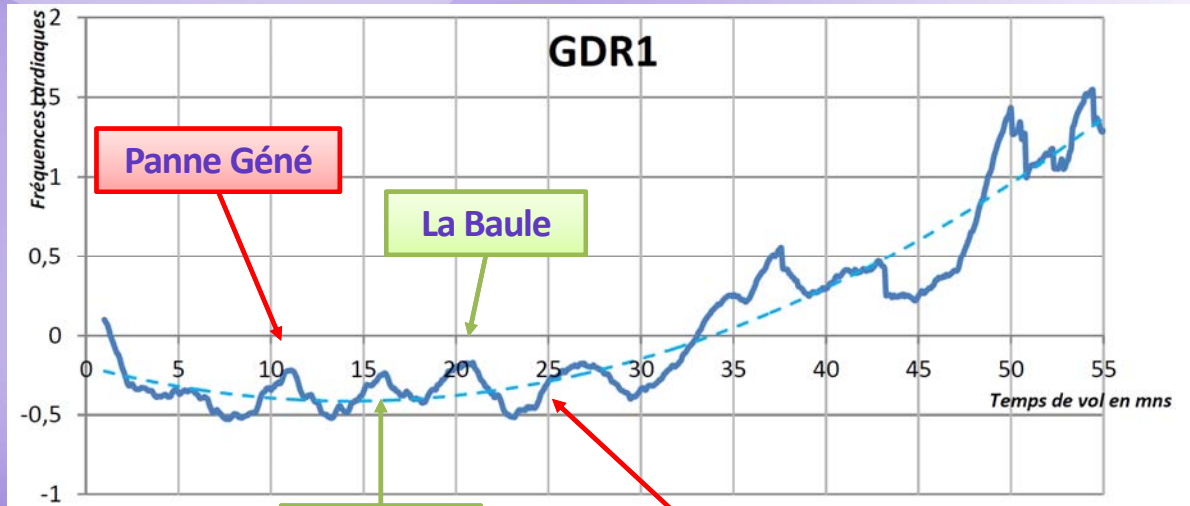


dgac

DEAC

Groupe 1

Se dérouté avant 43mn, avant les ratés moteurs



DSAC

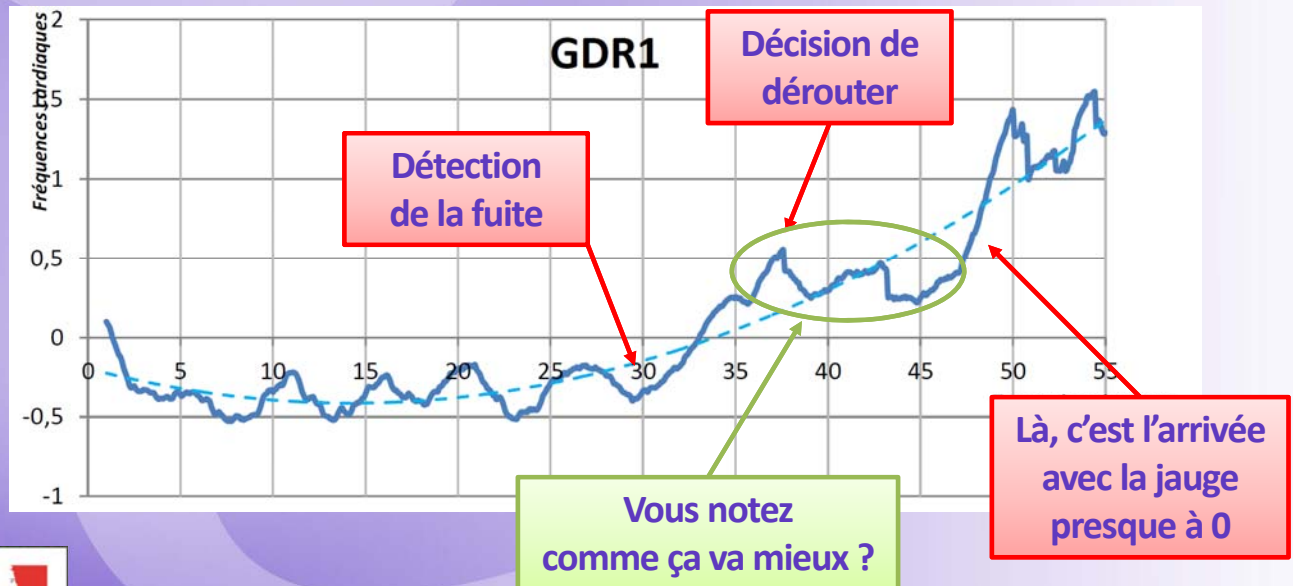
Panne Directionnel

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Groupe 1

Se dérouté avant 43mn, avant les ratés moteurs



DSAC

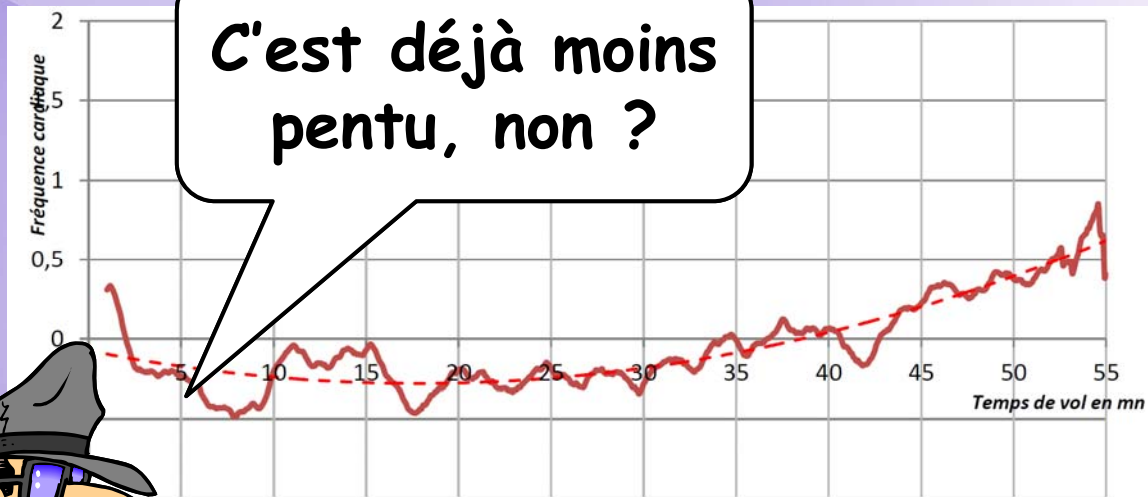
Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Groupe 2

Se dérouté après 43mn, après les ratés moteurs

C'est déjà moins
pentu, non ?



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Groupe 3

Ne se déroute pas mais signale la fuite

Genre moins stressé
en quelque sorte !



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Groupe 4

Ne se déroute pas et ne signale pas la fuite

Là, ce sont les boulets
qui ne voient rien...



La délivrance,
la fin de leur calvaire !

Ou alors
la sidération...

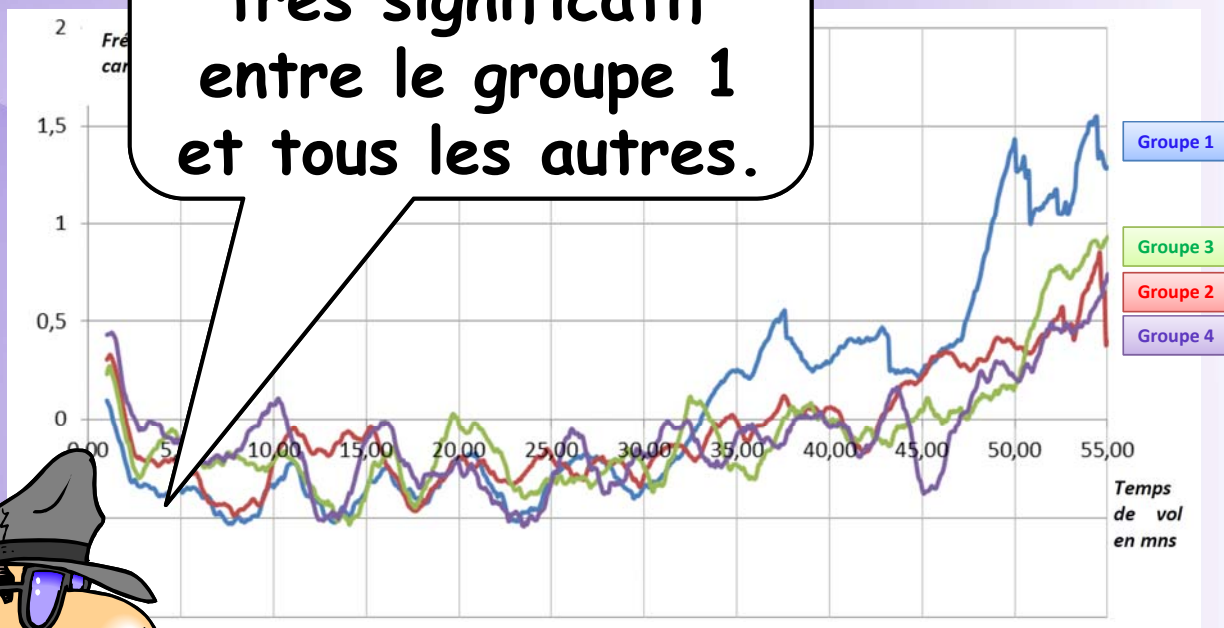


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

PPL et élèves... Heureusement, aucun CPL dans ce groupe !

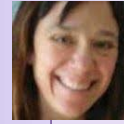
Il y a un écart
très significatif
entre le groupe 1
et tous les autres.



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

« La fréquence cardiaque est donc un bon indicateur de la représentation construite par les pilotes des situations qu'ils rencontrent au cours d'un vol. »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

En clair : ils stressent plus parce qu'ils sont bien conscients de la gravité de la situation...



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

« Les instructeurs ont développé des compétences dans la surveillance de l'avion et pourraient les transmettre aux élèves... »



Dr Lise Mégret

<https://www.theses.fr/2016PA100021>

**Maintenant la bonne
question, c'est...

COMMENT ?**



DSAC



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

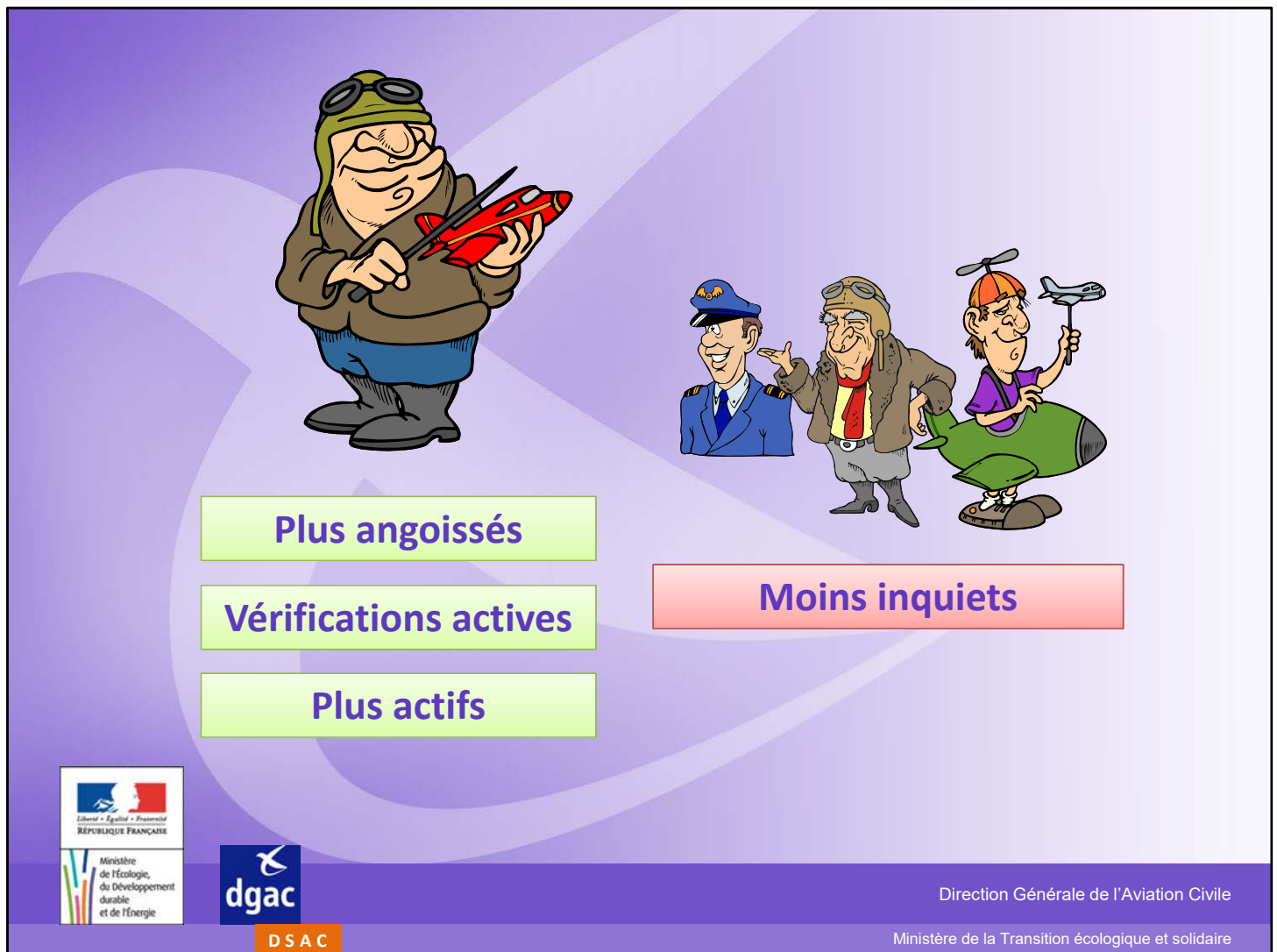


**Commençons par voir
les différences de
comportement entre
les groupes de pilotes...**



DSAC

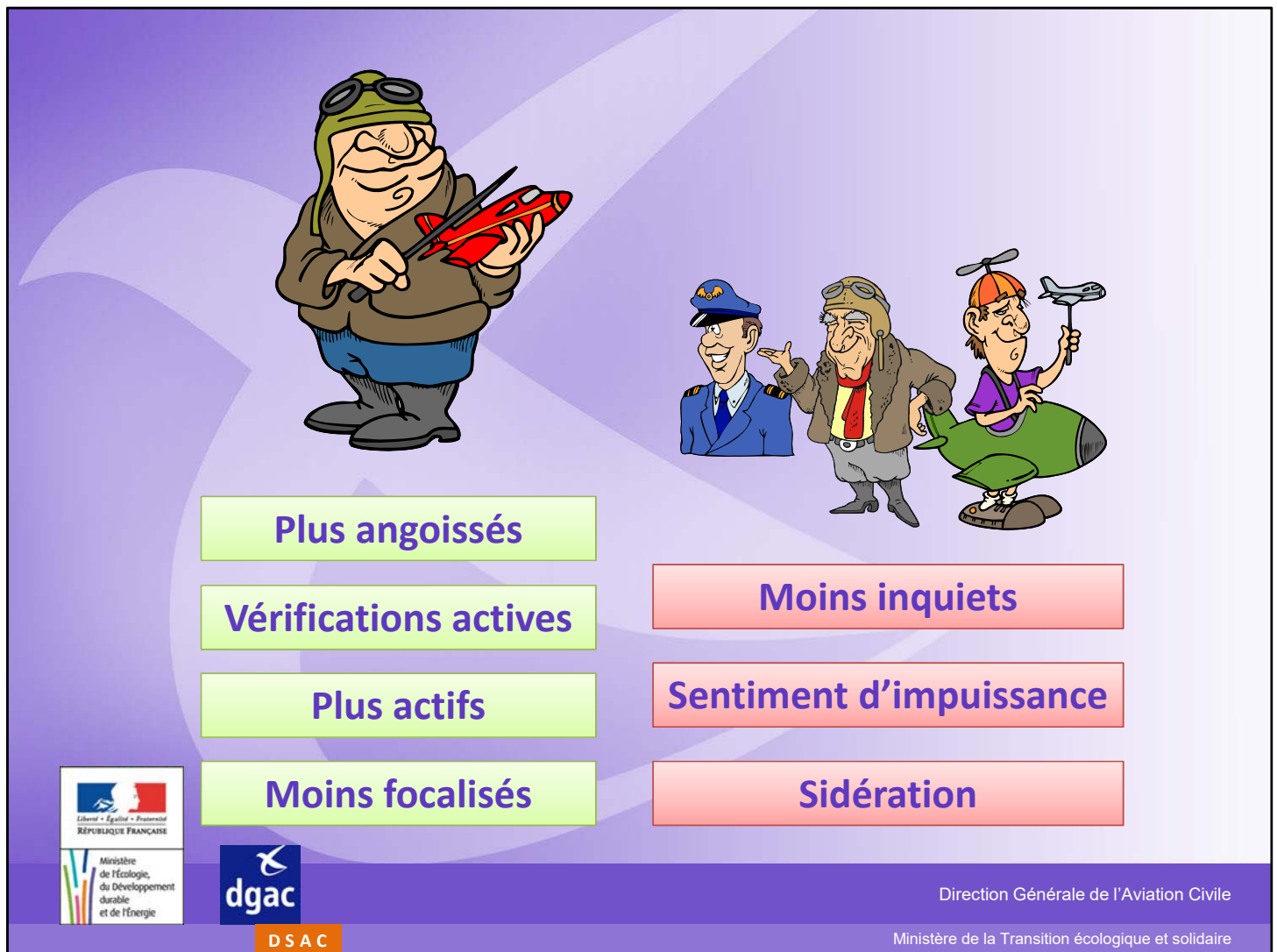
Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile



On l'a dit : nos pilotes du groupe 1 sont plus angoissés que les autres. C'est parce qu'ils sont plus conscients de la gravité de la situation.

Ils font des check-lists « actives ». C'est-à-dire en cherchant un écart par rapport à la norme. C'est d'ailleurs ce qui leur a permis de détecter très tôt la fuite de carburant.

Ils sont également plus actifs. Face à la fuite de carburant, ils ne se résignent pas et cherchent des solutions. Qu'ils trouvent d'ailleurs très vite puisqu'il n'y en a pas 36 !... Ils se déroutent.



Mais pour en arriver là, ils sont moins focalisés sur la jauge et son indication. Ils prennent en compte l'ensemble des conditions du vol : notamment la météo (un vent du sud qui les poussera vers le terrain de déroutement), la présence d'un VOR sur ce terrain pour les guider et faciliter leur suivi de route, contrairement au terrain de destination, une piste en herbe perdue dans la campagne sans support de navigation, etc...

À l'inverse, les pilotes des trois autres groupes ont montré des signes d'impuissance : « il y a une fuite de carburant : qu'est-ce que je peux y faire ? Je ne vais pas sortir de l'avion pour réparer quand même ? »

Certains, notamment ceux du groupe 4 ont connu un moment de « sidération » lorsque le moteur a commencé à avoir des ratés.

« La sidération est un état de stupeur émotive dans lequel le sujet reste figé, inerte suite à un violent choc émotionnel. Ses mécanismes de défense, habituellement efficaces, sont mis en échec. »

Vérifications actives

Le pilote doit
rechercher un
éventuel écart à la
valeur attendue...



DSAC

Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile

Vérifications actives



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Apprendre aux pilotes à anticiper une performance attendue de façon à détecter au plus tôt quand quelque chose ne va pas pour décider et agir au plus vite.

Vérifications actives

Cette méthode simple
peut être utilisée dans
de nombreuses phases
du vol...



DSAC



Ministère de l'Aviation Civile
Direction Générale de l'Aviation Civile

Vérifications actives

Au décollage

À l'atterrissage

En gestion du vol...



D S A C

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage

Demandez à votre pilote
de vous indiquer à quel
endroit de la piste il est
censé atteindre Vr...



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Quand on pose la question aux instructeurs lors des tests, on obtient souvent le même genre de réponse :...

Au décollage

Facile ! Mon avion roule
240 m. C'est pile en
passant le taxiway...



dga

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

C'est une réponse toute faite qui se révèle bien pratique sur le terrain de base de l'aéroclub...

Au décollage

Sur votre terrain
habituel, je veux bien...
Mais ailleurs ?

Euh...



dgae

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Mais les instructeurs ne sont pas là pour former des pilotes de DR400 sur le terrain de St Bouzieu le Haut. Ils sont là pour former des pilotes d'avions à voler partout en France et même en Europe !...

Au décollage

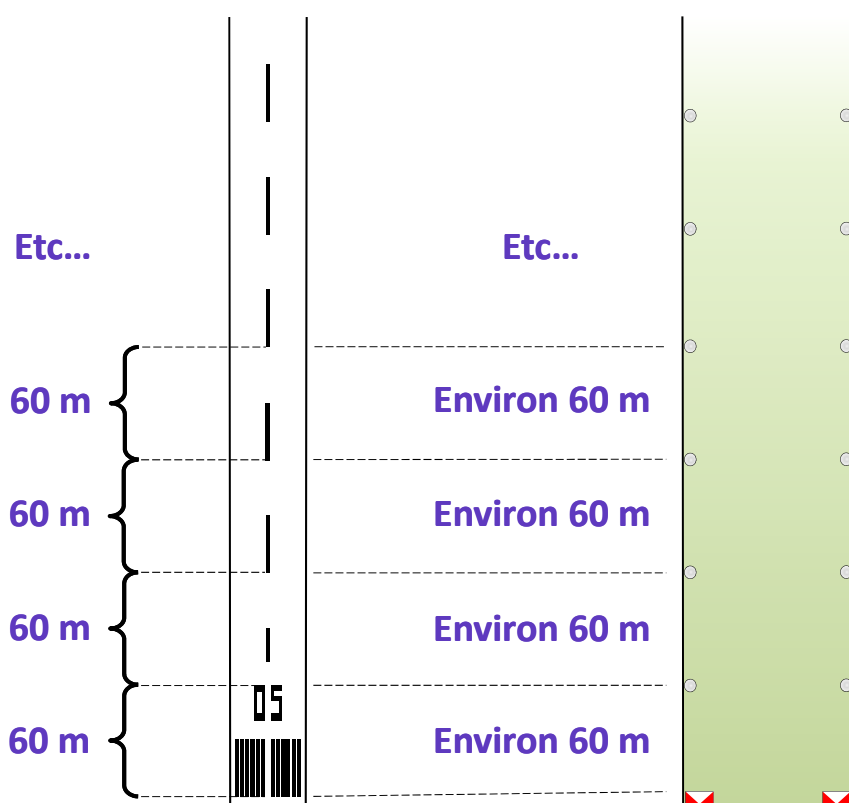
Faites simple :
basez-vous sur les
repères de la piste.



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Autant donc leur donner les bons outils, ceux qu'ils trouveront partout où ils iront voler : la piste.

Au décollage



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage

Bon alors, dis-moi.
Ton avion est censé
quitter le sol où ?

Au 4^e trait axial...

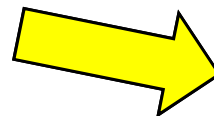


Union nationale de l'Aviation Civile
Union écologique et solidaire

Au décollage

Bon alors, dis-moi.
Ton avion est censé
quitter le sol où ?

Au 4^e trait axial...



Direction Générale de l'Aviation Civile
Développement durable
Développement écologique et solidaire

Au décollage

Bien. Mais n'oubliez pas le plus important...

Ah oui...



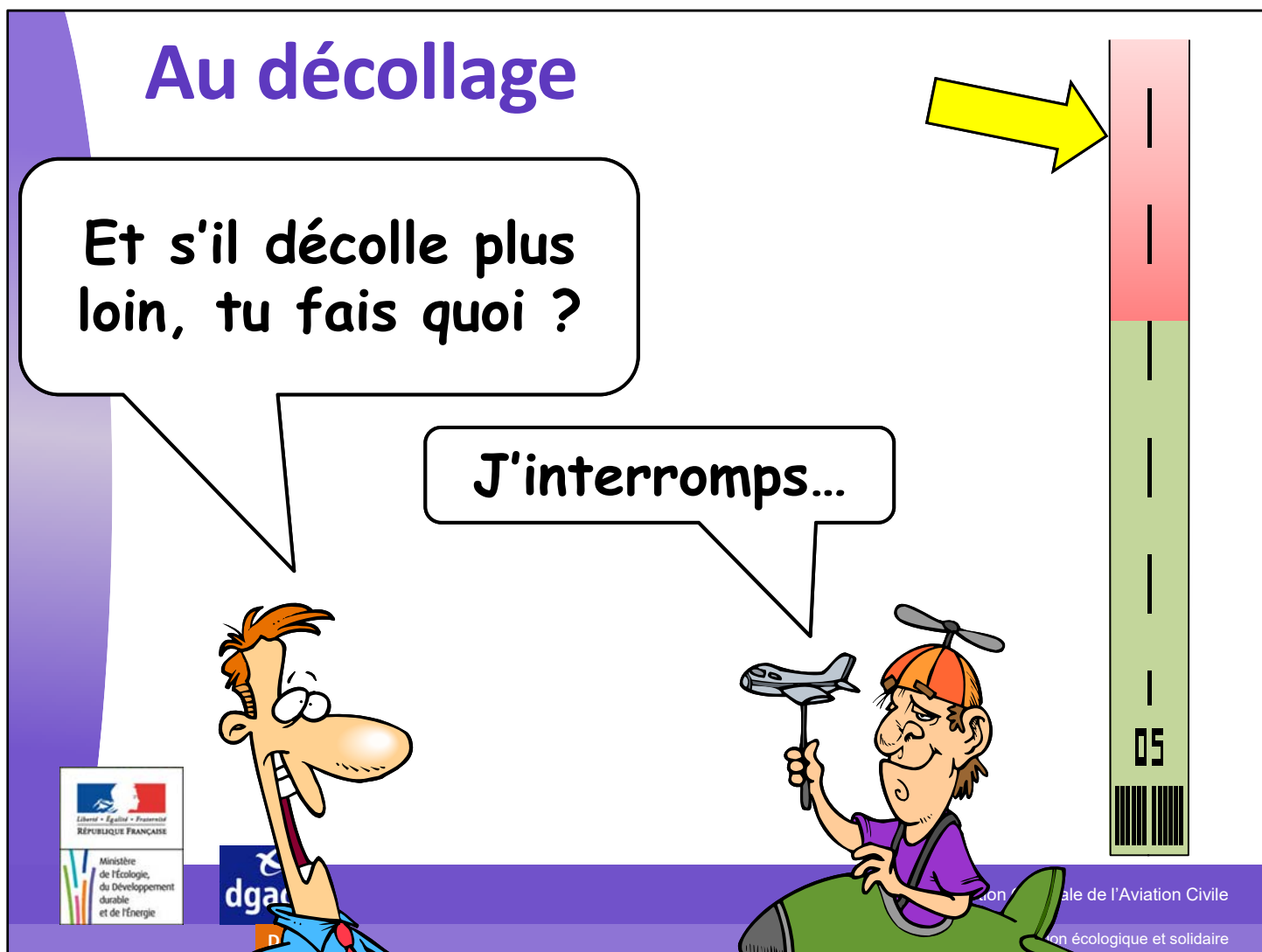
dgai

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
Direction Générale de l'Aviation Civile

Au décollage

Et s'il décolle plus loin, tu fais quoi ?

J'interromps...



Rappelez-lui bien qu'il vaut mieux rester au sol que découvrir en l'air que le moteur ne délivre pas toute sa puissance.

De même, sur piste courte, un arrêt décollage peut entrainer une sortie de piste. Mais là encore, il vaut peut-être mieux sortir de piste dans l'axe à faible vitesse que de se retrouver en vol avec un moteur faiblard...

Au décollage

**Vous pouvez aussi
utiliser ces marques
pour choisir un
repère sur le coté...**



DSAC

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Un repère sur le coté sera certainement plus visible et facile à utiliser qu'un trait axial sur une piste...

Au décollage



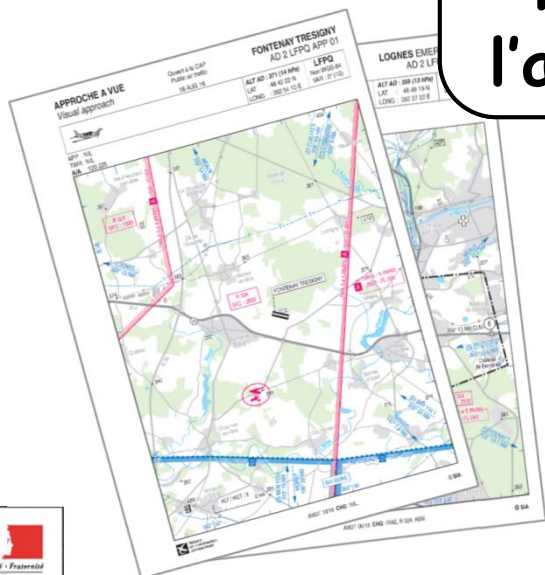
DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage

Les puristes peuvent également préparer ces repères à l'avance à l'aide des cartes VAC...



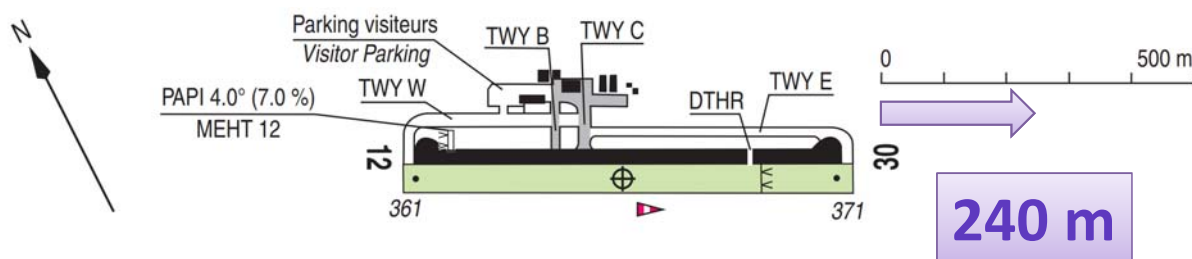
DSAC



Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Au décollage

grâce à l'échelle
sur le schéma.



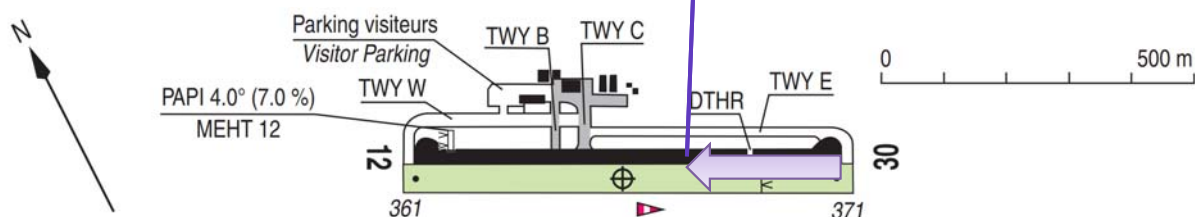
DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage

Vr à une centaine
de mètres avant
la manche à air



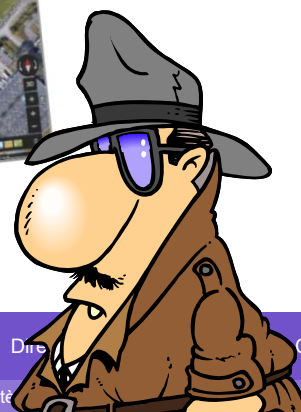
DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Au décollage

On peut même
faire appel à un
célèbre service de
vue satellite.



DSAC

Dir. Générale de l'Aviation Civile
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Au décollage



Travers la 2^e rangée de hangars



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Encore une fois,
c'est la distance de
roulement qui va
nous aider...



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage



50

Mais cette fois en partant de la fin de bande.

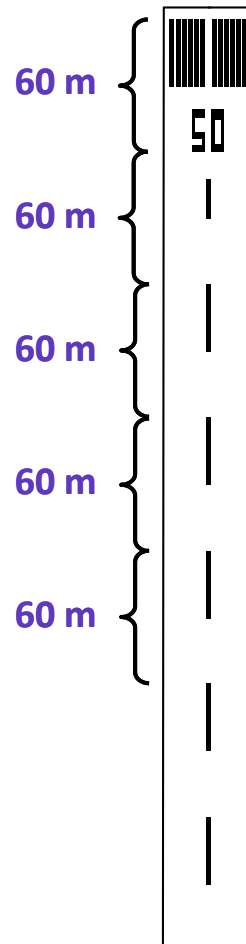


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Imaginons que notre avion ait besoin d'un roulement de 300 m à l'atterrissage pour s'arrêter...

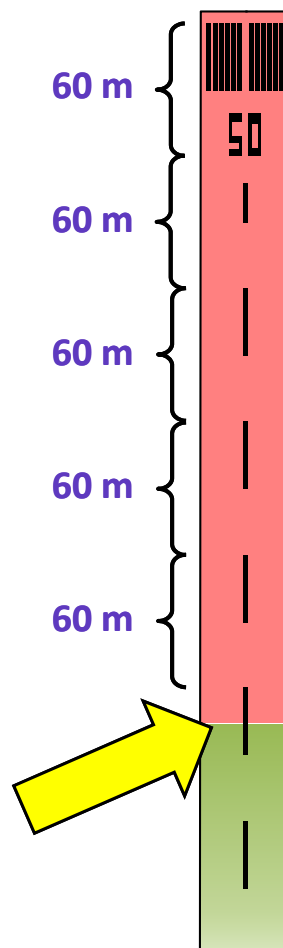


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Les roues devraient donc toucher au plus tard au 5^e trait avant la fin de bande...

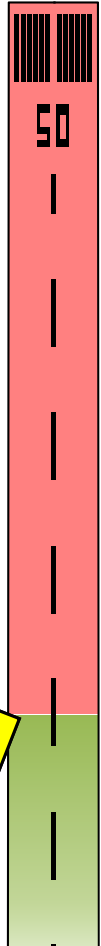
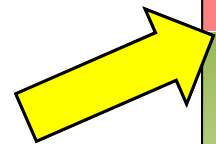


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Mais si on fait ça on aura des accidents car notre marge ici est... nulle.



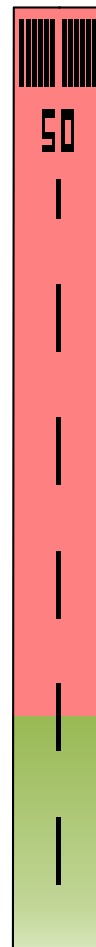
Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

L'atterrissage est en effet une procédure particulièrement dynamique dans laquelle les éléments peuvent changer très rapidement alors que la charge de travail du pilote est très élevée...

À l'atterrissage

5 secondes de marge ?...
C'est environ ce que
dure un arrondi.

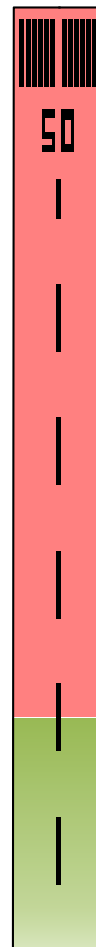


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Et 5 secondes à 60
kt, c'est 150 m.

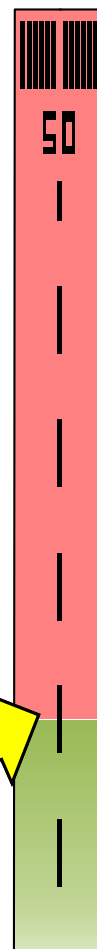
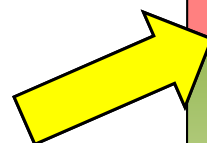


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Du coup ce
n'est plus au 5^e
trait axial qu'il
faut toucher...

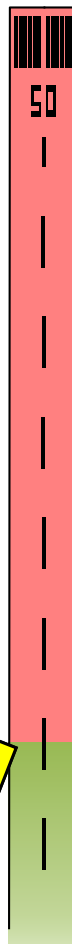
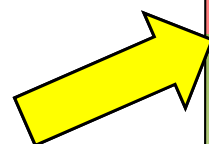


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Mais au 7^e.

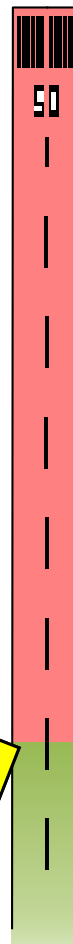
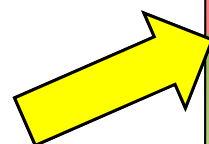


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Ainsi s'il touche au-delà, il sait qu'il ne pourra pas s'arrêter à temps...

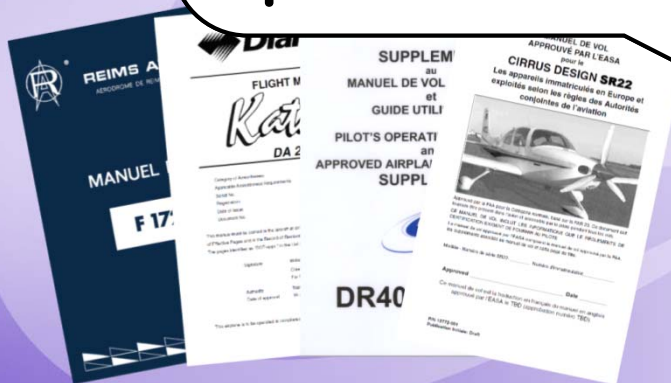


Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Puisqu'on
cause performances
d'atterrissage, aviez-
vous conscience d'un
petit « détail » ?...



DSAC

Direction de l'Aviation Civile

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



À l'atterrissage

MANUEL DE VOL DR 400/ 120

PERFORMANCES D'ATERRISSAGE

A la masse maximale d'atterrissage de 900 kg (1984 lb).
Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
Piste en dur sèche et plane.

Vitesse de passage des 15 m (50 ft) (60 kt) 110 km/h
Vitesse d'impact (45kt) 83 km/h

ALTITUDE Zp (ft)	TEMPÉRATUR E C (°F)	MASSE		MASSE					
		900 kg (1984 lb)		700 kg (1543 lb)					
		Distance de roulement	Distance d'atterrissage passage	Distance de roulement	Distance d'atterrissage passage				
		15m (50ft)	15m (50ft)	15m (50ft)	15m (50ft)				
		m (ft)	m (ft)	m (ft)	m (ft)				
0	St = - 5 (23)	185	606	435	1426	145	475	365	1197
	St = 15 (59)	200	656	460	1509	155	508	385	1262
	St = 35 (95)	210	688	485	1590	165	560	400	1312
	St = - 13 (7)	205	672	475	1557	160	524	395	1295
4000	St = 7 (45)	225	737	505	1656	175	573	420	1377
	St = 27 (81)	240	787	535	1754	185	606	440	1443
	St = - 21 (-6)	235	770	525	1722	180	590	430	1410
	St = - 1 (30)	250	820	555	1820	195	639	460	1509
8000	St = 19 (66)	270	885	590	1935	210	688	485	1590

Influence du vent de face: Pour 10 kt multiplier par 0,78
Pour 20 kt multiplier par 0,63
Pour 30 kt multiplier par 0,52

Influence du vent arrière:

Par tranche de 2 kt, rajouter 10% aux distances

Pour piste sèche en herbe, rajouter 15%

Edition 10 - Septembre 1992

5.07

**Prenons un exemple :
le DR 400-120**



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

ALTITUDE	TEMPÉRATUR E	MASSE				MASSE			
		900 kg (1984 lb)				700 kg (1543 lb)			
Zp (ft)	'C (°F)	Distance de		Distance		Distance de		Distance	
		roulement		d'atterrissage		roulement		d'atterrissage	
				passage				passage	
				15m (50ft)				15m (50ft)	
		m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)
	- 5 (23)	185	606	135	1426	145	475	365	1197
0	St = 15 (59)	200	656	460	1509	155	508	385	1262
	35 (95)	219	688	485	1590	165	560	400	1312
	- 13 (7)	205	672	475	1557	160	524	395	1295
4000	St = 7 (45)	225	737	505	1656	175	573	420	1377
	27 (81)	240	787	535	1754	185	606	440	1443
	- 21 (-6)	235	770	525	1722	180	590	430	1410
8000	St = - 1 (30)	250	820	555	1820	195	639	460	1509
	19 (66)	270	885	590	1935	210	688	485	1590



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Il n'y a pas quelque chose qui vous gêne là ?

À l'atterrissage

460 - 200,
ça fait bien 260 m,
non ?...

ALTITUDE				DISTANCE			
Zp (ft)				Distance			
				d'atterrissage			
				parcours			
				15m (50ft)			
				m	(ft)	m	(ft)
0	SR =	- 5 (23)	200	608	145	475	365
		15 (50)	200	554	175	508	385
		35 (95)	200	498	205	560	400
4000	SR =	- 13 (7)	205	672	475	1557	524
		7 (45)	225	737	505	1656	1775
		27 (81)	240	787	535	1754	1855
8000	SR =	- 21 (6)	235	770	525	1722	1805
		- 1 (30)	250	820	555	1820	1955
		19 (66)	270	885	590	1935	2105



dgac

À l'atterrissage

Mamel de vol Edition 1 - Mai 1977
REIMS/CESSNA F 152

PERFORMANCES D'ATTERRISSEGE - TERRAIN COURT

CONDITONS : Voies 30° - Freinage maximum - Moteur réduit - Parc en dur sèche et de niveau - Vent nul.

Masse kg	Vitesse initiale km/h	Altitude initiale m	0° C		10° C		20° C		30° C		40° C	
			Distance totale m	Course au sol m	Distance totale m	Course au sol m	Distance totale m	Course au sol m	Distance totale m	Course au sol m	Distance totale m	Course au sol m
1670	100	305	137	137	142	142	148	148	152	152	157	157
	km/h	Niveau mer	450	450	465	465	485	485	500	500	515	515
			1160	1160	1185	1185	1215	1215	1240	1240	1265	1265
(758)	54	305	142	142	148	148	152	152	158	158	163	163
	kt	610	465	465	485	485	500	500	520	520	535	535
			1215	1215	1240	1240	1270	1270	1300	1300	1330	1330
	MPH	914	378	378	398	398	415	415	435	435	455	455
			1240	1240	1275	1275	1305	1305	1335	1335	1365	1365

Autre exemple :
le Cessna F-152

À l'atterrissage

PERFORMANCES D'ATTERRISSAGE - TERRAIN COURT													
CONDITIONS : Volets 30° - Freinage maximum - Moteur réduit - Piste en dur sèche et de niveau - Vent nul.													
Masse lbs (kg)	Vitesse indiquée avant obst. 15m	Altitude Pression m ft		0° C		10° C		20° C		30° C		40° C	
				Course au sol	Distance totale passage 15 m	Course au sol	Distance totale passage 15 m	Course au sol	Distance totale passage 15 m	Course au sol	Distance totale passage 15 m	Course au sol	Distance totale passage 15 m
1670	100 km/h	Niveau mer		137 450	354 1160	142 465	361 1185	148 485	370 1215	152 500	378 1240	157 515	386 1265
(758)	54 kt	305 1000		142 465	361 1185	148 485	370 1215	152 500	378 1240	158 520	387 1270	163 535	395 1295



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Et $361 - 142$,
cherchez pas,
ça fait 219 m

CONDENSE - Vitesse							
Vitesse de descente	Vitesse indiquée avant atterrissage	Altitude		Cote au sol	Cote au sol	Cote au sol	Cote au sol
		m	m				
1470	100 km/h	Vitesse au sol		137 400	304 1300	147 400	361 1300
1700	140 km/h	300	1000	142 400	300 1300	148 400	370 1300



DEAC

À l'atterrissage

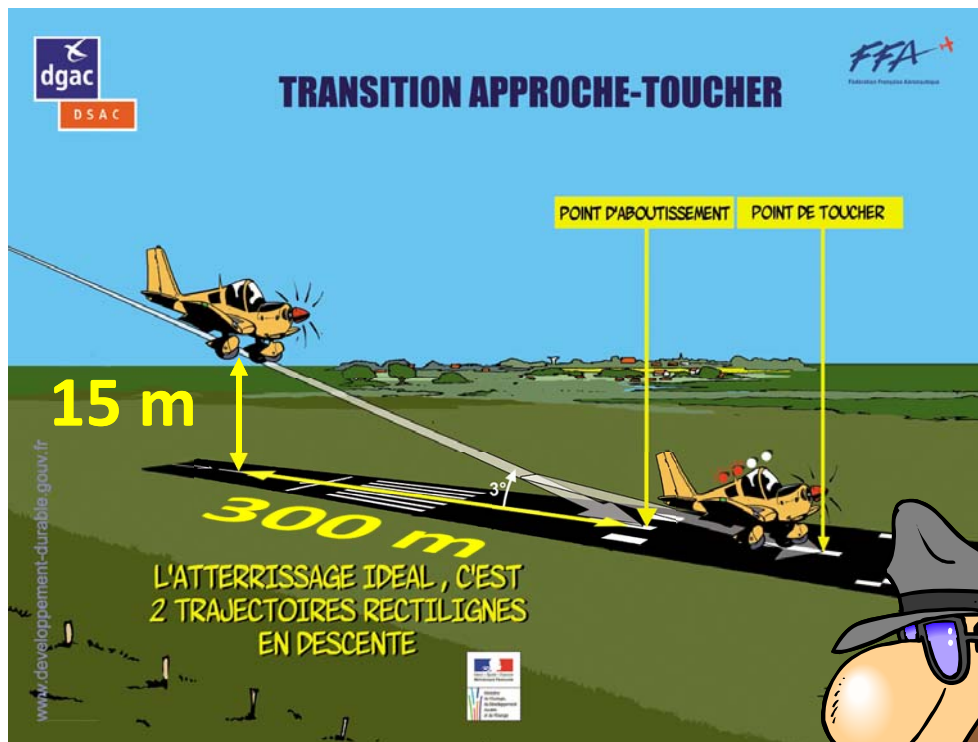
Or, qu'est-ce qu'on enseigne à nos pilotes ?...

CONTINGENTS - Vitesse								Vitesse de descente - Vitesse au sol							
Modèle	Vitesse indiquée au sol, 1000	Altitude		Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat	Climat
		100	100												
1000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100



dgac

À l'atterrissage



DSAC

Direction de l'aviation civile

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Voici une affiche que vous connaissez toutes et tous. Cette campagne de sécurité DGAC date de la saison 2015-16.

Elle rappelle qu'on approche sur un plan stabilisé d'environ 5% jusqu'au point d'aboutissement.

Or depuis le point de survol d'un obstacle de 15 m de haut jusqu'à ce point d'aboutissement sur une pente de 5%, il y a 300 m. Pas 260 et encore moins 219 !

À l'atterrissage

Les constructeurs
ne sont tenus qu'à
une seule chose :

L'appareil doit franchir un
obstacle d'une hauteur de 15 m
à la vitesse de $1,3 \times V_{s0}$.



DSAC

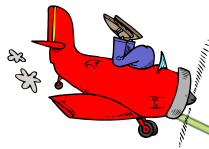
Direction
Ministère de



Pourquoi y-a-t il ce genre de données dans certains manuels de vol de certains constructeurs ? Tout simplement parce que les normes de certification ne leur impose qu'une chose...

À l'atterrissage

Ensuite? C'est la technique du pilote d'essai pour faire au plus court...



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

Cela concerne plus particulièrement les appareils certifiés avant les années 80.

À l'atterrissage

Puisque je vous tiens,
avez-vous conscience
d'un autre petit
« détail » ?...



DSAC

Direction de l'Aviation Civile

Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

À l'atterrissage

MANUEL DE VOL DR 400/ 120

PERFORMANCES D'ATTERRISSAGE
 A la masse maximale d'atterrissage de 900 kg (1984 lb).
 Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
 Piste en dur sèche et plane.

Vitesse de passage des 15 m (50 ft) (60 kt) 110 km/h
 Vitesse d'impact (45kt) 83 km/h

ALTITUDE Zp (ft)	TEMPÉRATUR E °C (°F)	MASSE 900 kg (1984 lb)		MASSE 700 kg (1543 lb)	
		Distance de roulement	Distance d'atterrissage passage 15m (50ft)	Distance de roulement	Distance d'atterrissage passage 15m (50ft)
		m (ft)	m (ft)	m (ft)	m (ft)
0	St = - 5 (23)	185 606	435 1426	145 475	365 1197
	15 (59)	200 656	460 1509	155 508	385 1262
	35 (95)	210 688	485 1590	165 560	400 1312
	55 (131)	225 737	505 1656	175 573	420 1377
4000	St = - 7 (45)	205 672	475 1557	160 524	395 1295
	13 (55)	225 737	505 1656	175 573	420 1377
	27 (81)	240 787	535 1754	185 606	440 1443
	41 (106)	250 820	555 1820	195 639	460 1509
8000	St = - 21 (- 6)	235 770	525 1722	180 590	430 1410
	- 1 (30)	250 820	555 1820	195 639	460 1509
	19 (66)	270 885	590 1935	210 688	485 1590

Influence du vent de face: Pour 10 kt multiplier par 0,78
 Pour 20 kt multiplier par 0,63
 Pour 30 kt multiplier par 0,52

Influence du vent arrière:
 Par tranche de 2 kt, rajouter 10% aux distances
 Pour piste sèche en herbe, rajouter 15%

Edition 10 - Septembre 1992

5.07

**Reprenons l'exemple
du DR 400-120**



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

ALTITUDE	TEMPÉRATUR E	MASSE				MASSE			
		900 kg (1984 lb)				700 kg (1543 lb)			
Zp (ft)	'C (°F)	Distance de		Distance		Distance de		Distance	
		roulement		d'atterrissage		roulement		d'atterrissage	
				passage				passage	
				15m (50ft)				15m (50ft)	
		m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)
	- 5 (23)	185	606	435	1426	145	475	365	1197
0	St = 15 (59)	200	656	460	1509	155	508	385	1262
	35 (95)	219	688	485	1590	165	560	400	1312
	- 13 (7)	205	672	475	1557	160	524	395	1295
4000	St = 7 (45)	225	737	505	1656	175	573	420	1377
	27 (81)	240	787	535	1754	185	606	440	1443
	- 21 (-6)	235	770	525	1722	180	590	430	1410
8000	St = - 1 (30)	250	820	555	1820	195	639	460	1509
	19 (66)	270	885	590	1935	210	688	485	1590



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Le constructeur a mesuré ces performances lors des essais...

À l'atterrissage

MANUEL DE VOL DR 400/ 120

PERFORMANCES D'ATTERRISSAGE

A la masse maximale d'atterrissage de 900 kg (1984 lb),
Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
Piste en dur sèche et plane,

Vitesse de passage des 15 m (50 ft).....(60 kt) **110 km/h**
vitesse d'impact..... (45kt) 83 km/h

ALTITUDE	TEMPÉRATUR E	MASSE	MASSE
		900 kg (1984 lb)	700 kg (1543 lb)



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Mais pour espérer les retrouver, il convient que le pilote respecte les conditions dans lesquelles cette mesure a été faite : piste en dur, sèche et plane, par vent nul, gaz réduits et...

À l'atterrissage

Or la plupart des exploitants le font approcher plus vite que ça...

PERFORMANCES D'ATERRISSAGE

A la masse maximale d'atterrissage
Par vent nul, volets 2^e ou 3^e position
Piste en dur sèche et plane,

Vitesse de passage des 15 m (50 ft) :

10 k 110 km/h

Vitesse d'impact :

45 kt 82 km/h

ALTITUDE	TEMPERATURE	MASSA	MASSA
	E		
		900 kg (1964 lb)	700 kg (1543 lb)



DEAC

À l'atterrissage

Genre 120 Km/h...

PERFORMANCES D'ATTERRISSAGE

A la masse maximale d'atterrissage de 900 kg (1984)
Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
Piste en dur sèche et plane,

Vitesse de passage des 15 m (50 ft) (80 kt) 110 km/h
Vitesse d'impact (45kt), 50 km/h

ALTITUDE	TEMPÉRATURE	MASSA	MASSA
	E	900 kg (1984 lb)	700 kg (1543 lb)



DEAC

À l'atterrissage

Et même 130 Km/h
pour faire comme
avec le 180 cv...

PERFORMANCES

A la masse maximale
Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
Piste en dur sèche et plane,

Vitesse de passage des 15 m (50 ft).....

(80 kt) 110 km/h

Vitesse d'impact.....

(45kt) 52 km/h

ALTITUDE	TEMPÉRATURE	MASSA	MASSA
	E	900 kg (1964 lb)	700 kg (1543 lb)



DEAC

À l'atterrissage

À 120 ou 130 Km/h
au passage des 15 m...

ALTITUDE	TI	SE								
			(1543 lb)							
Zp (ft)			roulement		d'atterrissage		roulement		Distance	
					passage				passage	
					15m (50ft)				15m (50ft)	
			m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)	m	(ft)
		- 5 (23)	185	606	135	1426	145	475	365	1197
0	St =	15 (59)	200	656	460	1509	155	508	385	1262
		35 (95)	219	688	485	1590	165	560	400	1312
		- 13 (7)	205	672	475	1557	160	524	395	1295
4000	St =	7 (45)	225	737	505	1656	175	573	420	1377
		27 (81)	240	787	535	1754	185	606	440	1443
		- 21 (-6)	235	770	525	1722	180	590	430	1410
8000	St =	- 1 (30)	250	820	555	1820	195	639	460	1509
		19 (66)	270	885	590	1935	210	688	485	1590



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Influence du vent arrière:

Par tranche de 2 kt, rajouter 10% aux distances

Pour piste sèche en herbe, rajouter 15%

10 Km/h $\Rightarrow$ 6 kt $\Rightarrow$ 3 x 2 kt $\Rightarrow$ 3 x 10 %



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Arriver 10 Km/h plus vite, en termes de performances, c'est la même chose qu'arriver à la bonne vitesse avec 10 Km/h de vent arrière. La correction peut donc s'appliquer.

À l'atterrissage

Par vent nul, volets 2^e cran, gaz réduits
Piste en dur sèche et plane,

Vitesse de passage des 15 m (50 ft).....(60 kt) 110 km/h
Vitesse d'impact..... (45kt) 83 km/h

+ 10 Km/h $\Rightarrow$ + 30 %

+ 20 Km/h $\Rightarrow$ + 60 %



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

DR400 – 120 à 110 Km/h **460 m**

+ 10 Km/h $\Rightarrow$ 598 m

+ 20 Km/h $\Rightarrow$ 736 m



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

À l'atterrissage

Pas la peine de se demander pourquoi il y a autant de sortie de piste !

DR400-

m

+ 10 Km/h $\Rightarrow$ 598 m

+ 20 Km/h $\Rightarrow$ 736 m



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition Écologique et du Climat

À l'atterrissage

Et cette correction fonctionne bien pour tous les avions légers.

+ 2 kt
+ 10%

Mudry

Aquila

Tecnam

Cessna

Wassmer

Robin

Piper

Diamond

Cirrus

Socata

Etc...

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire



On résume...



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

De plus en plus
l'instructeur va devoir
apprendre à son élève à
définir...



Des points clés sur la piste

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Des points clés sur la piste

Il devra
enseigner l'art
délicat d'...

Une vérification active



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

Des points clés sur la piste

+ Une vérification active

**Une conscience de
la situation améliorée**



Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire

©2019 Stéphane HUNAUT
DSAC Nord

06 80 58 51 16

stephane.hunault@aviation-civile.gouv.fr



DSAC

Direction Générale de l'Aviation Civile

Ministère de la Transition écologique et solidaire