



Brownout

NATO RTO HFM-162

Anne-Emmanuelle Priot

Institut de recherche biomédicale des armées, Brétigny-sur-Orge



Perte des références visuelles...

- Recirculation de la poussière
 - Dégradation soudaine de la visibilité hors du cockpit
 - Masquage de l'horizon
 - Perte des références de guidage visuel (repères pré-identifiés)
- Nuage de sable fin mu par les vents



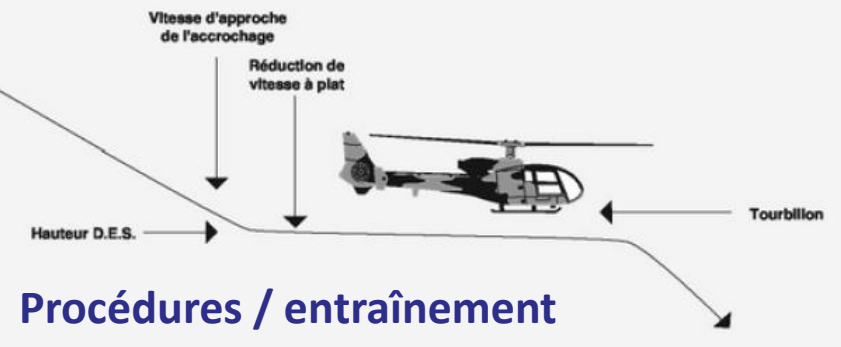
 ... favorisant la désorientation spatiale

- La perte des références visuelles favorise la désorientation spatiale
- Trois types d'illusions sensorielles
 - **Inclinaison infra-liminaire** (< seuil perceptif)
 - La décélération soudaine peut créer une **sensation de piqué**
 - **Vection** liée au tournoiement du nuage de poussière
- Effet délétère des vibrations/oscillations verticales sur la perception des mouvements verticaux
- Mauvaise visibilité sur la zone d'atterrissage (ZA)
 - Distance aux objets pré-identifiés
 - Objets en mouvement
 - Surface (approche finale +++)

➔ **Accidents liés à la désorientation spatiale ET à la collision avec des obstacles ZA**

Facteurs aggravants

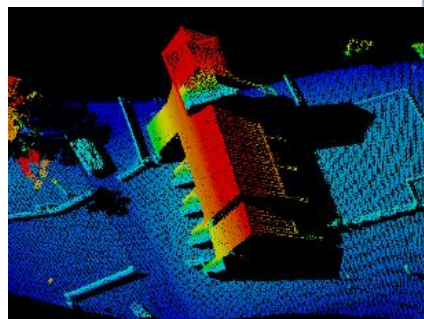
- Faible tolérance aux erreurs car survient près du sol
- Contraintes multiples
- Fatigue, charge de travail élevée, changements inattendus dans le plan de vol (ou la mission), manque d'expérience
- Environnement : granularité du sable, chaleur
- Opérationnelle : ZA hostile
- JVN +++
 - Perception dégradée sous JVN
 - Lumières de l'appareil illuminant le nuage de poussière
 - Interaction rotor/poussière entraînant un scintillement pouvant saturer les tubes



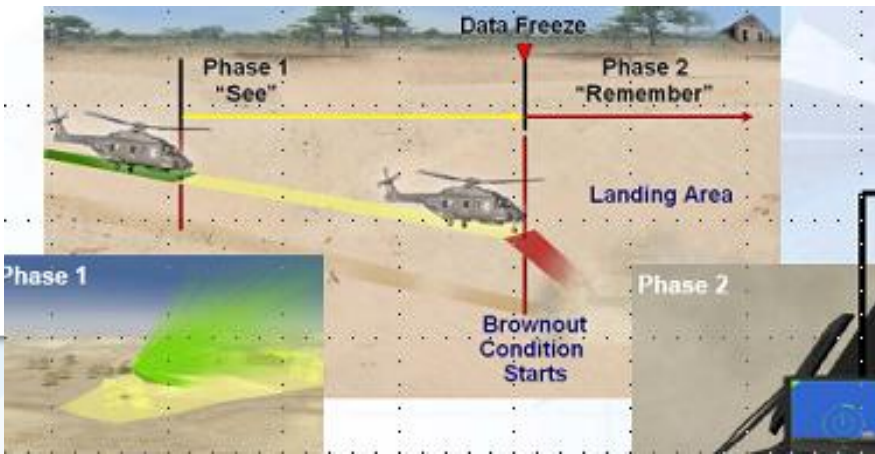
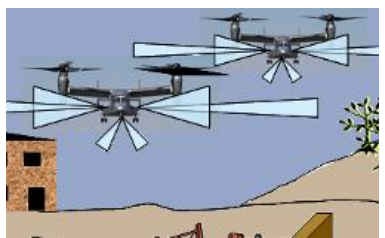
Aérodynamique poussière



Atterrissage automatisé



Capteurs / aides à l'atterrissage





Solutions technologiques Disponibilité et maturité

- Solutions technologiques non matures, aucune solution actuellement disponible dans le commerce.
- Technologies « matures » existantes (imagerie thermique, symbologie) d'efficacité limitée.
- Rôle essentiel des visuels de casque (symbologie, réduire division de l'attention).
- Symbologie actuelle non optimisée pour la tâche d'atterrissage.
 - Symbologie « basse vitesse » : prometteuse, court terme
 - Symbologie « 3D » : prometteuse, en cours d'élaboration
- “see-in-the-dust” (“see-through sensor” et “see-and-remember”) :
 - Active MMW RADAR, LADAR
 - Prometteur, généralement non matures (notamment intégration), moyen terme
- Associés aux systèmes de vision synthétique :
 - Prometteur, long terme
- Aucune solution abandonnée

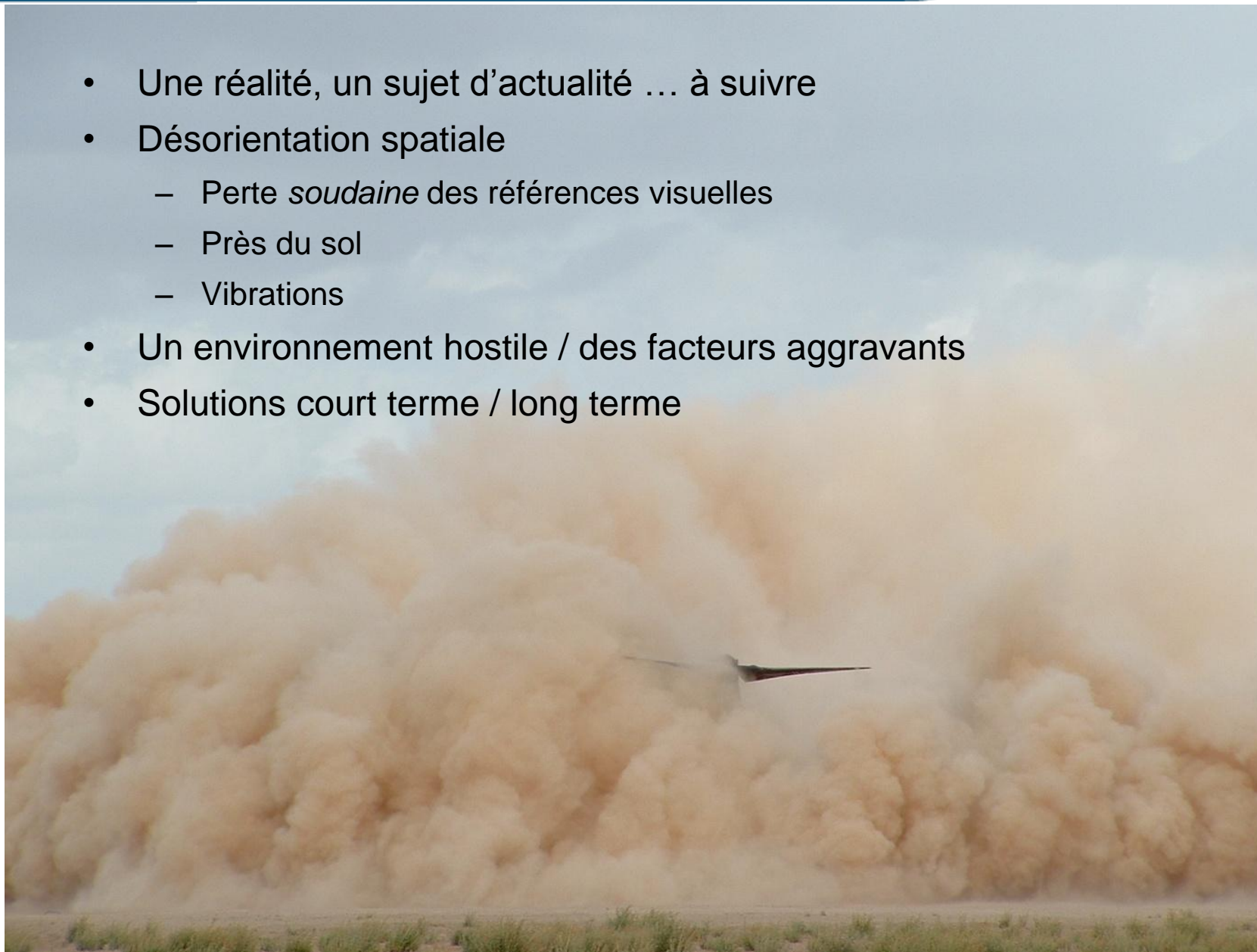
Procédures de « poser poussière »

- Variations considérables entre nations, difficiles à standardiser
- Facteurs de variation :
 - Type d'appareil (ex : configuration du rotor, centre de gravité)
 - Équipage (ex : nombre)
 - Facteurs environnementaux (ex : luminosité, jour/nuit, taille et pente ZA, texture du sable)
 - Facteurs opérationnels (ex : niveau de menace, vol en formation)
- Importance de la coordination de l'équipage
 - Responsabilités clairement délimitées
 - Langage standardisé
- Comparaison des principales techniques

- En simulateurs
 - Stimulation visuelle :
 - Actuellement limitée à l'obscurcissement du champ visuel (effet « tourbillon » parfois)
 - Simulation de la vection peu réalisée
 - Développement actuel de représentations visuelles plus réalistes
 - Simulation du mouvement :
 - Peu de simulateurs motorisés
 - Utile pour l'inclinaison infra-liminaire et l'illusion « somatogravique » de piqué
 - Équipage+++
- En vol
 - Difficulté progressive (niveau de nuit, densité de poussière)
 - Rafrachissement

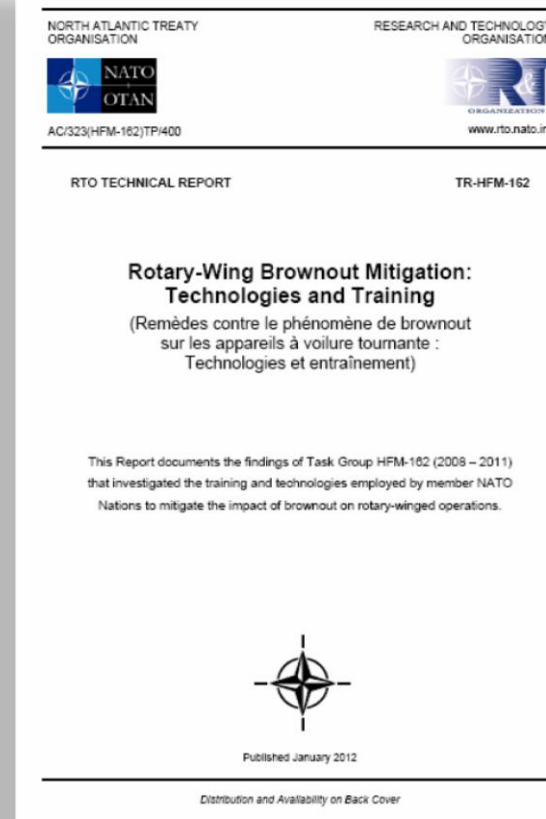
Conclusion

- Une réalité, un sujet d'actualité ... à suivre
- Désorientation spatiale
 - Perte *soudaine* des références visuelles
 - Près du sol
 - Vibrations
- Un environnement hostile / des facteurs aggravants
- Solutions court terme / long terme



Le « Book »

- Une revue exhaustive des solutions technologiques et des procédures
- Une feuille de route pour les recherches à venir concernant le développement et l'intégration des technologies
- Valeur opérationnelle (8 pilotes/6 pays)



Questions?

Remerciements

Membres du groupe OTAN RTO HFM-162, chairman : W. Albery
LCL Imbault, (ex) BSV du COMALAT