

# Performance Humaine

## Session d'introduction

Formation théorique ACAT

Janvier 2016

Sonja Biede-Straussberger



# Performance Humaine

## Réflexion

- Où travaillez-vous?
- Combien d'heures de vol en double commande (i.e. avec un instructeur de vol) avez-vous?
- Pourquoi voulez-vous devenir pilote privé?

# Objectifs du cours

- Deux sessions:
  - Session 1: Session d'introduction
    - Donner les bases théoriques sur les problèmes de la performance humaine
    - A approfondir dans l'e-learning
    - Comment gérer les menaces?
  - Session 2: Altération des compétences non-techniques
    - Savoir appliquer les connaissances théoriques
    - Comment gérer les erreurs?
    - Comprendre pourquoi la situation amène à altérer les compétences

# Performance humaine

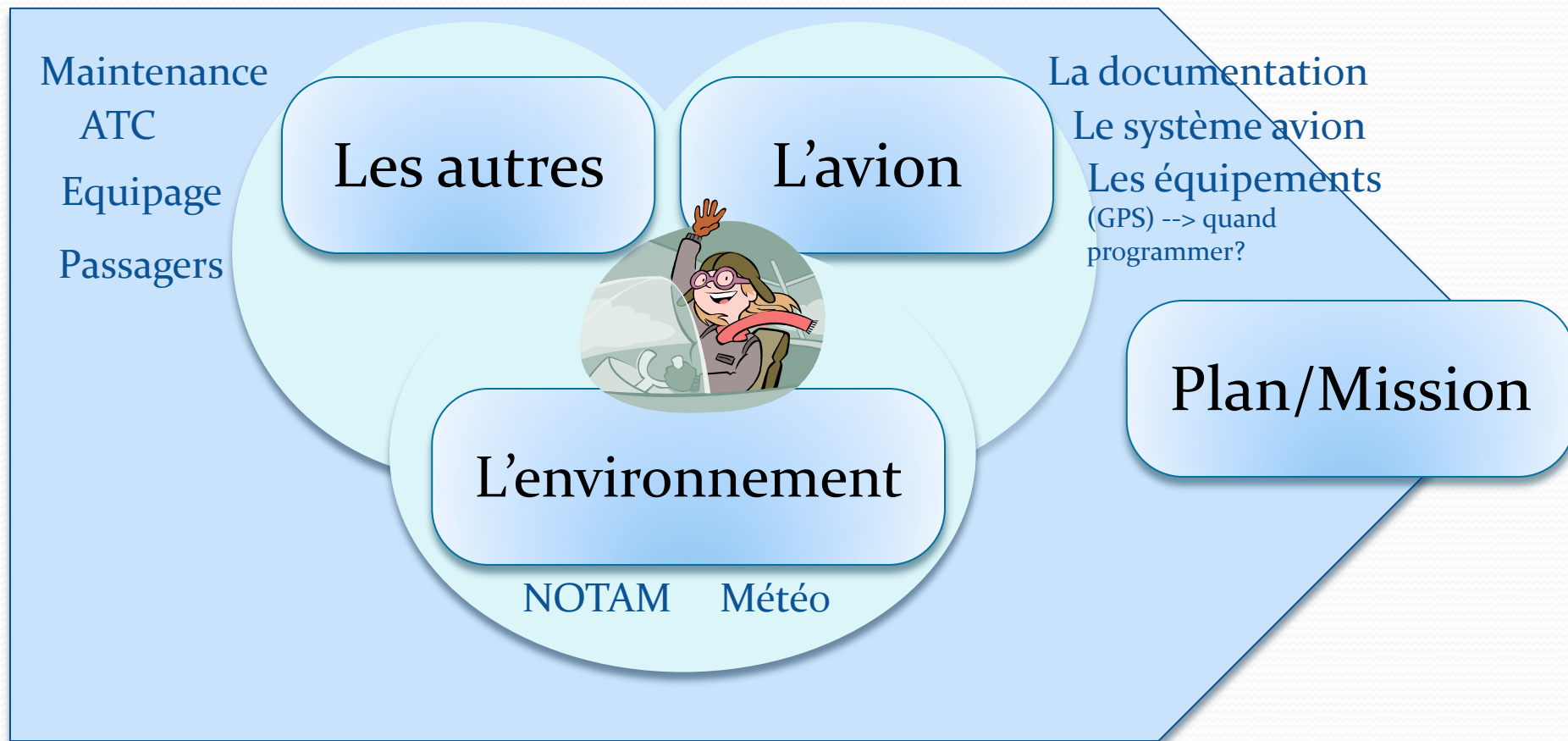
- Facteurs Humains en aviation
- Physiologie
- L'individu et son environnement
- Hygiène, santé, fatigue
- Psychologie cognitive
- Fiabilité et erreur humaine
- La prise de décision
- Evitement et gestion de l'erreur
- Comportements humains
- Surcharge et sous-charge de travail, stress

# Facteurs Humains

Nos ressources

Compétence

# La gestion des ressources de point de vue pilote



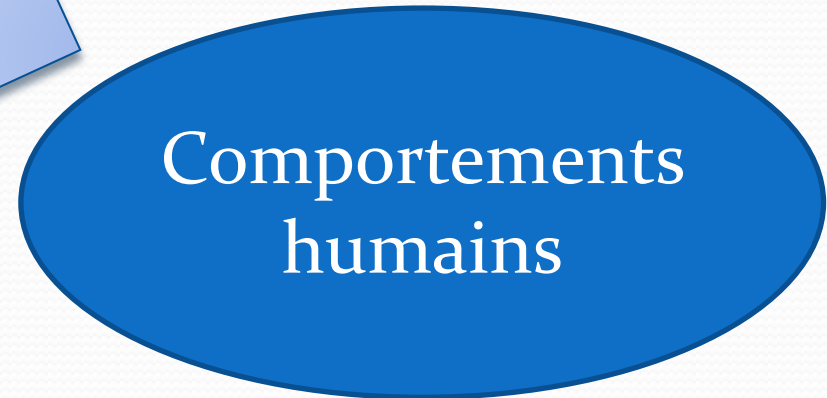
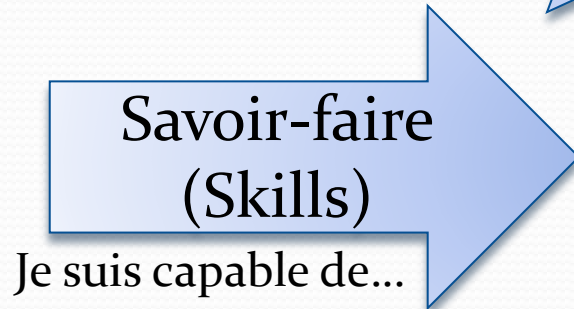
Pendant le vol, le pilote doit en continu percevoir et prendre des décisions.  
Pour prendre des décisions adéquates pour gérer les menaces et erreurs, il faut connaître et savoir utiliser ses ressources.

# De la compétence vers le comportement

Connaissance, Réflexion  
Traitement de l'information



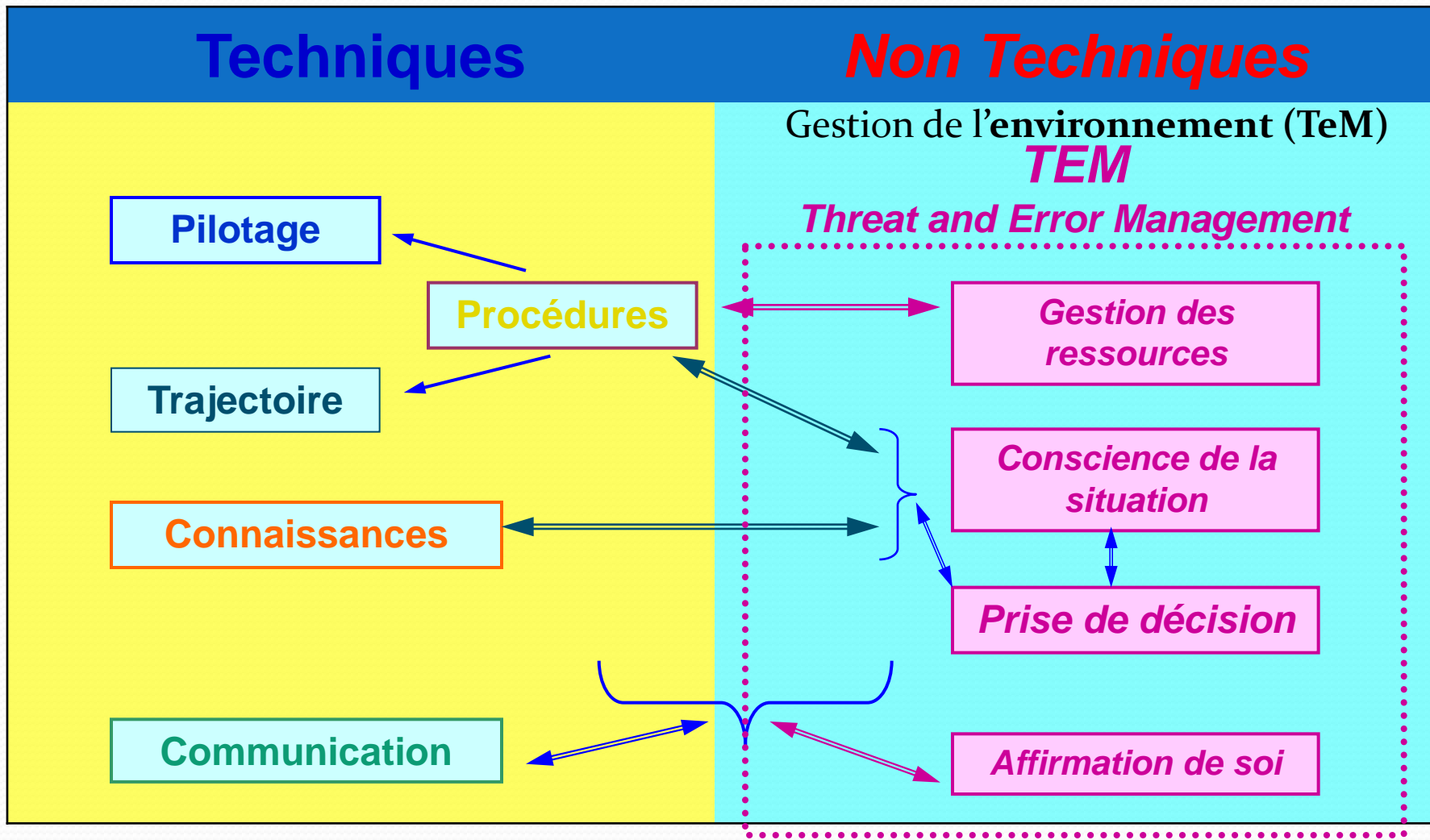
Action  
Observation  
Restitution



Sensation  
Attitude



# COMPÉTENCES





# Gérer un vol c'est comme diriger un orchestre!



pilote

avion

contexte

2

Sadness and Sorrow

A musical score for the piece 'Sadness and Sorrow'. The score is written for piano and consists of three systems of music. Each system has a treble clef staff and a bass clef staff. The first system starts at measure 2, the second at measure 13, and the third at measure 17. The music is in a key with one sharp (F#) and a 4/4 time signature. The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings.

Il faut jouer ensemble la même partition pour que l'interprétation de l'œuvre soit réussie !

# L'être humain et le besoin de voler

## Réflexion

Est-ce que l'être humain est fait pour voler?

L'être humain a le désir....



### Facteurs Humains

De nombreux éléments (intrinsèques ou extrinsèques) influencent ou limitent les capacités physiques, les facultés intellectuelles et les comportements du pilote.

# Le point fort de l'être humain

L'être humain a la capacité d'apprendre et de s'adapter...



...l'être humain comme un facteur de sauvegarde, par sa créativité

« Ne pas commettre trop d'erreurs exige une grande expérience. L'expérience ne s'acquiert qu'en commettant beaucoup d'erreurs ou en profitant des erreurs des autres. » *Philosophe grec anonyme du IV<sup>ème</sup> siècle AVJC (Source: Wanner, 1999)*

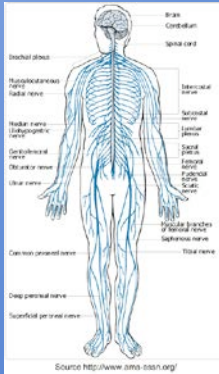
# Les caractéristiques humaines

Bruit

Jour/Nuit

Mon équipement physiologique

Mon équipement cognitif



Mon équipement sociale

Mon équipement affectif



Altitude

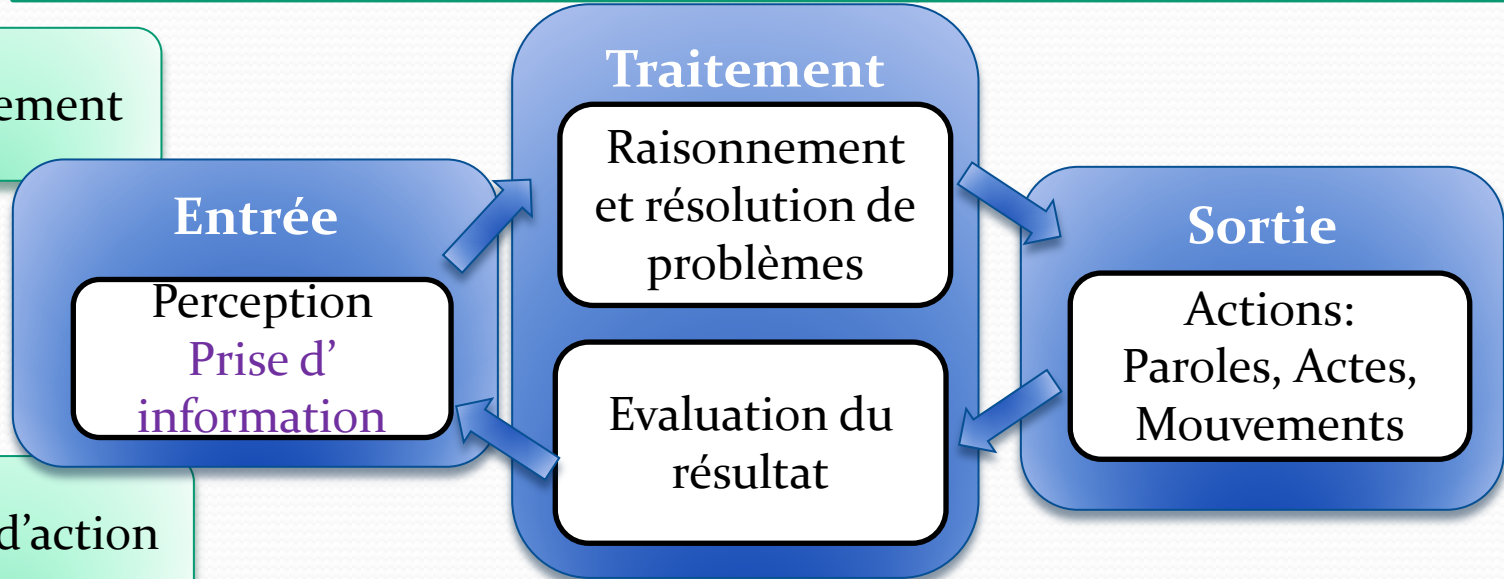
Temperature

# La boucle cognitive



L' événement

Le plan d'action



# Percevoir

# Saisir une information/donnée

## Vue

Lire une valeur sur l'instrument

Observer l'environnement



## Toucher

Reconnaître la forme d'une commande

Estimer l'effort exercé sur une commande

## Ouïe

Bruit du moteur

## Odorat

Fumée, feux



## Sensations Physiologiques

accélération, pesanteur : « piloter avec les fesses »

**Règle d'or : ne jamais se baser sur une seule information, vérifier la cohérence entre les différentes informations acquises**

Exemple: essence

# Les entrees: On ne peut pas tout voir...

- La tâche aveugle
- Désorientation spatiale  
<https://www.youtube.com/watch?v=BQOxnUGpCE4>
- Etude micro-sommeil en voiture: 6 minute entre Paris - Lyon



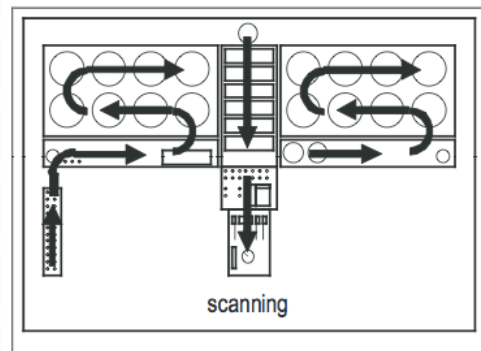
# Exercise : the active brain

- If you can read this text , it's because you have also a good brain. Not all people are able to understand this text . Following a study from University of Cambridge, the order of the letters is not so much important. The first and the last letters are important.

« You cannot prevent your brain from working alone »

# Gestion de la saisie d'information

- « Scanning » du tableau de bord = moyen d'éviter la surcharge



- Ne pas se focaliser sur une seule source, vérifier la cohérence entre les différentes informations acquises!

Exemple : trop focalisé, on risque de ne pas voir une alarme

- Être disponible pour l'information inattendue

# Exercice « Stroop »

Lisez cette liste et dites la couleur de chaque mot, pas le mot lui-même !

JAUNE	BLEU	ORANGE
NOIR	ROUGE	VERT
VIOLET	JAUNE	ROUGE
ORANGE	VERT	NOIR
BLEU	ROUGE	VIOLET
VERT	BLEU	ORANGE

La partie droite de votre cerveau essaye de dire la couleur  
Alors que la partie gauche insiste pour lire le mot

# Extrait de l'information se fait...

- Comportement basé sur les habiletés (reflexes)
  - Nécessite très peu de contrôle conscient pour exécuter une action une fois qu'une intention est formé
  - Permet de libérer des ressources cognitives pour les fonctions cognitives de haut niveau

maintien des assiettes de l'avion en vol à vue en atmosphère calme...

- Niveau basé sur les règles (semi-reflexes)
  - Utilisation des règles (expérience ou formation) et des procédures pour sélectionner une séquence d'action dans une situations de travail familière

transmission de messages appris par cœur, décision dans des situations simples, bien connues et répétitives

- Niveau basé sur les connaissances
  - Situation nouvelle et inattendue ou les operateurs doivent savoir les principes fondamentaux et les lois qui gouvernent le système

# Raisonner

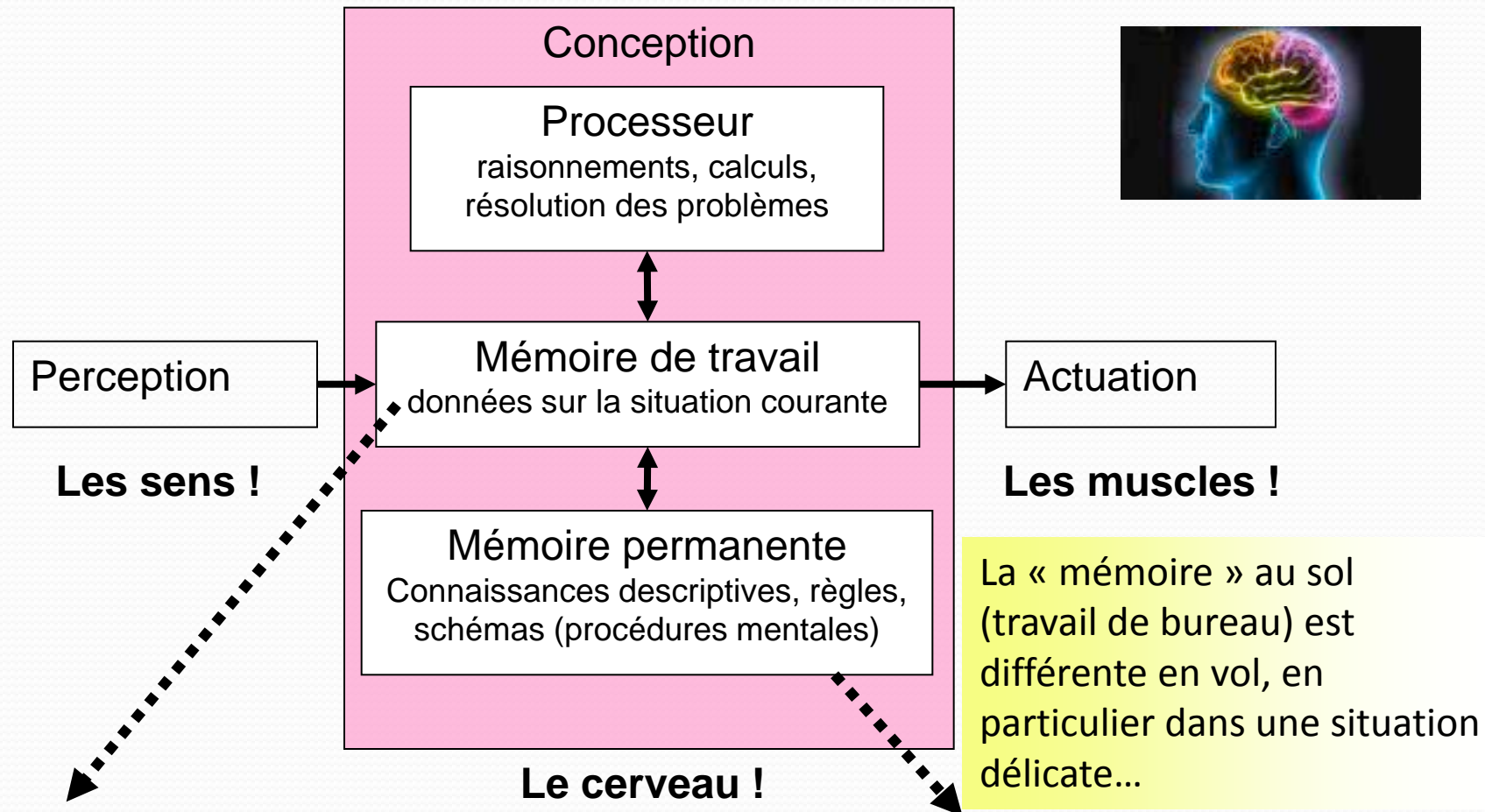
Juger et décider

# Traiter les informations et prendre une décision

L'opérateur peut décider :

- d'attendre que la situation évolue d'elle-même
- de recueillir une autre information pour préciser la situation « en mettant en mémoire » la position de la source de l'information désirée
- de transmettre un message « en ayant mis en mémoire » le destinataire et le moyen de transmission
- d'agir sur une commande « en mettant en mémoire » la position de la commande, son mode d'action (pousser, tirer, tourner,...) et en estimant l'effort ou le déplacement à appliquer

# La mémoire

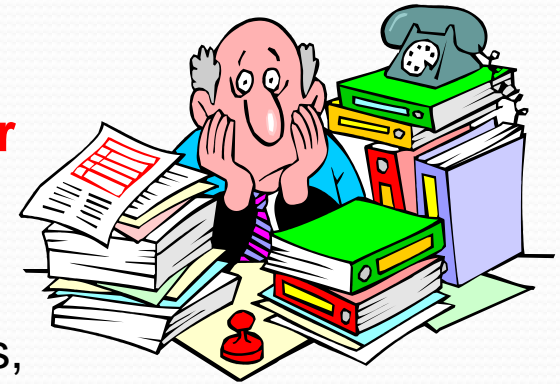
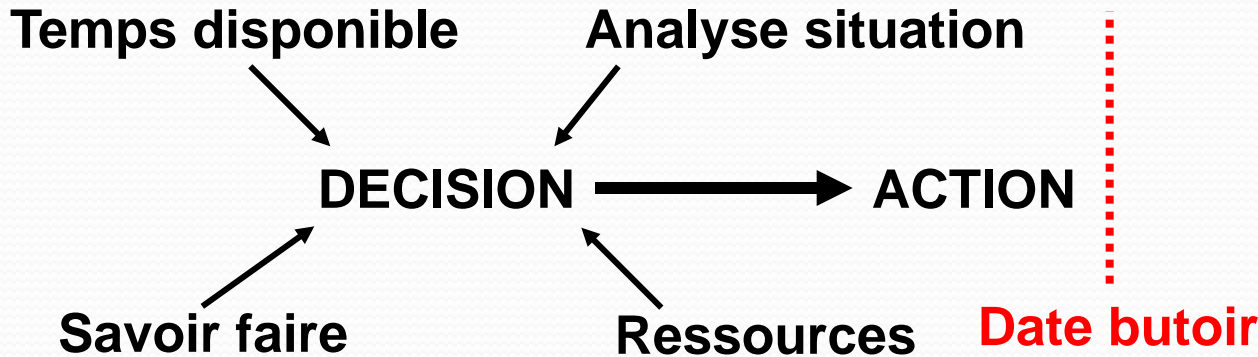


- **Stockage à court terme**
- Durée et taille limitées (**environ 7 items**)
- Problème: fragile (perte d'information), sensible aux interruptions

- **Stockage à long terme**
- Durée et taille illimitées (rien ne se perd, rangement quasi automatique)
- Déstockage long, besoin de pré-activation (accès temps réel)

La « mémoire » au sol (travail de bureau) est différente en vol, en particulier dans une situation délicate...

# Le jugement et la décision



- Une décision sera prise :
  - après **analyse de la situation** (recueil d'informations, compréhension/diagnostic)
  - si son application est compatible avec **le savoir faire et les ressources disponibles**
  - si elle est exécutable dans le **temps disponible** (une décision a toujours une "durée de vie" limitée)

Exemple de la panne moteur

- en croisière FL 45
- à 400 ft sol

Une bonne compréhension conditionne la fiabilité de nos décisions !



# Prise de décision analytique

- Prend du temps car l'évaluation des options est nécessaire
  - Détecter un changement ou d'un danger est essentiel: Pilote peut voir et comprendre un danger, mais décider de l'ignorer. Ce n'est pas un processus de prise de décision, mais une question d'attitude.
- Ca contient:
  - Estimer la nécessité de rencontrer ou réagir à la modification (par exemple, temps à la destination dessous les minima → chercher destination avec condition VFR)
  - Choisir un résultat souhaitable pour le vol;
  - Identifier les actions qui peuvent contrôler avec succès le changement
  - Prendre les mesures nécessaires
  - Évaluer l'effet de l'action

# Prise de décision intuitive (naturaliste)

- Trouver la meilleure solution dans le cas où pas de temps disponible
  - Prise de décision dans condition d'incertitude et des conditions dynamiques rapides dépend de la recognition des motifs et de cohérences qui précisent les options dans des situations complexes
- Au lieu de comparer avantages et inconvénients des différentes approches, rapidement imaginer quelques séquencés d'action possibles à mettre en oeuvre
  - Les experts prennent la première option viable qu'ils peuvent trouver

# L'anticipation

- facteur important pour rester vigilant et acquérir la conscience de la situation adéquatement
- permet la perception et compréhension des facteurs autour des différents domaines des ressources qui impactent la sécurité du vol
- Un pilote qui n'est pas conscient de sa situation, risque de ne pas connaître sa position, ne reconnaitra pas une détérioration des conditions et ne jugera pas adéquatement une détérioration.

Etre l'oiseau  
avant l'avion



« être devant », c'est une « capacité » essentielle du pilote!

# Il faut être prêt pour agir...

- VOUS comme...



Devant l'avion



Prêt à réagir

**Agir**

# Agir sur une commande

par

- une main
- un pied
- un doigt
- etc.

Changement de fréquence

Penser à maintenir la manette de gaz pendant décollage

L'utilisation du palonnier

# Transmettre un message

- à un autre destinataire
- à un groupe de destinataires
- à soi-même (pour mémorisation)



*D'après Roger  
Bollen  
Ces  
dingues*

*d'animaux*

# Interagir avec les autres

le sujet sur lequel je souhaite  
donner une information

Contenu



ce que j'exprime  
sur moi-même

Auto-relevation

Appel

ma position  
vis-à-vis de toi

Relation

ce à quoi j'aimerais inciter l'autre personne

Des exemples en avion? Comment gérer?



J'ai aussi un objectif...

# L'importance du plan: Le projet d'action

## Préparation

### Préparation mentale et technique:

- l'objectif à atteindre et les actions à mener
- Les éléments nécessaires (ressources)
- les critères de vérification

## Exécution

- faire le prévu dans le « plan »

## Stabilisation et correction des écarts

- Affiner et réduire dans le cas d'écart

## Vérification

- Comparer l'obtenu avec le prévu pour chaque critère
- Rattraper ou réduire les conséquences dans le cas d'erreur

**Je suis en non-nominal...**

# Ma ressource peut être limitée...

Fatigue



Mal fonctions



Stress

Charge de travail



**Ca fait beaucoup quand  
meme...**

# Les opérations élémentaires et la charge du travail

- Chaque opération cognitive élémentaire demande un certain temps d'exécution

Exécution des opérations élémentaires en avion moins rapide qu'en voiture...  
on est en l'air dans un environnement autre que celui de la voiture!

- Le nombre d'opérations élémentaires exécutables dans un temps donné est donc limité
  - On dit que la **charge de travail** de l'opérateur est limitée
  - Au-delà d'un certain nombre d'opérations élémentaires à exécuter dans un temps donné, le risque d'erreurs augmente
  - Il y a des tâches « concurrentes », ça dépend du moyen utilisé pour la réception de l'information

# Les opérations réflexes et semi réflexes

- On n'a jamais une seule action à effectuer, mais toujours plusieurs opérations ou un ensemble de tâches
  - L'entraînement aux **opérations élémentaires** sert à mémoriser un ensemble d'actions nécessaire à l'exécution, sans réfléchir, de tâches simples et répétitives (mode automatique ou réflex)
  - Les opérations **réflexes** et **semi réflexes** se superposent aux opérations **cognitives** sans les perturber

# Les opérations réflexes et semi réflexes

- Constituées d'opérations élémentaires de types variés :
  - Réflexe : maintien des assiettes de l'avion en vol à vue en atmosphère calme...
  - Semi réflexe : transmission de messages appris par cœur, décision dans des situations simples, bien connues et répétitives
- L'entraînement permet à l'opérateur d'acquérir l'aisance dans l'exécution de ces types d'opérations

Conduire et observer l'environnement en changeant la vitesse



# Les opérations réflexes et semi réflexes

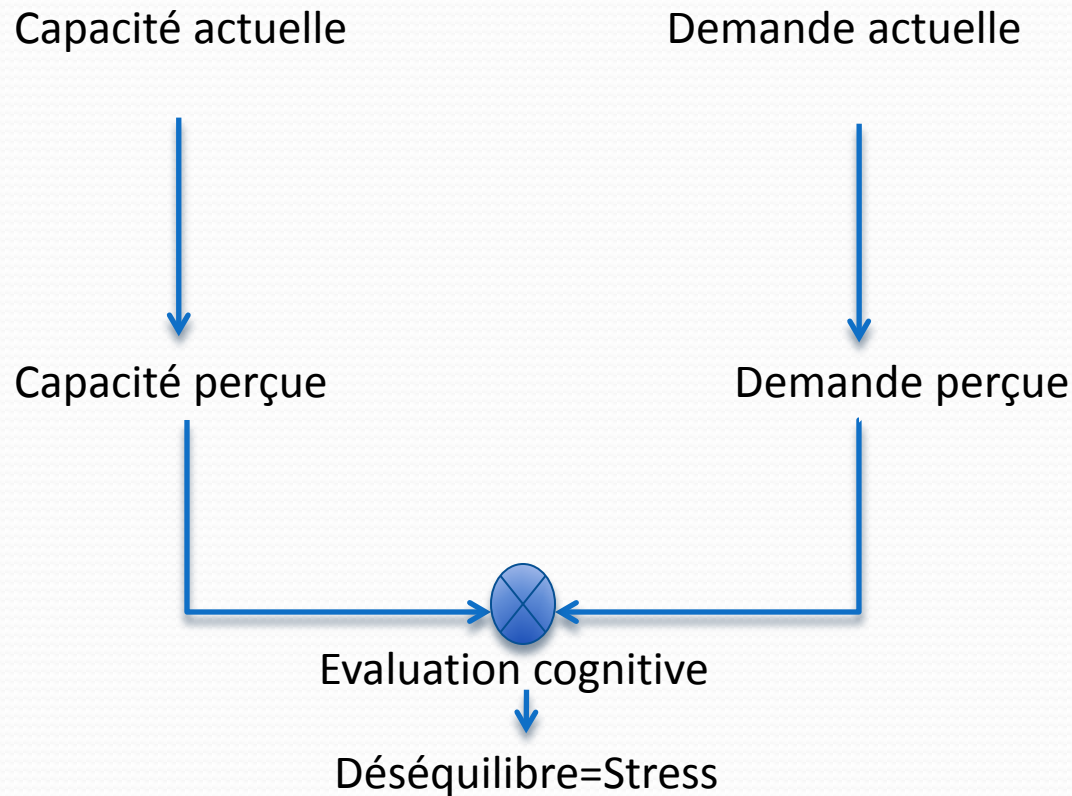
- Une modification de la disposition des commandes et des instruments du poste de travail rend cette acquisition caduque.
  - Changement de type d'avion
  - Risque lié au passage de l'avion à la voiture (Cessna design concept – le confort est privilégié mais design trompeur car le comportement du pilote est différent de celui du conducteur)

Exemple : voiture « mettre les ceintures avec alerte décrochage au départ »

# C'était trop...

Le stress et les effets du stress

# Les mécanismes du stress: la perception



Le stress conjoncturel et le stress chronique s'additionnent s'il y a déséquilibre dans la comparaison entre capacité et demande.

# La source du stress (Stressor)

Personnalités et style de vie (Excès de glucose du au sucre donne énergie à court terme; trop de sel augmente la pression artérielle; régime alimentaire déséquilibré)

Stress situationnel: panne moteur

Le pilote

L'avion

Évènement de la vie  
(Décès du conjoint,  
divorce, mariage)



Contexte et  
environnement

Fatigue

Travail (charge du travail; timing; urgence, détérioration météo; trafic intense; difficulté apprentissage pilotage)

Stress environnemental (bruit; désordre)

# Symptômes comportementaux

- La « **tunnélisation** »: la pensée devient réductive. Le stressé devient incapable d'envisager d'autres hypothèses que celles de son schéma mental, dont il recherche obstinément la confirmation parfois jusqu'à l'absurde. Les raisonnements les plus simples deviennent impossibles, et les alarmes ne sont pas perçues.
- Tendance au **biais** de confirmation : l'individu stressé ne cherche que ce qui lui permet de confirmer ses hypothèses
- Fixation; blocage; impossibilité de revenir en arrière
- **Diminution des plans d'actions**, actions précipitées, appauvrissement des solutions possibles: régression vers les acquis les plus anciens et les savoir-faire les plus automatisés, exemple: oubli de la phraséologie au profit de la langue quotidienne
- Augmentations des **comportements à risque** et des **violations**
- L' **hyperactivité**: il faut agir à tout prix. On se précipite vers tout ce qui ressemble à une solution sans réflexion préalable, quitte à faire le contraire l'instant suivant. Le pilotage devient instable, désordonné.
- **Agressivité** ou **passivité** totale dans les relations avec les autres (contrôleurs, passagers...)

# Symptômes long terme

- **Difficulté à traiter** clairement et rationnellement le **problème**
- **Physiologique et psychique:** inquiétude et anxiété, confusion, difficulté de concentration ou de prises de décisions; impression d'être malade; sentiment de perte de contrôle de soi ou d'être dépassé par les événements; changement de l'humeur (dépression, frustration; hostilité; impuissance; impatience; nervosité; état léthargique; difficulté à s'endormir; excès d'alcool ou de tabac); changement des habitudes alimentaires, changement dans l'appétit; rhumes fréquents; problèmes de santé comme les douleurs dorsales; maux de tête; eczéma; problèmes digestifs; maux et douleurs; sensations intenses de fatigue
- **Comportement:** parler plus vite ou plus fort; bâiller fréquemment; s'agiter; ressentir des contractions musculaires; ronger ses ongles; grincer des dents; être de mauvaise humeur (irritable; sur la défensive; critique; agressif ; irrationnel; super émotivité); réduction de l'efficacité personnelle (négatif sans raison; moins réaliste dans ses jugements; difficulté à se concentrer et à prendre les décisions, avoir des pertes de mémoire; faire plus d'erreurs; être plus enclin à avoir des accidents); changement des habitudes de travail; absentéisme; négligence de son apparence personnelle

# Les effets après stress

- **Ruminer** = processus de rappel et de révisions après des événements; il empêche le pilote de s'occuper des tâches immédiates; mène à la fatigue, à l'inquiétude et à la dépression; renforce la tendance à ruminer à l'avenir en vol; essayer de diriger son esprit vers le prochain défi.
- Il faut en parler:
  - Débriefing avec instructeur
  - Auto-débriefing
  - Autres pilotes

Je suis comme je suis  
– et alors?



# La personnalité

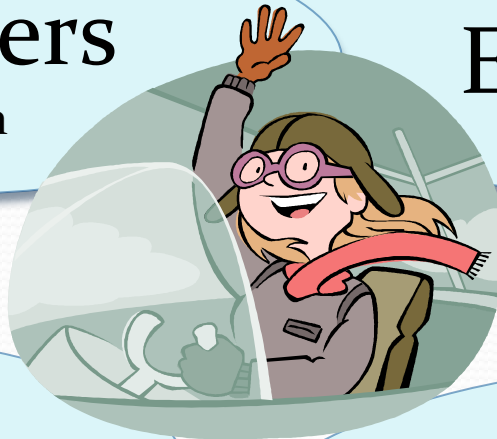
## Réflexion

- Quel genre de personnalité avez-vous?
  - Anti-autorité
  - Impulsivité
  - Invulnérabilité
  - Macho
  - Résignation
- Exemple du test proposé lors du séminaire ACAT 2011
  - <http://www.acat-toulouse.org> - Documentation – Conférence-Exposition

# Facteurs sociaux

Passagers  
pression

Equipage



Maintenance

Instructeur

Il aide l'élève et lui montre ce qu'il doit apprendre selon sa progression

ATC

Aeroclub

2010: 31 accidents en instruction, représente 25% des accidents en avion légère, dont 19 en double commande, 11 en supervision

# Exercise

This is the story of a young lady who saw a beautiful unknown man during her mother funerals. She found him amazing! She thought he was the man of her dream. It was love at first sight... she fell in love... Few days after this lady killed her sister...

**Why did she kill her sister?**

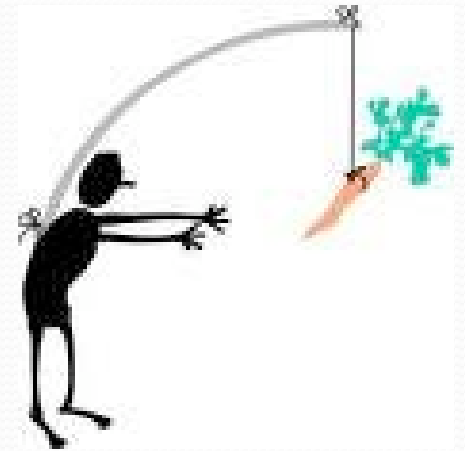
**She expected that the beautiful man would come again to her sister's funerals**

If you had answered this question correctly you are thinking like a psychopath...  
*This test was used by a famous US psychologist in order to know if the tested people had the mind of a murderer*

# La motivation

## **Motivation=**

Engagement dans une activité pour atteindre un objectif



Exemple: accident « objectif destination »

- Détermine également la rapidité d'acquisition des « savoir » et des « savoir-faire » (progression)
- Une progression trop rapide et donc de courte durée peut, à terme, être contreproductive (par exemple, le fait de ne pas avoir pu voler, pendant la formation, en hiver ou en conditions météorologiques marginales)

# Systematiser l'analyse du risque

# Dangers et risques

## **Le risque dépend de la manière de s'exposer au danger !**

- grignotement des marges
- excès de confiance
- ignorance de la présence d'un danger
- absence de décision ou décision tardive...

## **Le risque se définit en relation avec le danger !**

- **situation dangereuse**  
ou
- **situation "accidentogène"**

# Liste ouverte de dangers

## Le pilote

Faible expérience  
Comportement du pilote et des passagers ...  
Erosion des compétences et des connaissances

## L'avion

- Complexité des systèmes, sophistication technique
- Utilisation de l'avion aux limites de ses performances et hors de son domaine de vol : manœuvres abruptes (facteur de charge), mauvais centrage, surcharge, "second régime" ...
- Altitude (effets physiologiques et sur les perfos avion, conséquences de l'absence ou de la panne d'équipement)
- Conditions météo défavorables
- Relief, aérologie
- Proximité du sol, des obstacles et des autres avions

## Contexte et environnement



# Dangers et risques

## Une situation dangereuse ou "accidentogène"

- résulte en général d'un jugement erroné (mauvaise analyse de la situation) ou d'une décision inappropriée pour y faire face
- est perçue différemment selon :
  - la probabilité d'occurrence ou l'imminence d'un évènement
  - la fréquence d'exposition au danger
  - la gravité des conséquences (destruction totale ou partielle de l'appareil avec ou sans dommages aux tiers, blessures, mort)

## Il y a une impérieuse nécessité de :

- comprendre et hiérarchiser les dangers et les risques
- renforcer nos défenses
- mettre des "barrières"



# Un exemple: outil pour l'évaluation du risque

Risk Assessment Matrix				
Likelihood	Severity			
	Catastrophic	Critical	Marginal	Negligible
Probable	High	High	Serious	
Occasional	High	Serious		
Remote	Serious	Medium		Low
Improbable				

**Figure 4-1.** A sample risk assessment matrix a pilot can use to differentiate between low-risk and high-risk flights.

Severity Scale Definitions	
<b>Catastrophic</b>	Results in fatalities and/or loss of the system.
<b>Critical</b>	Severe injury and/or major system damage.
<b>Marginal</b>	Minor injury and/or minor system damage.
<b>Negligible</b>	Less than minor injury and/or less than minor system damage.

# Fiabilité et erreur humaine

Fiabilité du comportement humain

L'erreur humaine

- 
- Next time...